

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY**



**MONTERREY, NUEVO LEÓN • 23 Y 24 DE ENERO DE 2003**

**Área: Administración y Negocios**  
**Coordinadora de área: Dra. Irma Adriana Gómez**  
**Cavazos**

**Estrategia basada en conocimiento.**

**Coordinador de mesa: Dr. Javier Carrillo Gamboa**

Sistema de información para la toma de decisiones en una universidad de enseñanza e investigación 2

*Ing. María de Lourdes Macario Abularach, Dr. Daniel Meade Monteverde, Mtra. María Ileana Ruiz Cantisani - Campus Monterrey*

Polos de tecnología 12

*Ing. Rodrigo Anchondo Pavon, Dr. Guillermo Alfonso Parra Rodríguez, Mtro. Daniel Alejandro Ruiz Flores - Campus Ciudad de México*

Modelo de medición para una estrategia de generación de valor basada en conocimiento 22

*Mtro. Pedro Flores Leal - Campus Monterrey*

Desarrollo basado en conocimiento a partir del sistema de capitales: operacionalización y métrica 23

*Dr. Francisco Javier Carrillo Gamboa - Campus Monterrey*  
*Francisco Javier Carrillo Gamboa*

Lecciones aprendidas en la implantación de TI's para la administración de conocimiento 24

*Mtro. Gabriel Valerio Ureña - Campus Monterrey*

Modelación de un negocio de tecnologías de información basado en conocimiento 25

*Mtro. Daniel Enrique Guevara Espejel - Campus Monterrey*

Taxonomía de un sistema de capitalrelacional 26

*Dr. Francisco Javier Carrillo Gamboa, Mtra. Mónica Espinosa Villarreal - Campus Monterrey*

Modelo de negocios electrónicos basados en conocimiento	27
<i>Mtro. Fortunato Armando Barajas Rosique - Campus Monterrey</i>	
Visiones de la relación cliente-producto: Mercadotecnia y tecnología enlazadas	39
<i>Dr. Ricardo Thierry Aguilera, Mtro. Eliseo Vilalta y Perdomo - Campus Ciudad de México</i>	
<b>Capital humano</b>	
<b>Coordinadora de mesa: Ing. Ana Catalina Treviño González</b>	
La "Persona Femsas": Una metodología para la implementación de los valores en una empresa. El caso Orizaba	43
<i>Dr. Rafael Modesto De Gasperin Gasperin, Ing. Gonzalo Garza González - Campus Central de Veracruz</i>	
Experiencias en el desarrollo de sistemas de trabajo basados en la autogestión y unidad como modelo mental	56
<i>Dr. Agustín Buendía Espinosa, Mtra. Ana Catalina Treviño - Campus Monterrey</i>	
Redes sociales para la difusión de conocimiento	57
<i>Dr. Ricardo Flores Zambada, Mtra. Ana Maribel Ramos Fajardo - Campus Monterrey</i>	
Trabajador de conocimiento: Rasgos intrapersonales y manejo de su espacio de información	64
<i>Dr. Ricardo Flores Zambada, Mtro. Carlos Sheridan Woodworth - Campus Monterrey</i>	
Factores críticos para administrar el cambio organizacional hacia un sistema por competencias: Un caso de estudio	65
<i>Dr. Ricardo Flores Zambada, Mtro. Juan Antonio Lizarraga Ríos - Campus Monterrey</i>	
Modelo de desarrollo del capital humano	66
<i>Dr. Ricardo Flores Zambada - Campus Monterrey</i>	
Repositorios de conocimiento para comunidades de práctica geográficamente dispersas	67
<i>Mtro. Héctor Chapa, Dr. Ricardo Flores Zambada - Campus Monterrey</i>	

Análisis de la norma de consultoría general y roles constitutivos de un centro evaluador de la misma	68
<i>Lic. Elena Cisneros Rodríguez, Mtra. América Martínez Sánchez, Mtra. Miriam Drucila Ramírez Barrera - Campus Monterrey</i>	
The universality of the Holy Trinity: Governs the evolution of strategic processes and design of organizations?	70
<i>Dr. Luis García-Calderón Díaz, C.P. Joel Mendoza - Campus Monterrey</i>	
<b>Estrategias de negocios en un mundo interconectado por la dimensión electrónica</b>	
<b>Coordinadora de mesa: Dra. Martha Corrales Estrada</b>	
Instrumentación de una metodología de eficiencia en la comunicación organizacional aplicada a dos organizaciones distintas	72
<i>Dra. María de la Luz Casas Pérez - Campus Cuernavaca</i>	
Strategy, distinctive competences and business performance: A field research in industrial San Luis Potosi, Mexico	85
<i>Dr. Daniel Maranto Vargas - Campus Monterrey</i>	
The internationalization of the firm	86
<i>Ing. Jorge Wise Lozano - Campus Monterrey</i>	
Risk management, real options, and corporate social performance	87
<i>Dr. Bryan Husted Corregan - Campus Monterrey</i>	
Estrategias que siguen las micro y pequeñas empresas de la industria del vestido en el Distrito Federal	88
<i>Dra. Niria Goñi Avila, Dr. Edmundo González Zavaleta - Campus Estado de México</i>	
Análisis de las PYMES desde una perspectiva de <i>management</i>	103
<i>Mtro. Oscar Beltrán Ronderos, Dr. Jerry Haar, Dra. Catherine Marie Jeanne Leroy - Campus Ciudad de México</i>	
Los agronegocios y red de valor en México. Un estudio exploratorio en dos regiones agrícolas para determinar los factores relevantes en la relación	114
<i>Dr. Ernesto Lozano Martínez - Campus Monterrey</i>	
Coordinación de inventarios en una cadena de abastecimiento a través de épocas comunes de resurtido bajo demanda conocida variable	125

*Dr. Juan Gaytán Iniestra, Lic. Braulio Pliego - Campus Toluca*

Asignación de transporte terrestre a través de un método de evaluación de atributos de servicio al cliente **135**

*Dr. Oscar Garza Garza - Campus Monterrey*

La integración de EDI en empresas mexicanas y su impacto sobre el desempeño en logística **144**

*Dr. Pilar Ester Arroyo López, Mtro. Froylan Franco Herrera - Campus Toluca*

Online consulting for the development of a learning organization **154**

*Dr. José I. Icaza Acereto - Campus Monterrey*

Aplicaciones y servicios electrónicos en el proceso de negocio del *broker* de negocios virtuales **162**

*Ing. Ricardo Mejía Gutiérrez, Dr. Arturo Molina Gutiérrez - Campus Monterrey*

Modelo de planeación estratégica de "*E-business*" y "*E-services*" **172**

*Mtra. Eunice García Azamar, Dr. Arturo Molina Gutiérrez - Campus Monterrey*

Modelo para el desarrollo de competencias clave en *clusters* virtuales industriales **183**

*Mtra. Nathalíe Galeano Sánchez, Dr. Arturo Molina Gutiérrez - Campus Monterrey*

## **Mercados de renta variable y de renta fija en América Latina Coordinadora de mesa: Dra. Olivia Villalba Moreno**

Cointegración de mercados accionarios y tipo de cambio en TLC, Latinoamérica y países desarrollados **194**

*Dr. Humberto Valencia Herrera - Campus Ciudad de México*

Un estudio de causalidad de los rendimientos de las bolsas de valores de países emergentes y sus variables macroeconómicas: El caso de México y Chile **195**

*Dra. Norma Alicia Hernández Perales, Lic. Francisco Lozano González - Campus Monterrey*

Eficiencia colectiva e individual: El caso de los ADRs mexicanos **205**

*Dr. José Humberto Guevara Balderas - Campus Monterrey*

Testing tax loss selling hypothesis: Evidence from the Mexican stock and the DR markets	215
<i>Dr. José Humberto Guevara Balderas - Campus Monterrey</i>	
Las sociedades de inversión de renta variable en México y su relación con los mercados de capitales	225
<i>Dr. Oscar González Salgado - Campus Cuernavaca</i>	
La relevancia del valor de las variables contables en el precio de las acciones de la BMV	234
<i>Mtra. Rocío Durán Vázquez - Campus Ciudad de México</i>	
Cobertura de flujos financieros con instrumentos en renta fija	235
<i>Dr. Francisco Venegas Martínez - Campus Ciudad de México</i>	
Un análisis de las principales variables que afectan la tasa de reemplazo en el SAR	236
<i>Mtra. Piedad Fernández Pérez - Campus Ciudad de México</i>	
Modelación y optimización del sistema de crédito al consumidor en la industria financiera con el minero de datos	237
<i>Dr. Viterbo H. Berberena González - Campus Estado de México</i>	
<b>Eficiencia, riesgo e instrumentos derivados</b>	
<b>Coordinador de mesa: Dr. Luis Alejandro Lagunes Toledo</b>	
Macroeconomic performance index for Mexico	250
<i>Mtro. Luis Salvador Mondragón Sotelo - Campus Ciudad de México</i>	
On the predictability of the Mexican Stock Exchange	251
<i>Dr. Alejandro Octavio Aguilera Villasana - Campus Ciudad de México</i>	
An introduction to the risk management in banking institutions and an overview of the Mexican regulation	261
<i>Lic. Jesús Bravo Prieto, Dr. José Antonio Núñez Mora - Campus Ciudad de México</i>	
Test for long-range dependence for the Mexican stock market	262
<i>Dra. Nadezhda de la Luz Blanco - Campus Ciudad de México</i>	
Duration analysis in the Mexican bonds market	263

*Dra. Juana Benítez Sotelo - Campus Ciudad de México*

Day of the week and month of the year anomalies in the Mexican stock market **264**

*Dra. Alejandra Cabello Rosales, Dr. Edgar Ortiz Calisto - Campus Ciudad de México*

El filtro de Kalman en la metodología de estudios de eventos **265**  
*Dr. Gerardo Dubcovsky Rabinovich - Campus Ciudad de México*

Maximización de utilidad y valuación de contratos *forward*, futuros, bonos y opciones **266**  
*Mtro. Roberto Ballinez Ambriz, Dr. Francisco Venegas Martínez - Campus Ciudad de México*

Valor en riesgo no lineal: Una aplicación a un portafolio de derivados **267**  
*Mtro. Elías Ramírez Ramírez - Campus Ciudad de México*

Merger policy in an international setting **268**  
Dr. Marcos Santiago Avalos Bracho, Dr. José Carlos Ramírez Sánchez - Campus Ciudad de México

## **Aplicaciones cuantitativas en las finanzas**

### **Coordinador de mesa: Dr. Nicolás Gutiérrez Garza**

El modelo determinista de Vasicek: Una aplicación en el modelo de acarreo de contratos de futuros sobre insumos agrícolas **270**  
*Mtro. Igor Rivera González - Campus Ciudad de México*

Solución a la ecuación Black-Scholes mediante la función de Green **271**  
*Dr. Fernando Cruz Aranda - Campus Ciudad de México*

Un tratamiento natural para los modelos de tasas multivariantes **272**  
*Dr. Andre Fundia Aizenstat - Campus Ciudad de México*

Los determinantes de la estructura de capitales de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores **273**  
*Dr. Noel Nava Peralta - Campus Ciudad de México*

Derivados climáticos: Alternativa para la dispersión de los riesgos catastróficos en México **274**

*Dr. Luis Manuel González Salceda - Campus Ciudad de México*

Usos y limitaciones de los procesos estocásticos aplicados a finanzas **275**  
*Dr. José Carlos Ramírez Sánchez - Campus Ciudad de México*

Aplicación de la metodología de opciones reales a un proyecto de flexibilidad  
tecnológica **276**  
*C.P. Eloy Aguilar, Lic. Alexandra Rodríguez, Dr. Roberto Santillán Salgado -  
Campus Monterrey*

Los sistemas de costos en las pequeñas y medianas empresas manufactureras ubicadas  
en el Distrito Federal **286**  
*Mtra. Blanca Tapia Sánchez - Campus Ciudad de México*



# Área: Ciencias Exactas y Naturales

## Coordinador de área: Mtro. Ricardo Ojeda De la Cruz

### Ciencias exactas: Matemáticas y ecuaciones en derivadas parciales

#### Coordinador de mesa: Mtro. Alberto Villarreal

La solución de ecuaciones diferenciales usando métodos espectrales 288

*Dr. José Rafael Pacheco Vega, Dr. Arturo Javier Pacheco Vega, Dr. J. Asunción Zárata García - Campus Monterrey*

Aplicaciones de la programación matemática al análisis de conglomerados 287

*Mtra. Irma López Saura, Dr. Piotr M. Wisniewski - Campus Ciudad de México*

On the cauchy problem for higher order parabolic equations 298

*Dr. Martín López Morales - Campus Ciudad de México*

Estudio sobre algunas de las ideas matemáticas que tienen los estudiantes respecto a la variación 309

*Mtra. Ma. Beatriz Gómez Talancón - Campus Cuernavaca*

Aplicación del álgebra a la teoría de inventarios 320

*Mtro. Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón - Campus Monterrey*

La enseñanza de la matemática basada en las técnicas del aprendizaje significativo y grupos colaborativos 326

*Mtra. María González Cerezo - Campus Cuernavaca*

El PBL como medio para reforzar el conocimiento 329

*Dr. Raúl Pérez Marcial, Ing. Evelin Salgado Mejía - Campus Toluca*

### Ciencias naturales: Física, climatología y óptica

#### Coordinador de mesa: Dr. Alfonso Serrano Heredia

An alternative method to study the stability of laser resonators 331

*Dr. Julio César Gutiérrez Vega - Campus Monterrey*

Simulaciones computacionales de dispositivos de pozo cuántico para aplicaciones Optoelectrónicas 338

*Dr. Hugo Raúl Alarcón Opazo, Ing. Eden Valentín Figueroa Barragán - Campus Monterrey*

Estudio teórico y experimental de la propagación de fluidos viscosos a través de materiales porosos 348

*Dr. Alexander Balankin , Dr. Armando Bravo Ortega, Mtro. Oscar Armando Gómez Vargas - Campus Estado de México*

Understanding Faraday 358

*Ing. Rodolfo Erick Briones Recio, Ing. Eden Valentín Figueroa Barragán, Mtro. Quetzal García García - Campus Monterrey*

Variabilidad de las precipitaciones pluviales en la región de Monterrey 366

*Mtra. María del Pilar Noriega Crespo - Campus Monterrey*

Exploring analogies between RLC circuits and damped harmonic motion 370

*Ing. Rodolfo Erick Briones Recio, Ing. Eden Valentín Figueroa Barragán, Mtro. Quetzal García García - Campus Monterrey*

## **Ciencias naturales: Biología, ciencias marinas y química** **Coordinador de mesa: Mtro. Ricardo Ojeda De la Cruz**

Serie de tiempo planctónica en la Bahía de Bacochibampo: Los Quetognatos 376

*Dr. Fernando Manrique Colchado, Mtro. Raúl Molina Ocampo - Campus Monterrey*

Overlap in the type and size of the prey that compose the diet of the Pacific sardine *Sardinops caeruleus* (Girard, 1856), thread herring *Opisthonema libertate* (Gunther, 1867) and northern anchovy *Engraulis mordax* (Girard, 1856) in the Gulf of California 387

*Dr. Fernando Manrique Colchado, Mtro. Raúl Molina Ocampo - Campus Monterrey*

Uso de poli(tereftalato de etileno), PET, en la obtención de resinas alquidálicas 396

*Dr. Jaime Bonilla Ríos, grado Emmanuel Corona Serna, grado Miguel Ángel Estrada Hernández, Ing. Iván Martínez Edgar, Mtro. Jesús A. Valencia Gallegos - Campus Monterrey*

Optimización de las propiedades de un compuesto polimérico 401

*grado Ricardo Chávez Medellín, grado Sigifredo Sánchez, grado Karla Serrano González, Mtro. Jesús A. Valencia Gallegos - Campus Monterrey*

**La anacahuita, *cordia boissieri* d.c. como fitoindicadora y fitoremediadora de la contaminación atmosférica por metales pesados en la zona poniente del área metropolitana de Monterrey** **410**

*Dra. Graciela García Díaz, Biól. Raúl Antonio Garza Cuevas, Dr. Jorge Luis Hernández Piñero, Biól. Ada Marcela Ita Garay, Dr. Alberto Mendoza Domínguez, Dra. Ma. Adriana Núñez González - Campus Monterrey*

**Utilización de líquenes como bioindicadores de la contaminación atmosférica en el poniente del área metropolitana de Monterrey** **420**

*Dr. Porfirio Caballero Mata, Lic. Giovanna Janeth Cantú Sucly, Biól. Raúl Antonio Garza Cuevas, Biól. Marisol Sosa Padilla, Dr. Víctor Vargas López - Campus Monterrey*

**Transformación genética de células de *citrus* por medio de pinzas y cuchillas laser** **430**

*Dra. Rosamaría López Franco - Campus Monterrey*

**La trehalosa como crioprotector en almacenamiento de cepas de levaduras** **431**

*Mtro. Edgar Oswaldo Calderón Arce, Ing. Luis Damas Benavides, Dra. Rosamaría López Franco, Ing. Antolín Sierra - Campus Monterrey*

**Área: Ciencias Sociales**  
**Coordinador de área: Dr. Freddy Ramón Maríñez**  
**Navarro**

**Política y relaciones internacionales**  
**Coordinador de mesa: Dr. Freddy Ramón Maríñez Navarro**

El restablecimiento de las relaciones hispano-mexicanas en 1977: Un balance de los primeros encuentros oficiales **433**

*Dr. Carlos Sola Ayape - Campus Ciudad de México*

Toma de decisiones en política exterior de México: El caso de la certificación (1994-2000) **443**

*Dra. Susana Chacón Domínguez - Campus Ciudad de México*

Comunicación y operaciones políticas en México hoy: Entre lo obsoleto y lo actual **445**

*Mtro. Juan Wolfgang Cruz Rivero - Campus Estado de México*

In the shadow of the United States: Regime transitions and regional order in the Latin Caribbean **446**

*Dr. Giancarlo Soler Torrijos - Campus Estado de México*

El estado de la corrupción gobierno-empresas en México **447**

*Dra. Alda Roxana Cárdenas Esparza, Dr. José Carlos Lozano Rendón, Ing. Alfredo Molina Ortiz, Dr. René Zenteno Quintero - Campus Monterrey, Campus Guadalajara*

La teoría de los cuerpos intermedios en la derecha tradicionalista **448**

*Dr. José Luis Espíndola Castro - Campus Cuernavaca*

Los conflictos del siglo XXI: Mitos y ritos, realidades y verdades **449**

*Dra. Mónica González Jiménez - Campus Ciudad de México*

Etnicidad y Estado-Nación en la Argentina contemporánea sobre los vascos de la ciudad de Buenos Aires **450**

*Dr. Ignacio Irazuzta P. - Campus Monterrey*

Coaliciones de gobierno y producción legislativa en Argentina y Uruguay entre 1983-2000 **451**

*Dr. José Ruiz Valerio - Campus Monterrey*

El método prospectivo mactor aplicado a la ruptura del proceso de paz colombiano **476**  
*Lic. Oscar Flores Cano, Lic. Jessica Lanza Butrón, Lic. Zitlaly Patrón Ramírez -  
Campus Monterrey*

La entrada de la República Popular China a la OMC: Un análisis desde la perspectiva de  
las reformas chinas **487**  
*Mtro. Armando Renato Balderrama Santander - Campus Monterrey*

Medios de comunicación y política exterior **498**  
*Dr. Miguel Ángel Valverde Loya - Campus Ciudad de México*

Migraciones y seguridad societal en el área mediterránea **499**  
*Mtra. Orietta Perni - Campus Monterrey*

Del TLCAN al Mercosur. Integración y diversidad en América Latina **500**  
*Dr. Víctor López Villafañe - Campus Monterrey*

## **Medios e identidad**

### **Coordinador de mesa: Lic. Enrique Tamés Muñoz**

Globalization of Latin American cultural industries: Telenovelas in transnational times. **502**  
*Dr. Omar Hernández Sotillo - Campus Monterrey*

Análisis biográfico de líderes políticos **503**  
*Dr. Oscar Ochoa González - Campus Monterrey*

El papel de las noticias televisivas en la socialización política de los niños **513**  
*Lic. Gabriela López Gómez - Campus Monterrey*

Música popular e identidad juvenil **514**  
*Dra. Gabriela de Lourdes Pedroza Villarreal - Campus Monterrey*

Discurso cinematográfico y discurso literario como inscripciones de la memoria **523**  
*Dra. Maricruz Castro Ricalde - Campus Toluca*

Feminismo y teoría cinematográfica 524  
*Dra. Maricruz Castro Ricalde - Campus Toluca*

Violencia y género: El cine mexicano de la década de los ochenta 525  
*Dra. Maricruz Castro Ricalde - Campus Toluca*

## **Semiótica de la cultura**

### **Coordinadora de mesa: Dra. Kande Mutsaku Kamilanba**

La cultura laboral y la cultura del tiempo libre 527  
*Dr. Guillermo José Mañón Garibay - Campus Ciudad de México*

Diversas actitudes del mexicano ante la muerte 551  
*Dra. Carmen Araceli Colin Cabrera - Campus Querétaro*

Razonamiento moral y análisis ético 559  
*Dr. Alberto Hernández Baqueiro - Campus Ciudad de México*

La cultura de la carne asada: Rituales culinarios festivos y cotidianos en "el habla de Monterrey" 565  
*Mtra. Alicia Verónica Sánchez Martínez - Campus Monterrey*

Videovigilancia en la sociedad panóptica contemporánea 575  
*Dr. Jacob Bañuelos Capistrán - Campus Ciudad de México*

Apelar a la razón: Una propuesta epistemológica pluralista para un contexto multicultural 585  
*Lic. Gonzalo Lapuente Sastre - Campus Ciudad de México*

La identidad desde lejos: Análisis semiótico del proceso de reconstrucción de la memoria en los migrantes ecuatorianos 595  
*Mtra. Paola Ricaurte Quijano - Campus Ciudad de México*

La herbolaria mágica de Sor Juana Inés de la Cruz 596  
*Mtro. Armín Gómez Barrios - Campus Ciudad de México*

La regla de Osha: Identidad y memoria colectiva 606  
*Mtra. Ana Cristina Braga Morfi - Campus Ciudad de México*

The Roadway Metamorphosis 614

*Mtro. Jorge Díaz Tejada - Campus Estado de México*

# Área: Desarrollo Regional y Economía

## Coordinador de área: Dr. Jorge Ibarra Salazar

### Desarrollo regional

Coordinador de mesa: Dr. Ismael Aguilar Barajas

- Modelo de desarrollo regional sustentable** **616**  
*Lic. César Burciaga Loya, Lic. Dominique Derijckere Lonque, Ing. Karla Hernández Ochoa, Ing. Gabriela Luna Campos, Mtro. Javier Manzanera Quintana, Lic. Rodolfo Serna Reynoso, Ing. Elías Solís Rivera, Lic. Alma Uribe Bujanda - Campus Chihuahua*
- Integradora clusters and the global economy** **626**  
*Dr. Edgar Aragón Mladovich - Campus Ciudad de México*
- Impacto de las políticas públicas en la disminución de las desigualdades socioeconómicas en México** **627**  
*Dra. Olga López Ríos - Campus Ciudad de México*
- Ubicación de la marginación en el área metropolitana de Monterrey** **628**  
*Lic. Verónica Jazmín Montes Avilés, Lic. Eric Ortega Cruz - Campus Monterrey*
- Contribución de las fuentes de ingreso en la desigualdad en Mexico 1992 - 2000.** **641**  
*Dr. Miguel Lechuga Anaya, Dra. Olga López Ríos, Lic. Gabriel Vargas Vilchis - Campus Ciudad de México*
- Diferencias regionales y dependencia financiera: El caso de los estados fronterizos mexicanos** **642**  
*Dr. Jorge Ibarra Salazar - Campus Monterrey*
- El índice de la calidad física de la vida en el estado de México** **655**  
*Mtro. Eduardo Carbajal Huerta, Mtra. Ma. Mercedes Muñoz Sánchez - Campus Estado de México*
- Tlalnepantla: Modelo de intervención en apoyo de empresas campesinas.** **665**  
*Mtro. José Manuel Acosta Cazares, Mtro. Ulises Arcos Castrejón, Lic. Álvaro Urreta Fernández - Campus Cuernavaca*



## **Problemáticas sectoriales**

**Coordinadora de mesa: Lic. Marcia Estela Campos Serna**

- La agricultura mexicana y el TLCAN: Un análisis de su impacto por producto **691**  
*Lic. Luis Guillermo Colín Villavicencio - Campus Monterrey*
- El mercado inmobiliario comercial en el área metropolitana de Monterrey **701**  
*Mtra. Alicia Guajardo Alatorre - Campus Monterrey*
- Análisis del sector eléctrico en México a la luz de los cambios internacionales de mercado y regulación **712**  
*Dr. Alejandro Ibarra Yúnez - Campus Monterrey*
- Financial innovations and demand for money: Mexico, 1982-1995 **723**  
*Dr. André Varela Mollick - Campus Monterrey*
- Mercado de la vivienda en el área metropolitana de Monterrey **733**  
*Mtra. María del Pilar Noriega Crespo - Campus Monterrey*
- Análisis del consultor certificado por competencias laborales. **734**  
*Dr. Hugo Javier Fuentes Castro - Campus Ciudad de México*
- Remittances and microenterprises in Mexico **745**  
*Dr. René Zenteno Quintero - Campus Monterrey*
- La aplicación de los datos de códigos de barra en las políticas de precios: Más allá de la participación de mercados y los inventarios **746**  
*Dra. Irma Adriana Gómez Cavazos, Dr. Nicolás Gutiérrez Garza, Dr. Gerardo Lozano, Ing. Valerio Zivek Zivek . - Campus Monterrey*

# Área: Educación

## Coordinador de área: Dr. Antonio Millán Arellano

### Procesos de enseñanza frente al siglo XXI

#### Coordinadora de mesa: Mtra. Alma Elena Gutiérrez Leyton

Análisis del desempeño académico de los alumnos que acreditan el taller integral para la superación de nuevo ingreso **757**

*Mtra. Lilia Patricia González Lima - Campus Estado de México*

Familias del mundo: Tecnología educativa para el desarrollo integral de los menos favorecidos **762**

*Mtra. Madya Inés Ayala Molina, Mtra. Martha Kutugata Estrada - Campus Monterrey, Campus Eugenio Garza Lagüera*

El nivel ortográfico y el léxico disponible de los egresados de las carreras de profesional del ITESM Campus Sinaloa, semestre agosto-diciembre de 2001 **772**

*Mtra. Ana Isabel Meraz Espinoza, Lic. Leonila del Carmen Sánchez Esquerra - Campus Sinaloa*

Telesecundaria y secundaria general en el sur de Nuevo León: Factores de la oferta y la demanda educativas correlacionados con el desempeño académico en cuatro escuelas **782**

*Mtra. María Guadalupe Villarreal Guevara - Campus Monterrey*

Enfoque de competencias en la gestión de recursos humanos: Caso México **794**

*Dra. María Angelina Arriola Miranda, Mtra. María del Carmen Romero Sánchez - Campus Ciudad de México*

Educación en y para los derechos humanos. El decenio de las Naciones Unidas (1995-2004) y los desafíos para la universidad **802**

*Dr. Marco Odello - Campus Ciudad de México*

El Internet en cursos de educación continua: Experiencia de la universidad virtual **812**

*Mtra. Elsa Beatriz Palacios Corral - Universidad Virtual*

Instructor interactions in distance education environments **824**

*Dr. Fernando Jorge Mortera Gutiérrez - Campus Ciudad de México*

Los grupos virtuales como espacios de aprendizaje. GLORI (Global Logistics Research Initiative) como un ejemplo de aplicación. **825**

*Mtra. Fabiola Erazo Ordaz, Dr. Ricardo Thierry Aguilera - Campus Ciudad de México*

Retos de la educación. Hacia una cultura de innovación educativa **826**

*Mtra. Alejandra Elizabeth Urbiola Solís - Campus Querétaro*

## **Tópicos actuales en educación**

**Coordinador de mesa: Dr. Antonio Millán Arellano**

"Día de la comunidad Tec": Una experiencia del aprendizaje colaborativo llevada al ámbito institucional **839**

*Dra. María de la Luz Casas Pérez, Mtro. Crisanto Castillo Castillo, Mtra. Rocío Cerecero López, Mtra. María González Cerezo, Dr. Víctor Hugo Zárate Silva - Campus Cuernavaca*

El pensamiento reflexivo de un profesor en el diseño de un curso a distancia **849**

*Dra. Teresa Almaguer Salazar - Universidad Virtual*

Tecnologías de la información y comunicaciones para el trabajo y aprendizaje colaborativo (*tic-tac*). **859**

*Dr. Alfonso Parra Rodríguez, Ing. Rodrigo Regalado García - Campus Ciudad de México*

Validez y confiabilidad de la encuesta de opinión realizada a los alumnos para evaluar y retroalimentar el desempeño de los profesores del ITESM **870**

*Dr. Christian Garrigoux, Lic. José Enrique Montemayor Gallegos - Campus Monterrey*

Innovación educativa en el curriculum de matemáticas para ingeniería **882**

*Dr. Ricardo Pulido Ríos, Lic. Patricia Salinas Martínez - Campus Monterrey*

What is the relationship between a can of soda, a contaminated river; and an air conditioning system? PBL in thermodynamics. **889**

*Dr. Mario Moisés Alvarez - Campus Monterrey*

Assisting students with POL using XML and P2P **890**

*Dr. Enrique Espinosa Carrillo, Mtra. Julieta Noguez Monroy - Campus Ciudad de México*

Low cost educational technology based on open system reference architecture for engineering courses **891**

*Mtro. Miguel de Jesús Ramírez Cadena - Campus Monterrey*

Impacto de un software educativo en los procesos autorregulatorios de estudiantes universitarios **897**

*Dra. María Angelina Arriola Miranda, Mtra. María del Carmen Romero Sánchez - Campus Ciudad de México*

Entendimiento de la noción de variable algebraica por estudiantes universitarios **905**

*Dra. Angeles Domínguez Cuenca - Campus Monterrey*

# Área: Humanidades

## Coordinador de área: Mtra. Blanca López Mariscal

### Perspectiva nacional e internacional de la educación y la economía en las organizaciones

Coordinadora de mesa: Mtra. Yolanda Pérez Rodríguez

- La sociedad mexicana 907  
*Mtro. Alfonso Rodríguez Coss - Campus Querétaro*
- La economía en la transición democrática: El caso de España 937  
*Lic. Juan Manuel Martínez de la Calle - Campus Ciudad de México*
- La utilización de medios alternos en la solución de controversias comerciales privadas nacionales e internacionales 943  
*Lic. Luis Guillermo Colín Villavicencio - Campus Monterrey*
- El idioma español en el contexto internacional 944  
*Mtro. Neftalí Lázaro Carvallo - Campus Monterrey*
- Habilidades de lectura en estudiantes de bachillerato: Diagnóstico, aplicación y resultados 945  
*Mtro. Gerardo Salvador González Lara - Campus Monterrey*
- La consideración en la enseñanza del inglés escrito para construir y asumir identidades sociales en la producción escrita de alumnos avanzados. 953  
*Dr. David Camps Melgar - Campus Ciudad de México*
- Sentido de comunidad en organizaciones mexicanas: Estudio de percepciones en empleados 954  
*Mtro. Héctor René Díaz Sáenz, Dra. Patricia Witherspoon - Campus Monterrey*
- Comportamiento gerencial en escenarios ascendentes y descendentes de industria farmacéutica mexicana 955  
*Dr. Guillermo Carrasco Acevedo - Campus Ciudad de México*
- Marco legal de la pequeña y mediana empresa en Latinoamérica: Hacia una nueva formulación jurídica 964  
*Mtro. José Heriberto García Peña - Campus Ciudad de México*

Social construction of knowledge in hypernews forums <i>Dra. Celia Ann Durboraw Linden - Campus Monterrey</i>	<b>967</b>
Hacia dónde va la educación <i>Lic. Gabriela Bourgé Ruíz, Lic. Lourdes Epstein Cal y Mayor - Campus Ciudad de México</i>	<b>1012</b>
Teaching pragmatics with a computerized action maze <i>Lic. Rafael Andrés Ayala Rodríguez, Dr. David Miguel Camps Melgar, Mtra. Annie Désaulniers Lavergne, Dr. Thomas Lee Salsbury Kirkpatrick - Campus Ciudad de México</i>	<b>1022</b>
<b>Arte, religión, comercio e identidad nacional en la historia de México y España</b> <b>Coordinadora de mesa: Dra. Claudia Reyes Trigos</b>	
Relatos y relaciones de viaje al Nuevo Mundo en el siglo XVI: El espacio de la recepción <i>Mtra. Blanca López de Mariscal - Campus Monterrey</i>	<b>1024</b>
Armonía de voluntades. Potestades eclesiástica y secular y sistema judicial en la Nueva España del siglo XVII, a propósito de San Miguel El Grande. <i>Dr. Jorge Eugenio Traslosheros Hernández - Campus Ciudad de México</i>	<b>1031</b>
De la convivencia al fracaso de la conversión. Aspectos de la Iglesia Católica que promovieron el racismo antijudío en España. <i>Mtro. Francisco Illescas Nájera - Campus Ciudad de México</i>	<b>1032</b>
Fragmentación espacial y social en la pintura novohispana del siglo XVII <i>Dra. Dina Comisarenco Mirkin - Campus Ciudad de México</i>	<b>1040</b>
El cabildo y el control del comercio urbano de Valladolid de Michoacán, 1765-1800 <i>Dr. Jorge Silva Riquer - Campus Ciudad de México</i>	<b>1048</b>
La búsqueda de una identidad nacional. Arquitectura en México, 1920-1950 <i>Lic. Ana María Souto Galván - Campus Ciudad de México</i>	<b>1050</b>
La presencia judía en Monterrey en el siglo XX	<b>1059</b>

*Mtra. Ana Portnoy Grumberg - Campus Eugenio Garza Sada*

## **De filosofía y política en literatura. El humor, la ironía y la incertidumbre en la obra literaria**

**Coordinador de mesa: Dr. Roberto Domínguez Cáceres**

- El diosero* de Francisco Rojas González: Obra literaria indigenista de corte antropológico **1061**  
*Mtra. María Eugenia González Ricaño - Campus Ciudad de México*
- La recepción del existencialismo camusiano en el teatro de Carlos Solórzano **1070**  
*Mtro. David García Pérez - Campus Ciudad de México*
- Lacan y la fase del espejo en *El vuelo de la reina* de Tomás Eloy Martínez **1081**  
*Dra. Idalia Villanueva Benavides - Campus Monterrey*
- Los sistemas políticos latinoamericanos en la mirada de su literatura **1091**  
*Mtra. Nora Guzmán Sepúlveda - Campus Monterrey*
- Análisis del discurso y condiciones de producción de una novela polifónica **1093**  
*Dr. Eduardo Enrique Parrilla Sotomayor - Campus Monterrey*
- El humor en una obra de Sabina Berman: *Entre Villa y una mujer desnuda* **1094**  
*Mtra. Adriana María Hernández Sandoval - Campus Ciudad de México*
- Ironía y literatura en Monterroso **1108**  
*Mtra. Luz María Lepe Lira - Campus Querétaro*
- La incertidumbre de ser madre en *Lola* de Beatriz y María Novaro **1114**  
*Dra. Maricruz Castro Ricalde - Campus Toluca*
- Mito, historia y humor: *Entre Pancho Villa y una mujer desnuda* de Sabina Berman **1115**  
*Dra. Maricruz Castro Ricalde - Campus Toluca*

# Área: Ingeniería

## Coordinador de área: Dr. José Arturo Ortiz Peralta

### Temas varios en ingeniería industrial, sistemas y manufactura

#### Coordinadora de mesa: Dra. Ileana Castillo Arias

Percepciones acerca de cambio en cultura organizacional en las empresas del valle de Toluca **1117**

*Dr. Cuauhtémoc Olmedo Bustillo, Mtra. Karla Beatriz Valenzuela Ocaña - Campus Toluca*

Percepciones acerca de los sistemas de calidad en las empresas del valle de Toluca **1127**

*Mtra. Jaqueline Belén Espinoza Arizmendi, Dr. Cuauhtémoc Olmedo con grado académico - Campus Toluca*

Integrated environment to model and simulate the extended enterprise **1137**

*Mtra. Veruzcka Yuritzí Medina Aguilar, Dr. Arturo Molina Gutiérrez - Campus Monterrey*

Estimación de la disponibilidad mediante Bootstrap **1138**

*Mtra. Tania Guadalupe Ramírez, Dr. José Guadalupe Ríos Alejandro - Campus Monterrey*

Evolución de la teoría de inventarios desde 1912 hasta el 2002 **1147**

*Mtro. Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón, grado Rosalinda Martínez Garza - Campus Monterrey*

Single knapsack problem with multiple resources: Valid inequalities and facets. **1157**

*Dr. Salvador García Lumbreras, Dr. Alberto García Díaz, Dr. Víctor Segura Flores - Campus Monterrey*

Modelos y heurísticas para programación de la producción en tecnologías de montaje sobre superficies **1158**

*Dr. José Luis González Velarde, Ing. Adrián Ramírez Nafarrate - Campus Monterrey*

Desarrollo de un ambiente colaborativo de ingeniería para el desarrollo integrado de productos utilizando Internet 2 (global e-engineering) **1169**



*Ing. Joaquín Aca , Mtra. Nathalíe Galeano Sánchez, Mtra. Eunice García , Ing. Ricardo Mejía , Dr. Arturo Molina Gutiérrez - Campus Monterrey*

**Algoritmo para el diseño óptimo de carros de vulcanizado utilizando programación lineal con infinito número de variables** **1179**

*Mtro. Héctor López González, Dr. Federico Trigos Salazar - Campus Toluca*

**Teoría, modelaje y aplicaciones del proceso de rociado de plasmas térmicos para recubrimientos de protección** **1180**

*Dr. Armando Bravo Ortega, Ing. Nayeli Yohabet Caballero Cárdenas, Ing. Omar Lengerke Pérez, Mtro. Víctor Manuel Romero Medina, Ing. Rafael Tejeida Volantin - Campus Estado de México*

**Envejecimiento de materiales compuestos de una aleación Al-Mg-Si-Cu reforzados con partículas de nitruro** **1190**

*Dr. Vicente Amigó Borrás, Dr. José Luis Ortiz Rosales, Dra. Mazrúa Dolores Salvador Moya - Campus Querétaro*

**Modelling the evolution of nitride layers under microwave postdischarge nitriding** **1200**

*Dr. Iván Enrique Campos Silva, Mtro. Ulises Figueroa Lopez, Ing. José Antonio García Macedo, Dr. Joaquín Oseguera Peña - Campus Ciudad de México, Campus Estado de México*

**Nitride nucleation and growth during plasma and postdischarge nitriding** **1201**

*Mtro. José Luis Bernal Ponce, Mtro. Ulises Figueroa López, Dr. Joaquín Oseguera Peña, Dra. Olimpia Salas Martínez - Campus Toluca, Campus Estado de México*

**Production of AlN on aluminum substrates** **XXX**

*Mtro. Ulises Figueroa López, Dr. Joaquín Esteban Oseguera Peña, Ing. Salvador Rodríguez Celes, Dra. Olimpia Salas Martínez - Campus Estado de México*

**Síntesis y caracterización de un composito magnético con nanopartículas de  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  obtenidas in-situ dentro de una matriz polimérica** **1202**

*Dr. Jaime Bonilla Ríos, Ing. Roberto Chapa Rodríguez, Dr. Luis Alfonso García Cerda - Campus Monterrey*

**Effects of nanofiber treatments on the properties of vapor grown carbon fiber reinforced polymer composites** **1203**

*Dr. Enrique Barrera, Dr. Jaime Bonilla Ríos, Dra. Karen Lozano - Campus Monterrey*

## **Ecología y calidad ambiental**

### **Coordinadora de mesa: Mtra. Gabriela Cabral Velázquez**

Concentración atmosférica de polen en el área metropolitana de Monterrey. Relación con la precipitación pluvial y relevancia en enfermedades alérgicas **1205**

*Mtra. Amelia María Garza Barbosa, Dra. Rosamaría López Franco, Dr. Gerardo Mejía Velázquez, Dr. Gerardo Morales - Campus Santa Catarina, Campus Monterrey*

Aplicación de un modelo fotoquímico para estudiar la formación de ozono en el Valle del Cauca, Colombia **1210**

*Mtra. Rosa María Gómez Moreno, Dr. Gerardo Manuel Mejía Velázquez - Campus Monterrey*

Comparación de perfiles diarios de los precursores de ozono para Monterrey **1220**

*Ing. Nuria I. Arellano Briones, Dr. Jerónimo Martínez Martínez - Campus Monterrey*

Determinación del área de impacto de los olores generados por una planta de rendimiento **1221**

*Dr. Vicente Garza Ramírez, Mtro. Walter Murguía Leyva, Mtro. Erick Santos Rodríguez, Dr. Belzahet Treviño Arjona - Campus Monterrey*

Evaluación ambiental interdisciplinaria de la exazufre panamericana **1222**

*Dr. Martín H. Bremer Bremer, Dr. Porfirio Caballero Mata, Ing. Sandra Correa M., Mtra. Consuelo Hori Ochoa, Dr. Diego Fabián Lozano García, Ing. Mucio Rodríguez García - Campus Monterrey*

Economic and environmental wastewater hierarchy methodology. A "soft drink bottling case study" **1232**

*Dr. Enrique Cázares Rivera, Mtro. Carlos Pacheco Rodríguez, Dr. Belzahet Treviño Arjona - Campus Monterrey*

Visual simulation of hydraulic erosion **1233**

*Dr. Bedrich Benes , grado Rafael Forsbach - Campus Ciudad de México*

Efecto del cambio de uso de suelo en el escurrimiento en la subcuenca 24bf "Monterrey", aplicando un SIG **1234**

*Dr. Martín Bremer Bremer, Mtro. Hugo Guerra Cobián, Dr. Diego Fabián Lozano García, Mtra. María Eréndira Murillo Sánchez - Campus Monterrey*

Estudio bitemporal de la vegetación en una zona afectada por incendios en el municipio de Santiago, Nuevo León, México 1245

*Mtra. María del Consuelo Hori Ochoa, Dr. Diego Fabián Lozano García, Mtro. Cristóbal Daniel Rullán Silva - Campus Monterrey*

A stable modeling of large plants ecosystems 1255

*Dr. Bedrich Benes - Campus Ciudad de México*

Virtual climbing plants competing for space 1256

*Dr. Bedrich Benes , Ing. Erik Millán Uriel - Campus Ciudad de México, Campus Estado de México*

A real-time visual model of plants interacting with virtual environment 1257

*Dr. Bedrich Benes, Ing. Erik Millán Uriel, Ing. Guillermo Romero , Ing. Juan Miguel Soto - Campus Ciudad de México, Campus Estado de México*

Situación de los residuos industriales en Chihuahua 1258

*Dr. Aurelio Alvarez Zepeda, Mtra. Imelda Borunda Carrillo, Mtra. Consuelo Dueñas Wiarco - Campus Guadalajara, Campus Chihuahua*

Gestión de residuos sólidos municipales en localidades semiurbanas. Una alternativa para Sonora. 1268

*Mtra. Claudia Ma. Martínez Peralta - Campus Monterrey*

Sistema de protección de taludes en rellenos sanitarios a partir de llantas de desecho 1280

*Dr. Martín Bremer Bremer, Mtro. Israel Lewites Cornejo - Campus Monterrey*

## **Manufactura**

**Coordinador de mesa: Dr. Jorge Alejandro Manrique Frayre**

Performance of CrN/MoS<sub>2</sub>(Ti) coatings for stamping dies 1288

*Ing. Stacy Carrera , Dr. John J. Moore , Dra. Olimpia Salas Martínez, Dr. Eli Sutter, Dr. Asher Wolvertson - Campus Estado de México*

Tribological behavior of candidate coatings for al die casting dies 1289

*Dra. Olimpia Salas Martínez - Campus Estado de México*

Análisis computacional de la herramienta de perforación de tubos sin costura durante el proceso de manufactura 1290

*Dr. Jorge A. Cortés Ramírez, Dr. Francois McKenty , Dr. Guillermo Morales Espejel, Dr. Marcelo Regio, Dr. Anthony Skrypinski - Campus Monterrey*

**Mechanics probabilistic of self-affine cracks in fragil materials** **1291**

*Dr. Alexander Balankin , Dr. Armando Bravo Ortega, Dr. Iván Enrique Campos Silva, Ing. José Antonio García Macedo - Campus Ciudad de México, Campus Estado de México*

**On the elliptic balance method** **1292**

*Dr. Alex Elías Zúñiga - Campus Monterrey*

**Cycle time reduction in rough milling operations of titanium alloys** **1293**

*Dr. Ciro Angel Rodríguez González, Mtra. Amparo Treviño Contreras - Campus Monterrey*

**Análisis numérico y experimental del comportamiento no lineal de rotores** **1302**

*Dr. Julio Gómez Mancilla, Mtro. Luis Palacios Pineda, Mtro. Ignacio Ramírez Vargas - Campus Hidalgo*

**Impacto de la política de mantenimiento relacionada con moldes reduntantes en el costo unitario de partes de aluminio vaciado en molde semi-permanente** **1309**

*Dr. Ciro Angel Rodríguez González, Mtro. Jesús Villegas de la Vega - Campus Monterrey*

**Evaluación integral de manufacturabilidad y desempeño funcional en partes inyectadas de termoplástico** **1316**

*Dr. Ciro Angel Rodríguez González - Campus Monterrey*

**Theoretical limitation for parallelizing KDD based algorithms for data mining and proposal of an alternative approach** **1327**

*Dr. Carlos Rodríguez Lucatero - Campus Ciudad de México*

**Technology management modelling, A systems thinking perspective** **1328**

*Mtro. Guillermo Granados Ruiz - Campus Ciudad de México*

**La inteligencia tecnológica en las universidades: Instrumento de apoyo a la planeación estratégica de empresas nacionales** **1329**

*Lic. María Blanco Sarmiento Reyes, Ing. Alfonso Eddy Valdez, Dra. Marisela Rodríguez Salvador - Campus Monterrey*

**Integración de herramientas de soporte al diseño dentro del proceso de desarrollo de productos** **1330**

*Dr. Horacio Ahuett Garza, Mtra. Nayra Mendoza Enríquez - Campus Monterrey*

Concurrent engineering tools and information models: A strategy to improve a configuration process for new products **1341**

*Dr. Arturo Molina Gutiérrez - Campus Monterrey*

Uso de modelos lógicos para la descripción de mejores prácticas de manufactura **1351**

*Ing. Roberto Abraham Cruz Armendáriz, Ing. Nathalíe Galeano Sánchez, Dr. Arturo Molina Gutiérrez - Campus Monterrey*

## **Diseño y simulación de sistemas ingenieriles** **Coordinador de mesa: Dr. Alberto Hernández Luna**

Uso del project oriented learning en la materia de diseño de sistemas en el ITESM Campus Guadalajara **1361**

*Dr. Carlos Téllez Martínez - Campus Guadalajara*

Desarrollo de indicadores como base para un sistema de administración para el desarrollo sostenible. Caso de estudio: Taller mecánico automotriz **1371**

*Dr. Martín H. Bremer Bremer, Mtra. María Deyanira Martínez Villarreal - Campus Monterrey*

Performance optimization in wireless ad-hoc networks using behavior-based architecture **1381**

*Ing. Griselda Cervantes Casillas, Dr. Horacio Martínez Alfaro, Dr. César Vargas Rosales - Campus Monterrey*

Esquemas de predicción para redes ad-hoc **1389**

*Dr. Horacio Martínez Alfaro, Lic. Alejandra Rosado Ruiz - Campus Monterrey*

Contribuciones al código del simulador NS-2 **1395**

*Ing. Griselda Cervantes Casillas, Dr. Horacio Martínez Alfaro, Lic. Alejandra Rosado Ruiz, Dr. César Vargas Rosales - Campus Monterrey*

Another approach for portfolio selection using evolutionary programming for the Mexican Stock Exchange **1404**

*Dr. César Augusto Coutiño, Dr. José Torres Jiménez - Campus Ciudad de México, Campus Cuernavaca*

- Evaluating RCMA in CDMA networks in the integration of services using multiuser interference **1405**  
*Mtro. Rey Fredy González May, Dr. César Vargas Rosales - Campus Monterrey*
- Fractional factorial design of experiments for pem fuel cell performances improvement **1406**  
*Dr. Juan de Dios Calderón, Dr. Roberto Dante Lavista, Mtro. José Luis Escamilla Reyes, Ing. Vicente Madrigal , Dr. Rubén Rivera , Dr. Omar Solorza Fera, Dr. Thomas Theuss - Campus Ciudad de México*
- Aplicación de la metodología internacional de la AIPCR de medidas de texturas y resistencia al deslizamiento en la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, México **1407**  
*Ing. Oscar Aviles Sánchez, Ing. Alberto Adán Caballero Gómez, Dr. Carlos Fonseca Rodríguez - Campus Monterrey*
- Load balancing in parallel implementation of hydraulic erosion visual simulations **1418**  
*Dr. Bedrich Benes - Campus Ciudad de México*
- Flujo turbulento en evaporación subenfriada - experimentos y simulaciones **1419**  
*Dr. André Laporta , Dr. J. Asunción Zárate García - Campus Monterrey*
- Aplicación del Método de Puntos de Frontera a la solución del problema de elastoplasticidad en cuerpos isotrópicos bidimensionales **1420**  
*Dr. Sergei Kanaun Mironov, Mtro. Víctor Manuel Romero Medina - Campus Estado de México*
- Simulación numérica del flujo de aire en el enfriamiento de equipo electrónico **1430**  
*Ing. Juan Alfonso Campos Gómez, Dr. J. Asunción Zárate García - Campus Monterrey*
- Viernes 24 de enero de 2003 1180 Previniendo accidentes en los nuevos pavimentos de concreto en Monterrey **1440**  
*Ing. Pablo Garza Chapa, Dr. Jorge Gómez Domínguez - Campus Monterrey*
- Viernes 24 de enero de 2003 1034 Diseño y simulación de una transmisión de lavadora compacta de tipo oscilación **1447**  
*Ing. José Antonio Canto Esquivel, Dr. Noel León Rovira - Campus León, Campus Monterrey*

Viernes 24 de enero de 2003 3001 Diseño y construcción de un dispositivo electrónico motivacional para ayuda de la rehabilitación (DMR)

**1457**

*Dr. Paul Bach-y-Rita , Ing. Hiyoroku Campos Gushiken, Ing. Guillermo Mondragón Anaya, Mtro. Pedro Nájera García, Ing. César Olivera Escalona, Dr. Víctor Hugo Zárate Silva - Campus Cuernavaca*

**Área: Medicina y Biotecnología**  
**Coordinador de área: Dr. José Rafael Borbolla**  
**Escoboza**

**Avances en biotecnología y medicina clínica I**  
**Coordinadora de mesa: Dra. María Teresa Collados Larumbe**

Effect of cell wall degrading enzymes on starch recovery and steeping requirements of sorghum and maize **1459**

*Mtra. Martha Mezo Villanueva, Dr. Sergio Román Othón Serna Saldivar - Campus Monterrey*

Laminar mixing in eccentric stirred tank systems (application in bioreactor engineering) **1460**

*Ing. Paulo Arratia , Dr. Mario Moisés Alvarez, Dr. Fernando Muzzio - Campus Monterrey*

Modeling mixing in reactive biological processes under various degrees of segregation **1461**

*Dr. Mario Moisés Alvarez - Campus Monterrey*

Comparación de la producción de luteína y zeaxantina en *Fusarium moniliforme* Sheldon, crecido en diferentes medios de fermentación **1462**

*Dra. Rosamaría López Franco, Mtra. Martha Morgado Munguía, Lic. Marisol Sosa Padilla - Campus Monterrey*

Bioprocess intensification: A simplified strategy for c-phycoyanin production and release from *Spirulina maxima* **1472**

*Ing. Mayra Cisneros Rodríguez, Dr. Marco Rito Palomares - Campus Monterrey*

Estudio de la nutrición del hierro en lactantes mapuches del sur de Chile **1480**

*Lic. José Rafael Borbolla Escoboza - Campus Monterrey*

Defecografía dinámica: técnica empleada en el Hospital San José Tec de Monterrey **1488**

*Dr. Raúl Alfredo Alvarez Arrazola, Dr. Miguel Angel Carrillo Martínez, Dra. María Teresa Sánchez Ávila - Campus Monterrey*

Tratamiento quirúrgico de dismenorrea en pacientes con endometriosis **1495**



*Dr. Gerardo Iga Canavati, Dra. Rosa Martha Luna Rojas - Campus Monterrey*

**Diagnóstico radiológico en enfermedad por reflujo en pediatría** **1497**

*Dr. Everardo Fernández Rangel, Dr. César Antonio Marrufo García, Dr. Luis Alonso Morales Garza - Campus Monterrey*

**Factores predictivos de embarazo clínico en transferencia de embriones** **1498**

*Dr. Fernando Ayala Aguilera, Biól. Octavio Díaz Gutiérrez, Dr. Carlos Felix Arce, Dra. Elizabeth Fraustro Avila, Dr. Manuel Rolando García Martínez, Biól. Lillith Villarreal Pineda - Campus Monterrey*

## **Avances en biotecnología y medicina clínica II**

**Coordinadora de mesa: Ing. Martha Alejandra Morgado Munguía**

**Diferencias de presión intraocular entre dos abordajes distintos para facoemulsificación**

**1500**

*Lic. José Rafael Borbolla Escoboza, Lic. René Antonio Cervantes Castañeda, Dr. Alfredo Piñeyro Garza, Lic. Jesús Santiago Vidaurri Leal - Campus Monterrey*

**Eficacia terapéutica de la lodoxamida al 0.1% en pacientes con queratoconjuntivitis límbica superior de Theodore**

**1509**

*Dra. Yolanda Macías Rodríguez, Dr. Alejandro Rodríguez García - Campus Monterrey*

**Queratectomía fotorefractiva en astigmatismo miópico**

**1523**

*Dr. Héctor Morales Garza, Dr. Jorge Valdez García - Campus Monterrey*

**Índice de topografía corneal en pacientes con sospecha de queratocono**

**1529**

*Dra. Blanca Judith Morales Lozano, Dr. Jorge E. Valdez García - Campus Monterrey*

**Impacto en la corrección de estrabismo en niños con trastornos neuromotores estáticos**

**1535**

*Dr. Juan Homar Páez Garza, Dra. Carmen Piñeyro Garza - Campus Monterrey*

**Envases biopoliméricos de almidón y harina de sorgo activos en nisina ante *Lactobacillus delbrueckii* ATCC 11842**

**1542**

*Dra. Cecilia Rojas de Gante, Mtra. Alessandra Schausse Purin - Campus Monterrey*

**Relación entre defecto refractivo preoperatorio y los efectos secundarios postoperatorios en LASIK**

**1548**

*grado Gonzalo Bautista Carmona, grado Miguel García , grado Teresa García Romero, grado Cecilia Ramírez Assad, Dr. Jorge Valdez García, grado Adriana Valle García - Campus Monterrey*

**Endothelial changes in deep intra-stromal photorefractive ablation** **1552**  
*grado Mario Castillo Sang, Dr. Jorge Valdez García - Campus Monterrey*

**Estudio epidemilógico de agudeza visual en el Tec de Monterrey** **1559**  
*grado Filiberto Cedeño Laurent, grado Luis Garza Ramírez, grado Luis Jian Mo, Dr. Jorge Valdez García - Campus Monterrey*

**Comparación de dos cámaras de recolección en aféresis plaquetaria** **1564**  
*Dr. Rogelio Cázares Tamez, Dr. Abraham F. Hernández Sandoval, Quím. Luis Morales Ordóñez, Quím. Guillermo Romero Garza - Campus Monterrey*

**Análisis comparativo de mapas topográficos en queratectomía fotorrefractiva miópica** **1574**  
*Dr. Rodolfo Banda González, Dr. Jorge Valdez García - Campus Monterrey*

## **Investigación en medicina clínica**

**Coordinador de mesa: Dr. Federico Ramos Ruiz**

**Mutaciones de hipercoagulabilidad asociadas a preeclampsia: resultados preliminares** **1581**  
*Mtra. Dolores Baños, Dra. María Teresa Collados, Dr. José Antonio Dávila Rivas, Dr. Carlos Félix Arce, Dr. Manuel Rolando García, Dra. Claudia Hernández Escobar, Dra. Martha Luna Rojas, Dr. Rubén Mendiola, Dra. Adriana Paredes Ríos, Dr. Hugo Rangel Nava, Dr. Julio César Rojas Martínez, Dr. Enrique Saldívar - Campus Monterrey*

**Inducción de apoptosis y efecto en el número de células CD20+ mediante la utilización in vitro del anticuerpo monoclonal quimérico Rituximab, en células mononucleadas cosechadas por aféresis de sangre periférica, con fines de autotrasplante, en pacientes** **1586**  
*Lic. Enrique Báez De la Fuente, Lic. Severiano Baltazar, Lic. José Rafael Borbolla Escoboza, Dra. María Teresa Collados Larumbe, Dr. Christian Garrigoux , Lic. Roberto Hernández , Mtra. María Isabel León Castañón - Campus Monterrey*

**Hipertensión arterial en niños con leucemia linfoblástica aguda que reciben corticoesteroides; Frecuencia y factores de riesgo** **1592**

*Lic. José Rafael Borbolla Escoboza - Campus Monterrey*

“Estudio comparativo de eficacia de profilaxis ocular neonatal” **1602**

*Dra. Belinda del Carmen Carrión Chavarría, Ing. Sergio Uribe Gutiérrez - Campus Monterrey*

Optimización de la tabla de valoración MANTRELS para diagnóstico de apendicitis en niños mediante la aplicación de redes neuronales (perceptrón multi-etapas) **1609**

*Dra. Belinda del Carmen Carrión Chavarría, Ing. Sergio Uribe Gutiérrez, Dr. Salvador Villarreal González - Campus Monterrey*

Appendicitis and blunt abdominal trauma in a pediatric emergency setting: The appendicolith and the mystery **1618**

*Lic. Carlos Cuello García, Lic. Salvador A- Villareal González - Campus Monterrey*

Tomografía computada normal en niños con trauma craneal leve. ¿Es posible darlos de alta? **1625**

*Lic. Carlos Cuello Pérez, Lic. Jimena Fernández Sagahon - Campus Monterrey*

Evaluación prospectiva de los criterios de Ottawa en niños mexicanos en una unidad de emergencias pediátricas **1632**

*Lic. Carlos Alberto Cuello García, Lic. María Elena Medina, Lic. Aime Ruiz Flores - Campus Monterrey*

Phmetría esofágica en el paciente pediátrico: Experiencia en el HSJ-Tec de Monterrey **1642**

*Dr. Everardo Fernández Rangel, Dr. César Antonio Marrufo García, Dr. Luis Alonso Morales Garza - Campus Monterrey*

La endoscopía e histopatología en enfermedad por reflujo en el paciente pediátrico **1643**

*Dr. Everardo Fernández Rangel, Dr. César Antonio Marrufo García, Dr. Luis Alonso Morales Garza - Campus Monterrey*

Porcentaje de Streptococcus pneumoniae resistente a antibióticos en cultivos del Hospital San José - Tec de Monterrey **1644**

*Dr. Abel Jesús Barragán Berlanga - Campus Monterrey*

# Área: Tecnologías de Información

## Coordinador de área: Dr. Luis Enrique Sucar Succar

### Robótica

#### Coordinador de mesa: Dr. Fernando Ramos Quintana

Modelo genérico y modular para el desarrollo de laboratorios virtuales a través de Internet **1651**

*Dr. José Luis Gordillo Moscoso, Mtro. Brian Ponce Tavizón, Ing. Fernando Daniel Von Borstel Luna - Campus Monterrey*

Conmutación entre teleoperación y ejecución autónoma de tareas en un vehículo **1661**

*Mtra. Adriana Araceli B. Cantú González, Dr. José Luis Gordillo Moscoso - Campus Monterrey*

RoboCup: El reto **1671**

*Dr. Alejandro Aceves López, Dra. María de los Angeles Junco Rey, Dr. Jorge Adolfo Ramírez Uresti, Dr. Ricardo Swain Oropeza - Campus Estado de México*

Modelado y caracterización en dos dimensiones de ambientes poligonales con sonares utilizando tiempo de vuelo y triangulación **1672**

*Mtro. Carlos Albores Borja, Dr. José Luis Gordillo Moscoso, Ing. Joaquín Gutiérrez Jagüey - Campus Monterrey*

Planeación y seguimiento visual de trayectorias para guiar un vehículo **1682**

*Dr. José Luis Gordillo Moscoso, Mtro. Brian Alonso Ponce Tavizón - Campus Monterrey*

Visual command gesture for remote operation of mobile robots **1692**

*Mtro. Héctor Hugo Avilés Arriaga, Lic. Karen Córdova, Mtro. Marco Antonio López Trinidad, Dr. Luis Enrique Sucar Succar - Campus Cuernavaca*

Comparison between classification and PDF estimation SVMs for driver's vigilance monitoring. **1701**

*Dr. Daniel Esteve, Mtro. Miguel González, Dr. Neil Hernández Gress, Dr. Bruno Jammes, Mtro. Alfredo Santana, Dr. André Titli - Campus Estado de México*

Continuous activity recognition with missing data **1702**

*Mtra. Rocío Díaz de León Torres, Dr. Luis Enrique Sucar Succar - Campus Cuernavaca*

## **Sistemas inteligentes**

### **Coordinador de mesa: Dr. Rogelio Soto Rodríguez**

Preventing password sharing: User authentication via fuzzy **1704**

*Mtro. Salvador Mandujano Vergara, Dr. Rogelio Soto Rodríguez - Campus Monterrey*

Knowledge acquisition using fuzzy logic and system dynamics **1714**

*Mtro. Rafael E. Bourguet Díaz, Dr. Rogelio Soto Rodríguez - Campus Monterrey*

Design of a multivariable fuzzy system using gradient descent training. Study case: A heat exchanger **1730**

*Mtro. Federico Guedea Elizalde, Mtro. Rubén Morales Menéndez, Dr. Rogelio Soto Rodríguez - Campus Monterrey*

Elección de modelos en data mining: Una perspectiva estadística **1740**

*Dr. Francisco Cantú Ortiz, Mtro. Alberto Fydman Prizant, Dr. Jorge Sierra Cavazos - Campus Monterrey*

A survey on natural language interfaces to databases **1750**

*Mtro. Jesús Rojas Hernández, Dr. José Torres Jiménez - Campus Cuernavaca*

Reconocimiento de movimientos básicos en danza contemporánea basado en tres sistemas de aprendizaje **1751**

*Dr. Arturo Preciado , Dr. Bertrand Vachon - Campus Toluca*

A methodology for reliable system design **1752**

*Mtro. Jaime Solano Soto, Dr. Luis Enrique Sucar Succar - Campus Cuernavaca*

Estimation and control of industrial processes with particle filters **1753**

*Dr. Nando de Freitas, Mtro. Rubén Morales Menéndez, Dr. David Poole - Campus Monterrey*

## **Algorítmica y optimización**

### **Coordinador de mesa: Dr. Neil Hernández Gress**

Hacia un modelo computacional de un sistema inmune **1764**

*Ing. Fernando Godínez Delgado, Dr. Raúl Monroy Borja, Ing. Rosa Saab Asbun -  
Campus Monterrey, Campus Estado de México*

Utilización de algoritmos genéticos para la optimización de motores de inducción jaula  
de ardilla **1765**

*Mtro. Sergio Daniel Montaña Marañón, Dr. Hugo Terashima Marín - Campus  
Monterrey*

Container loading optimization using a genetic algorithm **1766**

*Dr. Hugo Terashima Marín, Mtro. Víctor Emanuel Uc Cetina - Campus Monterrey*

Método simplex-genético para resolver el cubo de Klee-Minty ----

*Dr. Juan Frausto Solís, Dr. Fernando Ramos Quintana, Mtro. Rafael Rivera López -  
Campus Cuernavaca*

Método simplex-coseno para resolver problemas lineales duros **1767**

*Dr. Juan Frausto Solís, Mtro. Rafael Rivera López, Dr. Federico Trigos - Campus  
Cuernavaca, Campus Toluca*

SAT instances construction based on hypergraphs **1768**

*Dr. José Torres Jiménez, Mtro. Jorge Isaac Vázquez Morán - Campus Cuernavaca*

SAT-DB: An integrated system for satisfiability problem study **1769**

*Mtro. Armando Posadas Causor, Dr. José Torres Jiménez - Campus Cuernavaca*

Análisis de estabilidad para problemas dinámicos de satisfacción de restricciones **1770**

*Mtro. Manuel Iván Angles Domínguez, Dr. Hugo Terashima Marín - Campus  
Monterrey*

## **Sistemas distribuidos y sistemas de instrumentación Coordinador de mesa: Dr. Isaac Rudomín Goldberg**

Design and implementation of a climatic data **1781**

*Dr. José Torres Jiménez, Mtro. Jaime Velázquez Alvarez - Campus Cuernavaca*

Design and development of a data warehouse for atmospheric conditions **1782**

*Mtro. Raúl Bolívar Gutiérrez Ruz, Dr. René Lobato, Dr. Michel Rosengaus, Dr.  
José Torres Jiménez - Campus Cuernavaca*

Recuperación de información usando SQL2Xquery **1783**

*Dr. Francisco Javier Cartujano Escobar, Dr. Enrique David Espinosa Carrillo, Dr. Rafael Lozano Espinosa - Campus Ciudad de México*

**Ambiente virtual colaborativo para la RTIIC** **1784**

*Ing. Carlos Juárez Corral, Dr. Arturo Molina Gutiérrez, Ing. Christian Rodolfo Núñez Gamas - Campus Monterrey*

**A parallelization technique that improves performance and cluster utilization efficiency for heterogeneous clusters of workstations** **1790**

*grado Gerardo Díaz Cuellar, Dr. David Alejandro Garza Salazar - Campus Monterrey*

**MONIL, the metadata and object integration language** **1791**

*Mtra. Mónica Larre Bolaños Cacho, Dr. Eduardo Morales , Dr. José Torres Jiménez, Mtro. Socrates Torres - Campus Cuernavaca*

**Modelo para integración de aplicaciones bancarias en servicios de transacciones remotas** **1792**

*Ing. Laura Espinosa de la Rosa, Lic. Guillermo Jiménez Pérez - Campus Monterrey*

**Dispositivo KURT, KU tiempo real** **1802**

*Mtro. Alejandro Parra Briones - Campus Monterrey*

## **Técnicas y sistemas para el e-business**

**Coordinador de mesa: Ing. Jorge Alfonso Ramírez Vargas**

**Soccer strategies that live in the B2B world of negotiation and decisión making** **1804**

*Dr. Enrique Espinosa Carrillo, Mtro. Ma. de los Angeles Junco Rey, Dr. Fernando Ramos Quntana - Campus Ciudad de México, Campus Estado de México, Campus Cuernavaca*

**Dinámica cultural en una organización de la industria de tecnologías de información: Un estudio de caso en México** **1805**

*Dra. Anabella Dávila Martínez, Mtra. Gwendoline Hernández Pérez - Campus Monterrey*

**On measuring the usefulness of modeling in a competitive and cooperative environment** **1815**

*Dr. Ramón Felipe Brena Pinero, Dr. Leonardo Garrido Luna, Dra. Katia Sycara - Campus Monterrey*

- A fast data protection technique for mobile agents against malicious hosts **1816**  
*Dr. Jesús Arturo Pérez Díaz, Lic. Igor Sobrado - Campus Cuernavaca*
- Milenio: A secure Java2-based mobile agent system with a **1817**  
*Dr. Darío Álvarez Gutiérrez, Dr. Jesús Arturo Pérez Díaz - Campus Cuernavaca*
- Lenguajes universales para la generación de interfaces independientes del dispositivo en e-commerce. **1818**  
*Lic. Beatriz Gutiérrez Almaraz, Dr. Oscar Mayora Ibarra - Campus Cuernavaca*



# POSTERS

## Área: Administración y Negocios Coordinador de área: Dra. Irma Adriana Gómez Cavazos

Aplicación del sistema de capitales en la PYME mexicana **1820**  
*Mtro. Gilberto Olavarrieta Treviño - Campus Monterrey*

Estudio de mercado y ventas **1821**  
*Lic. Jesús Figueroa Rodríguez, Lic. Eduardo Gómez Oliveros, Lic. Yolanda Gómez Martín del Campo, Lic. Guillermo Padilla Rubio, Lic. Celia Alejandra Rodríguez Barba, Lic. Karla Helena Ruelas Calderón Calderón, Lic. Erandy Sahún Jordán, Lic. María Monserrat Sosa Romo - Campus Guadalajara*

Sistema de Servicio Social **1823**  
*Lic. Anwar Leonardo Aguilar Araujo, Lic. Aramyees Broderick Abnoosi, Lic. Luis Fernando González Coral, Lic. Fredy Isai Guzmán Trani, Lic. Francisco Jesús Manzo Navarrete, Lic. Karina Romero Velasco - Campus Guadalajara*

Implementación de metodología y mejora en procesos críticos de Cruz Roja Mexicana **1825**  
*Ing. Susana Aguilar Pratt, Lic. Julieta Anguiano Martínez, Lic. David Carrillo de la Cruz, Lic. Olivia Navarro García, Ing. Rodrigo Niz Campogarrido, Lic. Sofía Núñez Bado, Lic. Marcia Rivas Espinosa de los Monteros - Campus Guadalajara*

Pruebas de hipótesis sobre la calidad de los hoteles en el Puerto de Mazatlán Sinaloa **1827**  
*Lic. Diana Donají del Callejo Canal, Lic. Yohaina Haaz Melgarejo - Campus Monterrey*

# Área: Ciencias Exactas y Naturales

## Coordinador de área: Mtro. Ricardo Ojeda De la Cruz

- Inyectando vida a la matemática con la visualización. La misión del siglo **1831**  
*Mtro. David Warren Ruiz Márquez - Campus Ciudad de México*
- Análisis y generación de haces ópticos rotantes no difractivos **1832**  
*Dr. Julio César Gutiérrez Vega, Ing. Carlos López Mariscal - Campus Monterrey*
- Rate acceleration through dispersion interactions: Effect of a hemicarcerand on the transition state of inner phase phenyl diazine decomposition **1834**  
*Quím. Neil Brown , Quím. Roel Sigifredo Sánchez Carrera, Dr. Marcelo Videá Vargas, Dr. Ralf Warmuth - Campus Monterrey*
- Electrodeposición de partículas de platino sobre un electrodo de silicio tipo P **1835**  
*Lic. Víctor Agmo Hernández, Dr. Marcelo Videá Vargas - Campus Monterrey*
- Caracterización de la modulación de fase para una pantalla de cristal líquido basada en los primeros órdenes de difracción de una rejilla binaria **1837**  
*Dr. Victor Arrizón , Ing. Rodolfo E. Briones Recio, Ing. Rodrigo Ponce Díaz, Dr. Alfonso Serrano Heredia - Campus Monterrey*
- Dendrímeros en la química supramolecular: Síntesis, caracterización y posibles aplicaciones de poliamidoaminas dendríticas **1839**  
*Emilio Montemayor Saucedá, Álvaro José Resines Sierra, Ramiro Rojas Escontrillas - Campus Monterrey*
- Determinación de conformaciones estables en dendrímeros poliamina conteniendo base libre de porfirina y Zn-porfirina **1841**  
*Dr. Jeffrey Krause, Julio Palma Anda, Colin Reese, Dr. Adrian Roitberg - Campus Monterrey*
- Estudio del fenómeno de disolución de molibdeno por sales férricas en filamentos de tungsteno **1843**  
*Dr. Bernard Jean-Marie Micheli Masson, Lic. Emilio Montemayor Saucedá, Ing. Francisco Manuel Vargas Arreola - Campus Monterrey*
- Preparación y caracterización de sacáridos vítreos para su posible uso como preservadores de biomoléculas **1844**

*Lic. Jesús Ernesto Huacuja Sánchez, Dra. Luz María Martínez Calderón - Campus Monterrey*

**Efecto de la copigmentación intermolecular sobre la estabilidad de las antocianinas y el ácido ascórbico en sistemas de jugo de fresa (*Fragaria ananassa*)** **1846**

*Ing. Armando del Follo, Ing. David Guajardo, Dra. Carmen Hernández Brenes, Lic. Erika Torres Ochoa - Campus Monterrey*

**Correlador de transformada conjunta para el contraste de fase** **1849**

*Ing. Rodolfo Erick Briones Recio, Ing. Edén Valentín Figueroa Barragán, Ing. Rodrigo Ponce Díaz, Dr. David Sánchez De la llave, Dr. Alfonso Serrano Heredia - Campus Monterrey*

**Obtención y caracterización de las betalainas del betabel** **1851**

*Kira Ninel Corona Donamaría, Yézica González Cevallos, Samantha Lemus Peláez, Lizbeth E. Vega Ortega - Campus Querétaro*

**Elaboración de una botana de pescado** **1854**

*Enid González Acosta, Erika Hiraiwa Serrano, Brenda B. Macías Rosario, Josabeth Y. Padilla Chávez - Campus Querétaro*

**Área: Ciencias Sociales**  
**Coordinador de área: Dr. Freddy Ramón Mariñez**  
**Navarro**

La política de libre comercio de los Estados Unidos  
*Mtra. Cintia Smith Pussetto - Campus Monterrey*

**1857**

**Área: Desarrollo Regional y Economía**  
**Coordinador de área: Dr. Jorge Ibarra Salazar**

Clínica empresarial de arquitectura en Impresos Uyeda  
*Arq. Pedro Arpio Garibay, Arq. René Caro Gómez, Arq. Anita Fregoso Chávez, Arq. Carlos Manuel Hernández Díaz, Arq. Cony Lupercio Rojo, Arq. Rafael Enrique Piña Valdez, Arq. Adriana Ramírez García, Arq. Ana Paula Robles Sahagún, Arq. Yasser Salomón Espinoza, Arq. Sara Tamez Alvarado - Campus Guadalajara*

**1859**

**Área: Educación**  
**Coordinador de área: Dr. Antonio Millán Arellano**

Factores que influyen en la efectividad de un curso en línea, una experiencia con profesores del CONALEP

**1862**

*Lic. Diana Donají del Callejo Canal, Lic. Cristina del Carmen Vázquez García - Campus León, Campus Monterrey*

**Área: Humanidades**  
**Coordinador de área: Mtra. Blanca López de Mariscal**

¿Hacia dónde va la educación?

**1866**

*Lic. Gabriela Bourgé Ruiz, Lic. Lourdes Epstein Cal y Mayor - Campus Ciudad de México*

# Área: Ingeniería

## Coordinador de área: Dr. José Arturo Ortiz Peralta

Uso de técnicas de regresión para el análisis y pronóstico de la calidad del aire en el área metropolitana de Monterrey **1869**

*Ing. Ignacio García Sánchez, Dr. Alberto Mendoza Domínguez - Campus Monterrey*

Implantación de banda transportadora en producción de herraje en Metaloplásticos S.A. de C.V. **1871**

*Ing. Adolfo Acosta, Ing. Christian Amaya, Ing. Susana Anaya, Ing. Fanny Calderón, Lic. Júpiter García, Ing. Raúl Landeros, Ing. Jorge Lizarde, Ing. Ricardo Mayagoitia Nísino, Lic. Rogelio Nuño, Mtro. Gabriel Servín Luna, Mtra. Luz Yenira Tlacuilo Parra - Campus Guadalajara*

Implementación del programa 5 S's en una Asociación Civil **1873**

*Lic. Marcela Acero Parra, Lic. Héctor Adolfo Barba Sánchez, Lic. Ricardo Buenrostro Ramírez, Lic. Rodrigo Coronado, Ing. Ricardo Mayagoitia Nísino, Lic. Daniel Medina, Lic. Ivania Minakata, Lic. Johana Regina Padilla - Campus Guadalajara*

Implementación de 5 S's **1875**

*Lic. Rafael Behar Alcaraz, Lic. Juan Pablo Beltrán Villa, Lic. Patricia Erosa Rodríguez, Lic. Patricia Fernández Sánchez, Ing. Martha Alejandra Macías Espinosa, Ing. Martha Alejandra Mayorga Márquez, Lic. Karen Nicolás Gutiérrez, Lic. Coatlicue X. Regalado Arenas, Lic. Celia Alejandra Rodríguez Barba - Campus Guadalajara*

Sinergia de técnicas de innovación de productos para el desarrollo de una vending machine -----

*Angélica Álvarez García, Eva Delgadillo Molina, Mtro. Abiud Flores Valentín, Herbert Morales Roldán, José Notholt Vergara, Patricia Treviño Muñoz, Beatriz Vásquez Díaz - Campus Monterrey*

Desarrollo de software para control de producción en la empresa Depsa **1877**

*Lic. Moisés Carbajal Marrón, Ing. Ignacio Corona Orozco, Ing. Carlos González Estefan, Ing. Martha Alejandra Macías Espinosa, Ing. Rodrigo Niz Campogarrido, C.P. José Ysauro Rodríguez Martínez, Ing. Rodrigo Torres Figueroa - Campus Guadalajara*

Cómo introducir la calidad sanitaria en un sistema ISO9001:2000 en una empresa de giro alimenticio **1879**

*Ing. Irma Odile Baeza Comparán, Ing. Dioselina Madrigal Coria - Campus Eugenio Garza Sada*

**Síntesis y caracterización de nanopartículas magnéticas de  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  obtenidas *in-situ* dentro de una matriz polimérica** **1882**

*Dr. Jaime Bonilla Ríos, Ing. Roberto Chapa Rodríguez, Dr. Luis Alfonso García Cerda - Campus Monterrey*

**Vivienda progresiva técnicamente asistida** **1883**

*Arq. Avril Iliana Rodríguez Angel - Campus Monterrey*

**Estudio del efecto de la relación  $\text{CO}/\text{NO}_x$  en la formación de ozono para Monterrey (1993-2002)** **1885**

*Dr. Jerónimo Martínez Martínez, Ing. Eduardo Obregón, Ing. Claudia Ramos, Ing. Kendy Tamez - Campus Monterrey*

**Tendencias de la calidad del aire en el área metropolitana de Monterrey (1993-2002)** **1887**

*Ing. Carlos Caballero, Ing. Rubén Del Rincón, Dr. Jerónimo Martínez Martínez, Ing. Fabiola Sánchez - Campus Monterrey*

**Evaluación de la eficiencia de las mamparas en la remoción de algas** **1889**

*Ing. Ivette Renne Hassen, Lic. Alfredo Sosa González, Lic. Cristina del Carmen Vázquez García - Campus Monterrey*

**Energía eólica: Una propuesta viable para el desarrollo sustentable del Estado de Tamaulipas** **1891**

*Carlos Flores Silguero - Campus Monterrey*

**Asfaltos modificados con hule llanta y polímeros** **1893**

*Dr. Carlos Humberto Fonseca Rodríguez, Ing. Ramiro Gómez Acosta, Ing. José Andrés Rangel, Ing. Rodolfo Villalobos Dávila - Campus Monterrey*

**Diseño y construcción de una máquina expendedora de toallas sanitarias** **1894**

*Angélica Álvarez García, Eva Delgadillo Molina, Mtro. Abiud Flores Valentín, Herbert Morales Roldán, Antonio Notholt Vergara, Patricia Treviño Muñoz, Beatriz Vásquez Díaz - Campus Monterrey*

**Área: Medicina y Biotecnología**  
**Coordinador de área: Dr. José Rafael Borbolla**  
**Escoboza**

Enfermedad de Castleman retroperitoneal: Reporte de un caso y revisión de la literatura **1898**

*Dr. Raúl Alfredo Alvarez Arrazola, Dr. Jorge Marcelo Fernández de la Torre, Dr. Juan Mauro Moreno Guerrero, Dr. Humberto Sánchez Alarcón, Dra. Yolanda Cecilia Tejada Silva - Campus Monterrey*

Efecto toxicológico de Bis-2-(Etil Hexil Ftalato), Di-N-Octil Ftalato y Butil Bencil Ftalato (presentes en envases flexibles) en ratas *wistar* **1901**

*Quím. César Rodríguez Rodríguez, Dra. Cecilia Rojas De Gante - Campus Monterrey*

Efecto de la germinación del frijol negro sobre el perfil de isoflavonas y su actividad estrogénica para prevenir cáncer de mama **1902**

*Ing. Janet Alejandra Gutiérrez Uribe, Dra. Carmen Hernández Brenes, Dr. Sergio O Serna Saldívar - Campus Monterrey*

Biosíntesis de antibiótico ácido clavulánico a base de extracto de malva, harina de soya y harina de maíz **1904**

*Ing. María Durán Galván, Mtra. Martha Alejandra Morgado Munguía - Campus Monterrey*

Comparación de rendimiento en la biosíntesis de Zeaxantina por *Gibberella Fujikuroi* y tres de sus mutantes **1906**

*Mtra. Martha Alejandra Morgado Munguía, Ing. Arlene Vega Castilla - Campus Monterrey, Campus Querétaro*

Oxidación enzimática de carotenoides para producción de astaxantina natural **1908**

*Biól. Lucía Carreón H., Mtra. Martha Alejandra Morgado Munguía - Campus Monterrey*

Producción biotecnológica de monascorrubrin y su uso como pigmento rojo en alimentos **1910**

*Ing. Edgar Cuara Díaz, Mtra. Martha Alejandra Morgado Munguía - Campus Monterrey*

Biosíntesis de ácido giberélico con bajo contenido de fumonisina a partir de maíz y arroz por *fusarium moniliforme* **1912**

*Biól. Karina Blanco López, Mtra. Martha Alejandra Morgado Munguía - Campus Monterrey*

Optimización de la etapa de extracción del jugo de uva (*vitis rotundifolia*) anterior al procesado por alta presión hidrostática **1915**

*Ing. Armando del Follo Martínez, Dra. Carmen Hernández Brenes - Campus Monterrey*

Microbiología del pulque **1917**

*Dr. Mario Moisés Alvarez, Biól. María Hortensia Cantú Peña, José Francisco Islas, Edgar Jiménez Peña, Cristina Margarita Pérez, María Jimena Ramos - Campus Monterrey*

Defecografía dinámica: Anatomía normal y patología encontrada en pacientes estudiados en el Hospital San José-Tec de Monterrey **1919**

*Dr. Raúl Alfredo Alvarez Arrazola, Dr. Miguel Angel Carrillo Martínez, Dra. María Teresa Sánchez Avila - Campus Monterrey*

El proceso de biolixiviación: Correlación entre biomasa y variables operativas **1922**

*Dra. Rosamaría López-Franco, Mtra. Martha Morgado Munguía - Campus Monterrey*

Obtención de transglutaminasa de una especie vegetal de rápido crecimiento **1924**

*Biól. Adrián Chávez Amaro, Mtra. Martha Alejandra Morgado Munguía - Campus Monterrey*

Efectividad del *score mantrels* y modificaciones del mismo para la detección de apendicitis en niños menores a 13 años **1927**

*Dra. Belinda Carrión Chavarría, Dr. Dimas Mateos Corral, Dr. Salvador Villarreal Gonzalez - Campus Monterrey*



# Área: Tecnologías de Información

## Coordinador de área: Dr. Luis Enrique Sucar Succar

A distributed Q-learning model for rational team decision-making in soccer domains

1930

*Dr. Enrique David Espinosa Carillo, Dra. María de los Angeles Junco Rey, Dr. Fernando Ramos Quintana - Campus Ciudad de México, Campus Estado de México, Campus Cuernavaca*

Image-Tech

1931

*Ing. Daniela Altamirano Silva, Mtro. Luis Arturo Montesinos Silva, Dr. Guillermo Alfonso Parra Rodríguez - Campus Ciudad de México*

Plataforma de tele-diagnóstico para la disminución del riesgo del cáncer cervicouterino en México

1933

*Mtro. Luis Arturo Montesinos Silva, Dr. Guillermo Alfonso Parra Rodríguez, Dr. John Puentes Plata, Dr. Christian Roux, Dr. Basel Solaiman- Campus Ciudad de México*

Navegación nodriza de robots

1935

*Ing. Sebastián Ulises Adán Saldivar, Ing. Jorge Humberto Moreno Scott, Ing. Jesús Antonio Sánchez Antúnez - Campus Monterrey*

**Área: Administración y Negocios**  
**Coordinadora de área: Dra. Irma Adriana Gómez**  
**Cavazos**

**Estrategia basada en conocimiento.**

**Coordinador de mesa: Dr. Javier Carrillo Gamboa**

# SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES EN UNA UNIVERSIDAD DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

Daniel Meade Monteverde, Lourdes Macario Abularach, María Ileana Ruiz Cantisani

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES EN UNA UNIVERSIDAD DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.** Daniel Meade Monteverde, Escuela de Graduados en Administración y Dirección Empresarial (EGADE), Campus Monterrey, ITESM; Ma. De Lourdes Macario Abularach, Departamento de Efectividad Institucional, Campus Monterrey, ITESM; Ma. Ileana Ruiz Cantisani, Departamento de Efectividad Institucional, Campus Monterrey, ITESM.

La necesidad de que los datos se transformen en información y esta en conocimiento es un fenómeno que se repite continuamente en las organizaciones, impactando también en las instituciones de educación superior. La información debe fluir en la institución en forma continua en todos los niveles y todas las unidades (académica y administrativa y de apoyo académico). En este trabajo se muestra como se detecta una necesidad de un sistema de información con características de complejidad que apoye la toma de decisiones y el seguimiento al impacto de la planeación operativa de la institución en base al modelo de procesos, su diseño y desarrollo con ciclos de mejora y el impacto en la Institución.

**Palabras Clave:** sistema de información, Reporte Único de Actividades, conocimiento, administración del conocimiento.

## 1. Introducción

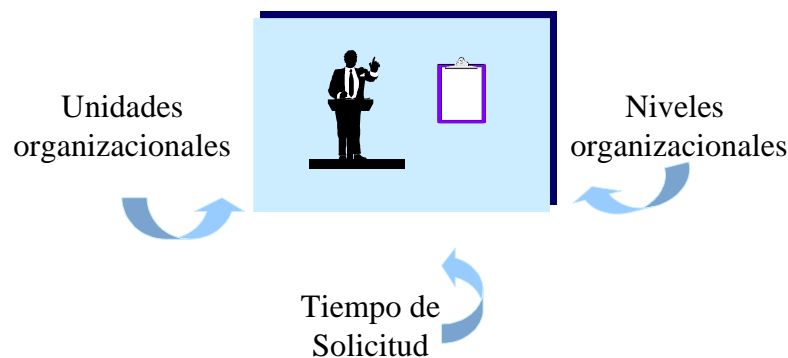
La era de la información, del conocimiento y aprendizaje organizacional ha afectado no solo a la industria sino a todo tipo de organizaciones incluyendo a las instituciones educativas que se han visto en la necesidad de contar con instrumentos que salvaguarden no solo la riqueza del conocimiento generado, sino toda información necesaria para la toma de decisiones y para la administración de sus operaciones de servicio académico.

Como lo menciona García González (1) “una universidad se nos presenta como un sistema en el cual se adquieren, procesan, conservan, transmiten, crean y transfieren conocimientos, a través de una completa estructura que hace posible la realización de las funciones básicas....”

El Reporte Único de Actividades (RUA) surge como respuesta a la solicitud del área académica de integrar, en un solo medio, toda la información clave de las actividades de los profesores que es utilizada para la toma de decisiones en el Campus Monterrey del Sistema Tecnológico, y para medir el avance en el cumplimiento de la Misión. Su desarrollo se ha visto planteado por etapas:

- a) Diagnóstico del Estado Actual de las necesidades de información del Campus Monterrey ( baseline).
- b) Caso Piloto en un área académica y un centro de investigación.
- c) Completar diagnóstico en el Campus Monterrey con apoyo de consultores.
- d) Diseño del Sistema Reporte Único de Actividades (RUA).
- e) Desarrollo del sistema de captura parcialmente integrado a otros sistemas de información del Campus.
- f) Desarrollo de la función de Reportes por Usuario y Administrador.
- g) Uso y retroalimentación del Sistema.
- h) Adecuación de mejoras al Sistema de acuerdo a recomendaciones del usuario principal ( profesor) y limitaciones del mismo.
- i) Transferencia a nivel Sistema ITESM del RUA.

La principal contribución de este sistema se puede apreciar en la reflexión de García González (2) “ si la información y el conocimiento son los elementos clave para el funcionamiento de un sistema universitario, cualquier reflexión o acción relacionada con ellos, su contenido, cantidad, oportunidad, actualidad, pertinencia, la manera de manejarlo, transmitirlo, adquirirlo, etc., jugará un papel esencial en el mejoramiento de la calidad de la educación superior”. El RUA viene a facilitar el acceso de información de los administradores o usuarios administrativos (Contraloría, Programas Internacionales, Efectividad Institucional, Investigación y Extensión, etc.) en una forma continua y actualizada, así como a disminuir el tiempo que un profesor invierte a “ reportar “ sus actividades del período en distintos formatos y tiempos del semestre. La complejidad del Sistema se ve reflejada en la figura 1 en la cual se busca tener un sistema que obtenga información de los diferentes niveles organizacionales académicos, en distintas épocas del período, para distintos administradores de la información. Esto se fundamenta en el concepto del Knowledge Management , citado por Carrión & Ortiz ( 3), como “ la base que integra otros sistemas para facilitar el almacenamiento y flujo de conocimiento a lo largo de toda la organización. Son sistemas que fomentan la comunicación, rompiendo barreras espaciales, temporales y organizativas, que cambian la concepción de la empresa y de su cultura.” Lo cual es uno de los objetivos del RUA, romper las barreras de tiempo y de la organización para proveer información en forma continua para la toma de decisiones.



**Figura 1** Modelo Conceptual del Sistema RUA

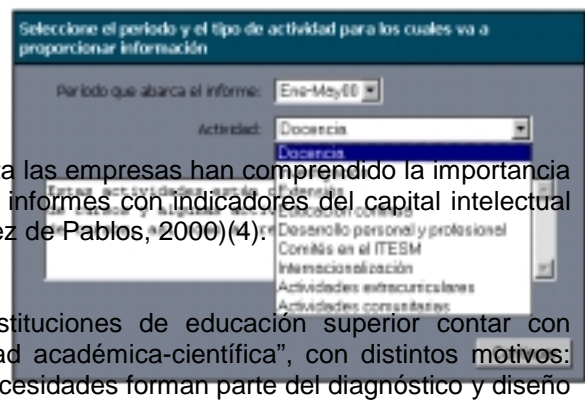
De tal forma que los principales beneficios que se obtienen del Sistema RUA son:

- a) Integrar en un sistema único reportes requeridos por las distintas unidades organizacionales del ITESM según sus objetivos respectivos al día.
- b) Explotación de la información ( para acreditaciones, estadísticas, indicadores, seguimiento de proyectos, etc.)
- c) Proveer de información ya documentada en otros sistemas del Campus.
- d) Acceso a información de los sistemas oficiales y la actualización de la misma ( Banner Escolar, Banner Recursos Humanos, etc.).

2. M

estr:  
que

me:  
acre:  
del RUA.



enta las empresas han comprendido la importancia  
orar informes con indicadores del capital intelectual  
óñez de Pablos, 2000)(4):

instituciones de educación superior contar con  
vidad académica-científica”, con distintos motivos:  
necesidades forman parte del diagnóstico y diseño

La primera fase de este sistema de información es la fase de Diagnóstico que se integra de varias etapas:

- a. La detección de la necesidad del área académica de contar con un solo sistema que integre toda la necesidad de información de la Institución que provenga del profesor y no se encuentre documentada en ningún otro sistema oficial. Esto marca el inicio del proyecto en Diciembre de 1999. Es el Departamento de Efectividad Institucional quien toma el liderazgo en este proyecto con apoyo de diferentes unidades estratégicas del Campus Monterrey.

Para definir las características del sistema se reúne a las distintas unidades administrativas que requieren información del profesor en forma periódica y se realiza una matriz para detectar los niveles de organización a los que se le solicita, las fechas en las que se requiere, el tipo de información y la finalidad del reporte. De esta matriz surge el modelo ilustrado en la figura 1. Se detecta que por lo menos entre el 60 % y 70% de la información que se requiere es similar y le impacta en su mayor parte al profesor.

Se detecta además una herramienta diseñada por un comité académico para evaluación del Profesor que cuenta con las funciones de docencia, investigación, extensión, etc.. Es esta herramienta la que se utiliza como “punta de lanza” para un programa piloto en una unidad académica. Es importante resaltar que este instrumento de evaluación se complementa con los reportes que en ese periodo se requerían, por lo que fue una condición que ninguna otra unidad administrativa solicitaría información por otro medio, solo se utilizaría el Reporte Único de Actividades. El sistema piloto ( ver figura 2) se desarrolla con las siguientes características:

- a) Se desarrolla una aplicación en web.
- b) Se utiliza cuenta de acceso y se aplica a las unidades organizacionales que integran el área académica.
- c) En esta fase no cuenta con ningún tipo de interacción con otros sistemas.
- d) Se aplica en la División de Humanidades y en un Centro de Investigación ( Centro de Diseño e Innovación de Productos).

El resultado del diagnóstico es positivo, participan 86 profesores y se generan los reportes semestrales del profesor, reportes de actividades de internacionalización, de Vinculación con el Entorno así como el Reporte Semestral Departamental.

**Figura 2** Esquema visual del Sistema RUA Piloto

Una de las principales recomendaciones fue integrar al RUA con otros sistemas de información del Campus con el fin de evitar que el profesor documente datos que ya existen en los sistemas oficiales.

- b. Para completar los resultados del Sistema Piloto, se elabora un diagnóstico documentado en base a procesos y entrevistas sobre las necesidades de la información. Este documento cuenta con una sección por administrador de la información incluyendo al usuario académico; así como por una descripción del proceso de la obtención, tratamiento y uso de la información, incluyendo una serie de recomendaciones para el diseño del sistema RUA.
- c. En octubre de 2000 inicia operación el Sistema RUA para profesores de planta y media planta, se obtiene el Reporte Semestral del Profesor, el Reporte Departamental Semestral y el Reporte de Programas Internacionales como resultados preliminares. El diseño visual del RUA se observa en la figura 3.

The screenshot displays the 'Datos Generales' section of the RUA system. At the top right, there are three tabs: 'Datos Generales', 'Desarrollo Académico', and 'Experiencia Laboral'. The main title is 'Datos Generales'. Below it, the user's name 'José Francisco Mireles Gaytán' and the semester 'Semestral: Agosto - Diciembre 2002' are shown. A message indicates that for any modifications, one should write to [jysarcis@tecm.mx](mailto:jysarcis@tecm.mx), Lic. Javier Fuentes (Dirección de Personal). The data is presented in a table-like format with labels and values:

Nómina:	228890
Nombre:	José Francisco Mireles Gaytán
Sexo:	M
Estado civil:	Casado
Categoría laboral:	Planta
Domicilio particular:	Ciénega de Flores 120 Libertad 67130 Guadalupe
Teléfono particular:	83340263
Ubicación física:	A-7 Nivel 1 Ofna.118
Teléfono de oficina:	83582000
Extensión:	4646
Fax:	83284324
Correo electrónico personal:	<input type="text"/>

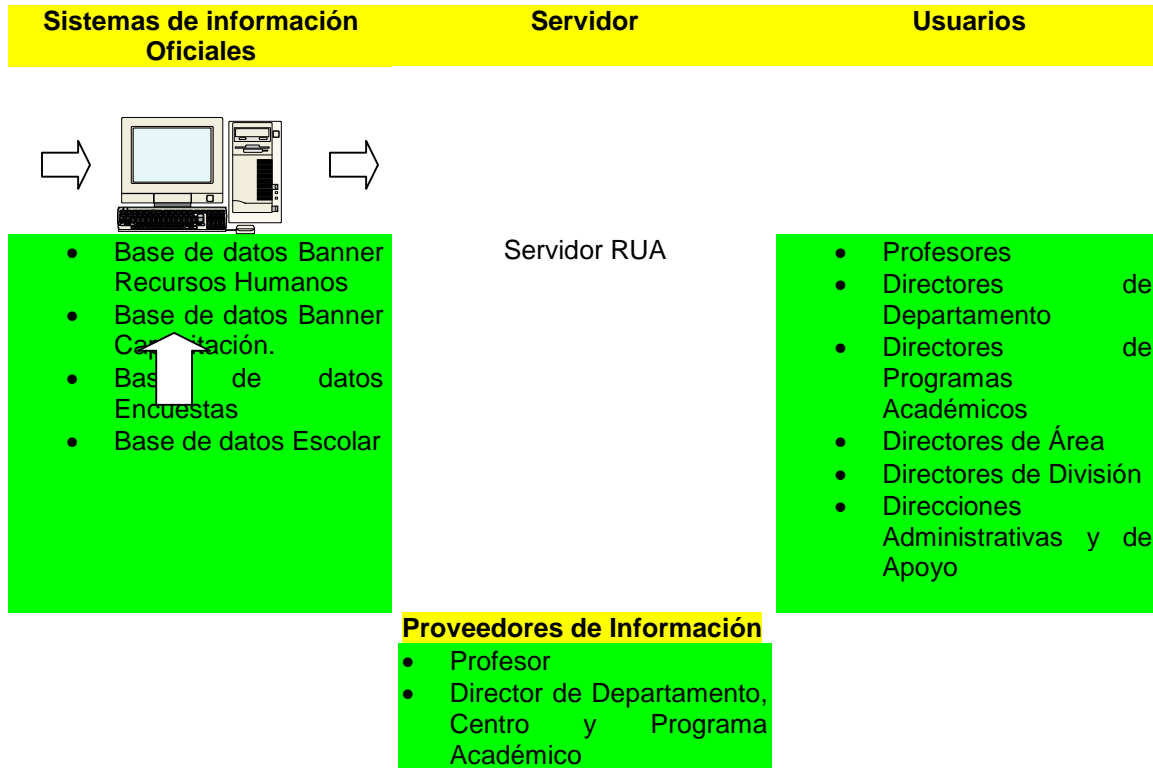
On the left side, there is a vertical menu with the following items: Datos Generales, Docencia, Investigación, Extensión (Consultoría), Educación Continua, Publicaciones y Conferencias, Desarrollo Profesional y Personal, Actividades Institucionales, Actividades Profesionales y Comunitarias, Administración de usuarios, Reportes, and SALIR. At the bottom, there is a Windows taskbar showing the 'Inicio' button and the 'Internet' icon.

**Figura 3** Diseño Visual del Reporte Único de Actividades

### 3. Resultados y discusión

Zimmermann, Atwood, Webb & Cantor (5) mencionan en su artículo The Knowledge Depot: Building and Evaluation a Knowledge Management System que “tradicionalmente en una institución la columna vertebral es su personal, y el conocimiento surge en cada uno de sus empleado, de tal forma que la aislamiento del personal o la pérdida del mismo amenaza el cuerpo de conocimiento de misma organización, provocando retrabajo y disminuyendo la productividad”. Resumiendo como resultados es precisamente lo que el RUA busca eliminar el retrabajo de documentación de información, el asegurar el acervo de conocimientos y la productividad académica, y cubrir la necesidad de un seguimiento más estrecho al cumplimiento de la visión de Campus de Enseñanza e Investigación, que hoy día es un reto del Campus Monterrey. Y de esta forma disminuir el uso de sistemas de administración de información informal que pueden provocar fallas como las que se mencionan anteriormente ( retrabajo y disminución de la productividad).

Otro de los resultados principales es el diseño final de la estructura del Sistema que se refleja en la figura 4, donde se muestra la interacción con proveedores de información ( sistemas y usuarios-proveedores) así como los beneficiados con la integración de la necesidades de información de las unidades del Instituto.



**Figura 4** Diseño de la Estructura del Sistema RUA

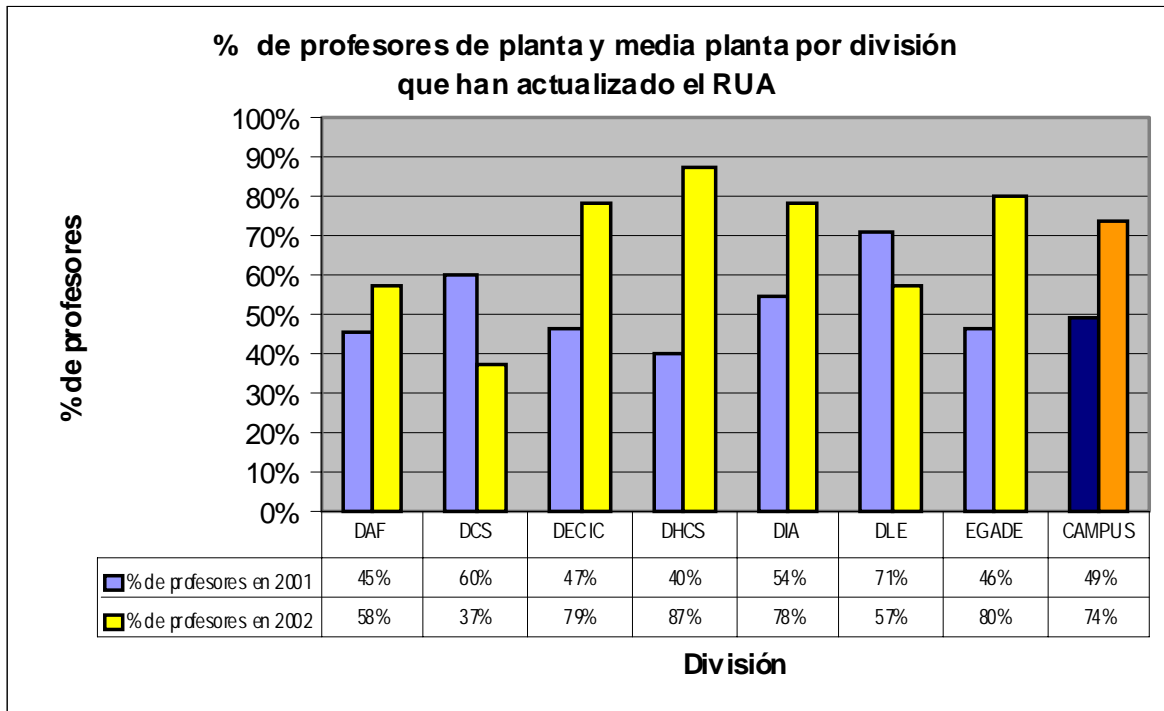
A través del uso continuo del RUA se ha visto la capacidad de explotación de la información requerida para apoyo de formación de alianzas, contrato con empresas, organismos certificadores, etc. , que beneficio a los distintos usuarios del Campus, abriendo sus fronteras a los distintos Campus del Sistema. La siguiente etapa del RUA es su transferencia y adecuación al Sistema Tecnológico para ser uno de los sistemas de información estándares del mismo.

#### 4. Conclusiones

Para evaluar un sistema Zimmermann, Atwood, Webb & Cantor (6) consideran dos factores:

- a) ¿ Qué tan efectivo es el Sistema a evaluar como un sistema de administración del conocimiento?
- b) ¿ Qué tan útil es para la organización para la cual fue desarrollado?

Uno de los indicadores para responder estos factores se muestra en la gráfica a continuación:



**Figura 5** Uso del RUA en Campus Monterrey

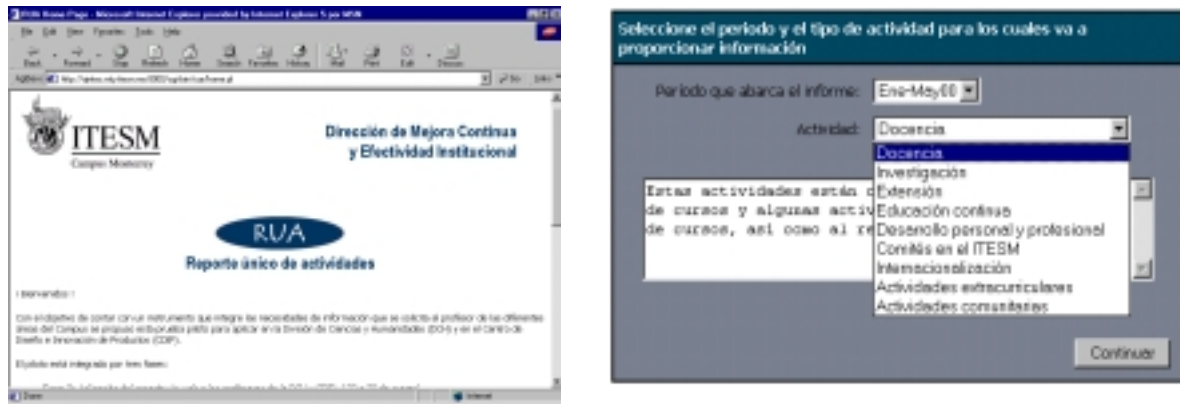
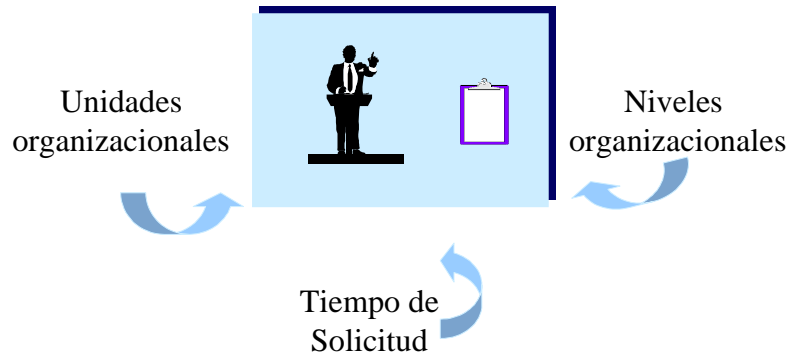
Para terminar, se cita a García González (7) con una definición de la Universidad del siglo XXI, la cual la define "como una organización socialmente activa, abierta e interconectada con su entorno y en la cual se formen individuos portadores de una cultura de aprendizaje continuo, capaces de actuar en ambientes intensivos de información, mediante un uso racional de las nuevas tecnologías de información y las comunicaciones."



## 5. Referencias

1. García Gonzalez F. ( 2000) La Universidad del Siglo XXI como un modelo de conocimiento de industria de la información y el conocimiento.  
[http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/fidel\\_garcia/resumen\\_modelo.htm](http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/fidel_garcia/resumen_modelo.htm)
2. García Gonzalez F. ( 2000) La Universidad del Siglo XXI como un modelo de conocimiento de industria de la información y el conocimiento.  
[http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/fidel\\_garcia/resumen\\_modelo.htm](http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/fidel_garcia/resumen_modelo.htm)
3. Carrión Maroto, Juan. Marta Ortiz de Urbina ( 2000). La teoría de recursos y capacidades y la gestión del conocimiento.  
[http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/juan\\_carrión\\_maroto/articulo\\_acad\\_recursosycapac.htm](http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/juan_carrión_maroto/articulo_acad_recursosycapac.htm)
4. Ordóñez de Pablos, Patricia (2001) Medición y elaboración de informes del capital intelectual: desafío de la empresa española en el siglo XXI.  
<http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/patricia/informes.htm>
5. Zimmermann, Beatriz; Michael Atwood, Sabina Webb, Michael Cantor. (2000). The Knowledge Depot: Building and Evaluating a Knowledge management system.  
[http://ifets.ieee.org/periodica/vol\\_3\\_2000/a09.html](http://ifets.ieee.org/periodica/vol_3_2000/a09.html)
6. Zimmermann, Beatriz; Michael Atwood, Sabina Webb, Michael Cantor. (2000). The Knowledge Depot: Building and Evaluating a Knowledge management system.  
[http://ifets.ieee.org/periodica/vol\\_3\\_2000/a09.html](http://ifets.ieee.org/periodica/vol_3_2000/a09.html)
7. García Gonzalez F. ( 2000) La Universidad del Siglo XXI como un modelo de conocimiento de industria de la información y el conocimiento.  
[http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/fidel\\_garcia/resumen\\_modelo.htm](http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/fidel_garcia/resumen_modelo.htm)

**Figura 1** Modelo Conceptual del Sistema RUA



**Figura 2** Esquema visual del Sistema RUA Piloto



Figura 3 Diseño Visual del Reporte Único de Actividades

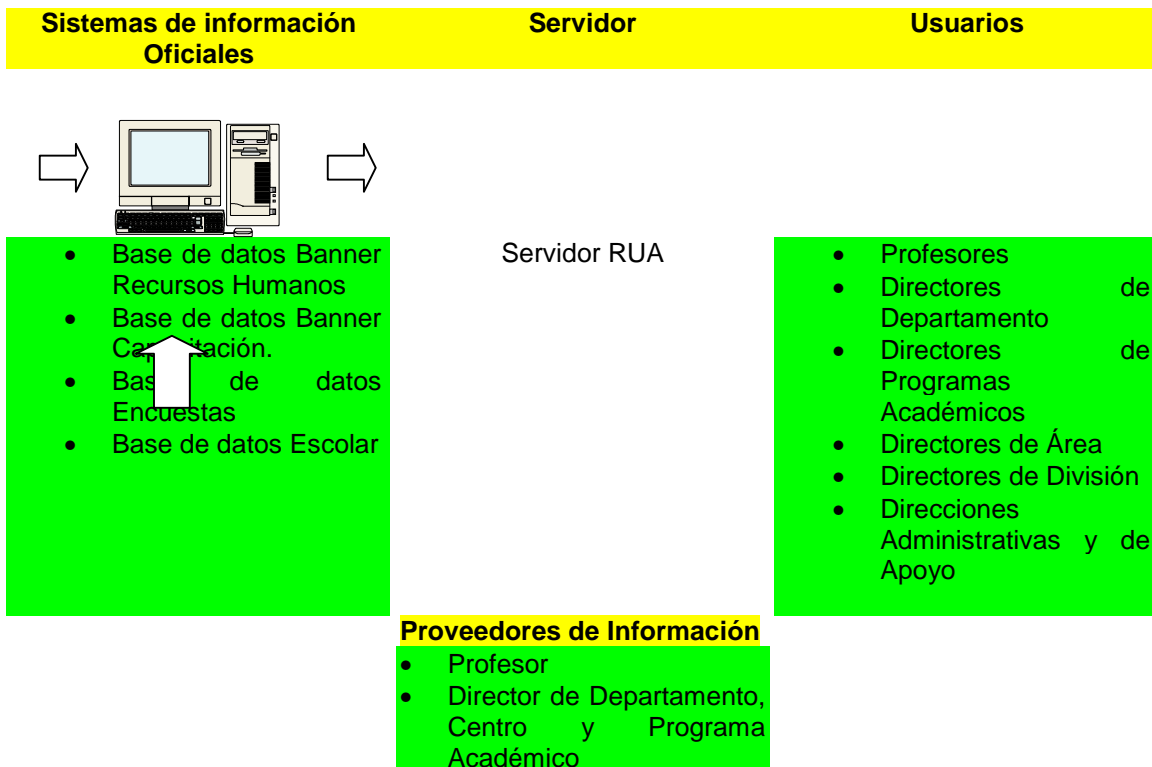
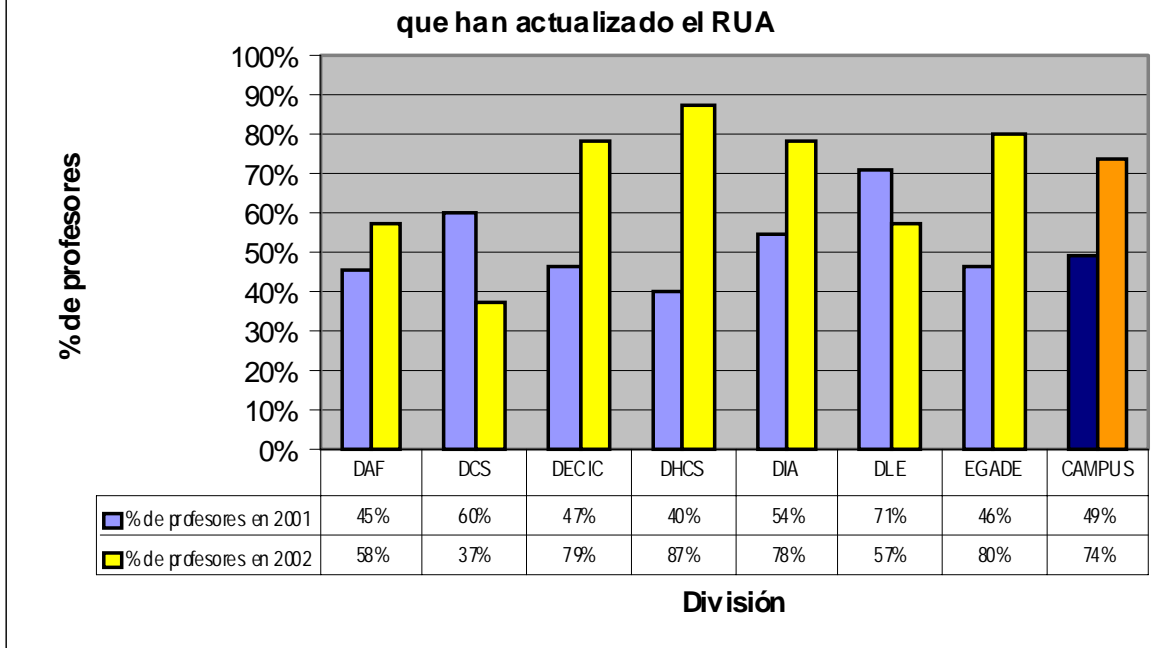


Figura 4 Diseño de la Estructura del Sistema RUA



**Figura 5** Uso del RUA en Campus Monterrey

# POLOS DE TECNOLOGÍA: ESTRATEGIA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y ECONÓMICO DE MÉXICO

Guillermo Alfonso Parra<sup>1</sup>, Alejandro Ruiz<sup>2</sup>, Rodrigo Anchondo<sup>3</sup>

Una de las principales diferencias, desde el punto de vista económico, entre un país desarrollado y uno en vías de desarrollo lo constituye el hecho de que el primero ha orientado su industria hacia la creación y exportación de tecnología y el segundo por razones históricas y económicas se ha convertido en un consumidor de la misma. Tanto en Europa como en Estados Unidos, es el esquema de implantación de polos científico-tecnológicos el que ha garantizado el liderazgo tecnológico de estas zonas.

Teniendo en mente el Plan Nacional de Desarrollo en el cual se visualiza a México como una Nación con una “economía dinámica y competitiva basada en políticas económicas que propicien un crecimiento económico estable, continuo, tecnológicamente innovador”.

El impulso a la creación de un esquema de Polos de Tecnología por medio de una política coherente, podría ser parte de la respuesta que contribuya a cristalizar este esfuerzo transformando así el país. Sin embargo ninguna experiencia se tiene en ese sentido. El propósito de este trabajo, es realizar un análisis de algunos casos a nivel mundial y proponer entonces un estilo y modelo de organización para un Polo de Tecnología en México [1, 2, 3] identificando a los actores primordiales y dándoles a cada uno su rol. De las experiencias mundiales y de la de los autores se derivan estos esquemas que pretenden no solamente ser una “tropicalización” del mundo desarrollado sino más bien un esquema propio y auténtico. En el presente artículo se presentan en entonces los modelos que deberían permitir a un Polo de Tecnología funcionar en México. Se vincula naturalmente al Tec de Monterrey, en el plan piloto que se ha denominado Pol Tec. Algunos de los módulos que conformarían el Pol Tec están ya en marcha, notablemente la Incubadora de empresas innovativas y el Centro de Asesoría Empresarial y de Negocios. Una evaluación de los sitios más adecuados para realizar su implantación está en curso.

## 1. Introducción

Cuando se habla de Polos de Tecnología, Parques Tecnológicos o Parques Científicos, normalmente se piensa en los desarrollos más conocidos mundialmente, dentro de los cuales se pueden mencionar en Estados Unidos de América lo que es hoy el *Silicon Valley* [4] y en Europa, en particular en Francia, se pueden mencionar al *Technopole de Sophia-Antipolis* [6] al *Technopole Brest-Iroise* [7] al *Tecnopole Rennes-Atalante* [8] los cuales hacen parte de la Asociación de 41 Technopoles franceses [5], y reagrupan en su conjunto más del 60% de la investigación y el desarrollo en Tecnologías de Telecomunicaciones, Electrónica e Informática en Francia.

---

<sup>1</sup> Dr. Guillermo Alfonso Parra, Director Centro de Investigación en telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CITTI), Campus Ciudad de México, gparra@itesm.mx

<sup>2</sup> MTL. Alejandro Ruiz, Desarrollo de Sistemas, Campus Ciudad de México, alruiz@itesm.mx

<sup>3</sup> Ing. Rodrigo Anchondo, Centro de Investigación en telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CITTI), Campus Ciudad de México, anchondo@itesm.mx

A pesar de que en ambos casos se ha llegado a esquemas similares en los cuales hay factores en común, como una relativa cercanía geográfica entre universidades, centros de investigación, y nuevas empresas innovativas, infraestructura de comunicaciones y telecomunicaciones de alto nivel entre otros, el origen de los mismos a cada lado del Atlántico es distinto. En el primer caso la implantación se da prácticamente de una manera espontánea y es la iniciativa privada quien lidera y en el segundo caso se hace de una manera más planeada, en general con una fuerte intervención de los gobiernos locales, regionales y muchas veces nacionales.

Para efectos de este trabajo, se establecerá una definición de Polo de Tecnología la cual permitirá en lo subsiguiente identificar mejor los actores y usuarios de una iniciativa de este estilo.

### 1.1 Definición del Concepto de Polo de Tecnologías

De acuerdo con los criterios establecidos por la *International Association of Science Parks* (IASP), el concepto genérico de *Polo* o de *parque*, que englobaría tanto a los polos o parques científicos como tecnológicos, es el de «un proyecto dotado de un espacio físico, que tiene relaciones de colaboración con universidades, centros de investigación u otras instituciones de educación superior, y que ha sido concebido para fomentar la creación o instalación de industrias innovadoras basadas en la tecnología, o de empresas del sector terciario con alto valor añadido. Todo ello a partir de un sistema de gestión del propio parque, que participa activamente en los procesos de transferencia tecnológica e incremento del valor añadido de las empresas usuarias del parque».[9]

La extensión de esta definición utilizada por la propia IASP y que engloba tanto a los polos o parques científicos como a los tecnológicos, sirve para ilustrar la extrema dificultad de encontrar definiciones que precisen de forma nítida y precisa los elementos esenciales de unos y otros. No obstante lo anterior, pueden intentarse algunas aproximaciones basadas en la práctica más habitual, que pueden ayudar a delimitar mejor las características más específicas de los parques científicos y tecnológicos. En este sentido, según la IASP, por regla general cuando se habla de parque tecnológico, se trata de proyectos de dimensiones medias o grandes, no necesariamente vinculados a una universidad, orientados a la instalación de empresas tecnológicas y que, con determinadas limitaciones, pueden llegar a albergar actividades productivas.[9,10]

Por el contrario, cuando se habla de parques científicos normalmente se alude a proyectos de dimensiones medias o pequeñas, vinculados a una universidad (en muchos casos desarrollados por la propia universidad), enfocados a la generación de nuevas empresas (habitualmente *spin offs* universitarios), y con una oferta comercial más centrada en la venta y alquiler de espacio de oficina ya equipado.

En aras de la sencillez del concepto de Polo de Tecnología y en vista de la multiplicidad de actores implicados, en este trabajo se propone agruparlos de la siguiente manera:

- a. Universidad, Industria, Gobierno y Centros de Investigación ( como base y fundamento del concepto)
- b. Capital humano, Capital financiero, Estrategias de Desarrollo (transferencia de tecnología y nichos de mercado) y Proyectos de I &D (Innovación tecnológica)
- c. Sinergia (Centros de información y de tecnología compartidos)

### 1.2 Contribución estratégica de un polo de tecnología

El Polo de Tecnología, además del espacio geográfico, es una organización dedicada a incentivar de manera permanente la creación, crecimiento y competitividad de las empresas cuyo objetivo incluye la generación y exportación de tecnología de alto valor agregado. El Polo de Tecnología como organización tiene dentro de su Misión lograr poner en relación las competencias complementarias de los diferentes actores invitados al Polo de tecnología. Eje fundamental de los actores involucrados el Tec de Monterrey - Campus Ciudad de México tiene la misión de guiar y auspiciar la dinámica del polo [10] y estimular la sinergia entre los participantes.

La transferencia de conocimiento desde un centro de educación y de investigación hacia la creación de empresas cumple además de su rol evidente, uno un poco más sutil: lograr que los profesores investigadores vinculados a una institución como el Tec de Monterrey puedan encontrar una vía para realizar investigación aplicada y relevante. La misión y la contribución y los lineamientos del polo coinciden con aquellos que se plasman en la misión del Tec de Monterrey hacia el 2005.

## **2. Metodología**

El presente artículo pretende mostrar únicamente la primera parte de los trabajos realizados dentro del marco del desarrollo de un Polo de Tecnología. En el caso particular de este trabajo se empleará la abreviación **PolTec** para referirse a esta iniciativa en particular. En la totalidad del proyecto **PolTec** han intervenido más de 20 personas en diversos aspectos del desarrollo del mismo. La metodología que se muestra a continuación, corresponde en lo general al macro proyecto y no exclusivamente al tema de este artículo.

### **2.1 Viabilidad Económica y Social de los Polos de Tecnología**

- a. Realización de un estudio de viabilidad económica para la implantación un Polo de tecnología en México.
- b. Antecedentes
- c. Análisis detallado de los polos de tecnología a nivel mundial: éxitos y fracasos. El caso mexicano.
- d. Determinación de requisitos legales, administrativos, científicos, etc.
- e. Determinación de la ubicación geográfica más conveniente para el polo de tecnología y realización de un estudio de impacto social y ambiental.
- f. Estimación de costos globales y por etapa.
- g. Identificación de empresas y/o instituciones interesadas en participar. Creación de sinergías entre los actores empresariales y los centros de investigación y educación.

La realización de un estudio de viabilidad económica para la implantación de un Polo de tecnología en México deberá tomar en cuenta aspectos tales como la capacidad científica, la competencia internacional, la competitividad de México con respecto a otros mercados, los tratados de libre comercio y la dinámica de la economía mundial. etc.

### **2.2 Desarrollo**

- a. Definición de la estructura organizacional
- b. Creación de células
  - Regulación e infraestructura
  - Supervisión tecnológica y de nuevos nichos de mercado
- c. Identificación, captura y seguimiento de proyectos con empresas involucradas.

### **2.3 Consolidación**

- a. Definición de proyectos específicos en diversas áreas de de las TIC
- b. Estudio de viabilidad para la creación de una empresa
- c. Seguimiento de la cartera de afiliados
- d. Fortalecimiento de las células y de la estructura organizacional en general

La etapa de consolidación se presenta tal vez no sólo como la última etapa sino como aquella que deberá realizarse continuamente, pues por la misma naturaleza del Polo de tecnología la creación, la actualización e innovación continua en las empresas es una tarea permanente. La solidez del polo debería permitir vincular otros centros educativos, de preferencia aquellos que complementen las competencias científicas del Tec de Monterrey. Será esta solidez la que permita mostrar una tasa de crecimiento sostenido.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Planeación de un Parque Científico y Tecnológico

Está hoy unánimemente aceptado, tanto en los foros académicos como entre los responsables regionales del desarrollo económico, que la I+D ( investigación y desarrollo), la innovación, y la transferencia de tecnología son elementos esenciales en la competitividad de los países y regiones. Esto se ha traducido en que muchas regiones han adoptado la decisión de apostar por este tipo de desarrollo, en detrimento de otras formas más tradicionales, como vía para impulsar o diversificar su crecimiento económico. Las dudas surgen acerca de cómo se puede estructurar mejor este proceso y qué mecanismos de intervención son los más adecuados, temas sobre los que no existe no sólo unanimidad, sino ni siquiera una corriente claramente dominante.

Es más, la experiencia indica sobradamente que los instrumentos utilizados con éxito en un determinado contexto, han resultado ineficaces en otro. En principio, lo que parece claro es que en la mayoría de países lo que podrían denominarse *market forces* (fuerzas del mercado) son insuficientes, sin una cierta intervención pública, para impulsar por sí mismas, una dinámica de crecimiento innovador impulsado a partir del desarrollo tecnológico. En ese contexto hay que entender los intentos que se están produciendo por todo el mundo de creación de parques, tecnópolis, complejos de alta tecnología, etc., que de alguna manera, pretenden replicar, en mayor o menor medida, el éxito de las regiones que han llegado a convertirse en modelo de este tipo de desarrollo: California con el *Silicon Valley*, Massachusetts con la *Route 128*, el corredor *Austin-San Antonio* en Texas, o la Costa Azul con *Sophia Antipolis*. [5,6,7] El alcance y ambición de este tipo de iniciativas suele requerir de la creación de un marco, más o menos formal, que permita la colaboración de los gobiernos, universidades, empresas, instituciones, etc. A este proceso de crear un entorno que permita la colaboración de entidades con intereses distintos, a menudo no coincidentes, se le da, cada vez más, una importancia decisiva para el éxito de todas estas iniciativas regionales de desarrollo tecnológico.

La idea común a todos estos intentos es la de reunir cuatro factores críticos:

- a. *Emprendimiento (entrepreneurship)* /personas
- b. tecnología/ideas
- c. financiación/recursos
- d. *know-how*/conocimientos

En este contexto hay que entender el sentido de los parques, como instrumentos que sirven para articular la confluencia de estos cuatro factores, creando de esta manera un entorno similar, aunque en miniatura, al del *Silicon Valley*, y que se convierta en un polo de innovación y de generación de actividades tecnológicamente avanzadas, contribuyendo de esta manera al desarrollo económico general del área en donde estén instalados.

El éxito de un polo de tecnología se encuentra en la rápida transferencia de conocimiento que se realiza entre la (o las) instituciones de investigación superior que son eje fundamental del polo y entre las empresas localizadas en su cercanía geográfica.

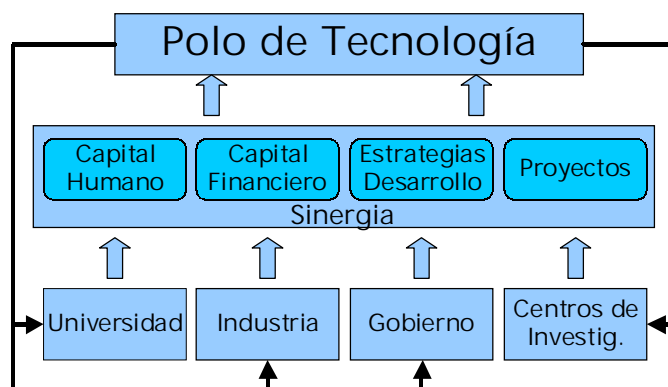
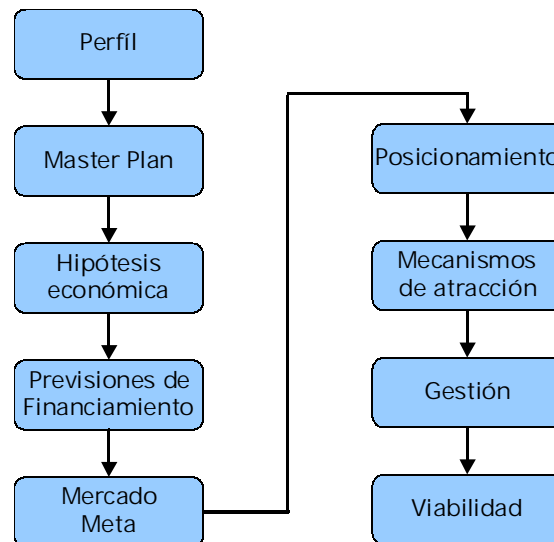


Figura 1. Modelo de sinergias de PoITec



La planificación de un parque es una labor siempre compleja, larga y laboriosa, que requiere de un proceso de análisis y reflexión estratégicos que, al final, deben concluir en decisiones sobre los siguientes temas:



**Figura 2.** Modelo de Planeación de PoITec

*Perfil del parque:* se trata de determinar los parámetros básicos del parque: extensión (grande o pequeño), localización (urbana o suburbana) densidad (alta o baja), tipos de usos (mixto o industrial), etc., es decir, aquellas cuestiones que por su trascendencia estratégica determinarán la realidad básica del parque.

*Masterplan:* Una vez decidido el perfil del parque en sus grandes parámetros, hay que darle una forma más precisa que anticipe el aspecto final del mismo. Estableciendo su estructura urbanística a través de un masterplan en el que se definan con precisión aspectos tales como el trazado de la red vial interna, los solares, el aparcamiento, paisaje, dotación de infraestructuras, servicios, etc. Una vez aprobado el masterplan, éste se complementa con el proyecto de urbanización:

*Hipótesis económicas:* Lo más habitual a la hora de establecer las hipótesis económicas antes de la construcción de un parque, es utilizar los proyectos inmobiliarios como referencia más próxima, determinando de manera similar cuestiones como las previsiones de demanda, ritmos de ocupación, costes de construcción, fases del desarrollo, etc.

*Previsiones de financiación:* La financiación de los parques se ha realizado de muy diversas formas a lo largo de su evolución. La forma más común en los primeros parques era a través de una joint venture entre una universidad y un inversor privado. En la actualidad, la forma más común es mediante partnerships público-privados, formados por administraciones públicas, universidades, empresas, inversores, promotores inmobiliarios, etc.

*Mercado meta:* Se trata de determinar cuál es el mercado objetivo al que se dirige el parque: empresas locales, multinacionales, centros tecnológicos de empresas, centros de I+D públicos, start ups, etc.

*Posicionamiento:* En función del target market escogido, ¿cómo se debe posicionar el parque?: ¿como iniciativa pública, privada, universitaria, de alcance internacional, orientado a empresas grandes, pequeñas, emprendedores, etc.?

*Mecanismos de atracción:* ¿Qué estrategias y tácticas de marketing hay que utilizar para, primero, dar a conocer el parque y, después, atraer las actividades seleccionadas? ¿Publicidad, premios, subvenciones, organización de seminarios, etc.?

*Gestión:* ¿Quién y cómo va gestionarse el parque? ¿Un profesional, una empresa, una personalidad de prestigio, etc.? Estos son, a grandes rasgos, los grandes temas que habrá que ir decidiendo de forma coherente, a medida que el parque vaya desarrollándose.

*viabilidad:* La viabilidad, a medio plazo, de un parque viene condicionada por una serie de requisitos que deben ser analizados y valorados de forma objetiva, en relación a al entorno socio-económico y en relación a la universidad.

### 3.2 Desarrollo de un Parque Científico y Tecnológico

El desarrollo de un parque atraviesa por distintas etapas que conviene diferenciar y en las que resulta muy importante determinar cuáles son los aspectos esenciales que pueden decidir el éxito y fracaso de cada una de ellas y, por tanto, del propio parque.

La primera fase, que podríamos definir como **previa**, es aquella fase de reflexión que necesariamente debe desembocar en la decisión de construir o no el parque. En esta fase es esencial una actitud de absoluta *objetividad* en el análisis para determinar si los *inputs* necesarios para la viabilidad de un parque a medio plazo están disponibles

Es cierto que no existen fórmulas acerca de qué ingredientes previos son necesarios para poder afrontar con ciertas garantías la construcción de un parque; además no sólo se trata de identificarlos, sino también de evaluarlos, lo cual todavía dificulta más el proceso. Pero, en cualquier caso, hay que evitar cualquier atisbo de *wishful thinking*, que posteriormente se puede pagar muy caro en forma de fracaso.

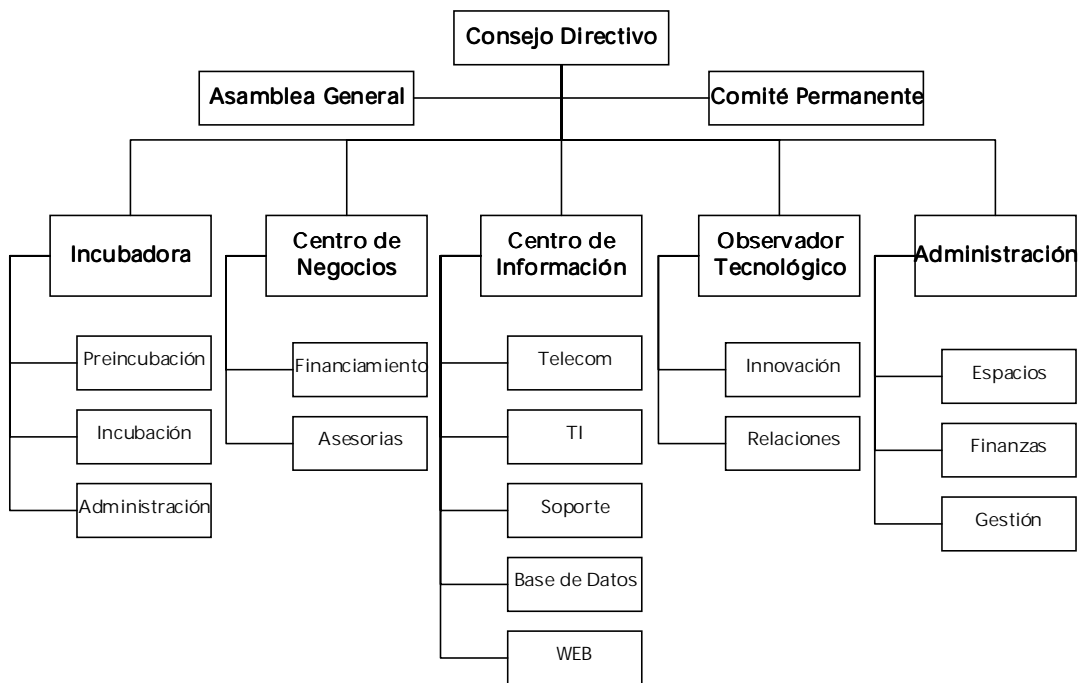
La siguiente etapa que resulta decisiva es la que sigue a la decisión afirmativa de construir un parque, y que consiste en la **preparación** del mismo. En este momento hay dos elementos que resultan decisivos: *liderazgo*, y *consenso*. Liderazgo, en el sentido de que debe haber alguien con influencia social y capacidad de movilización que asuma un determinado protagonismo en la puesta en marcha de los recursos y voluntades para llevarlo a cabo. Por lo que respecta al consenso, hay que entender éste no en el sentido absoluto del término, sino en el de que no basta la *no oposición* de lo que podrían definirse como líderes de opinión, sino que es necesario que de forma progresiva estos líderes se vayan integrando en el proyecto asumiendo su cuota de responsabilidad.

Hay un tercer momento crítico en el desarrollo de un parque, que es el **inicio** del mismo, en el que resulta esencial producir *éxitos*, en forma de atracción de empresas, generación de *start ups*, creación de centros tecnológicos, etc.

Por último, hay otro elemento esencial, ya en la fase de **consolidación**, que consiste en asegurar lo que en inglés se denomina *cross-fertilization*, que se suele traducir como «fertilización cruzada» y que describe el proceso de intercambio e interacción de ideas, *know-how*, tecnologías, etc., etc., entre los diferentes usuarios del parque.

En resumen, a la hora de desarrollar un parque sería necesario asegurar que se cuenta con los recursos adecuados, que se pueden movilizar los apoyos necesarios y, finalmente, que se saben generar las máximas sinergias.

### 3.3 Estructura propuesta para el Polo de Tecnología



**Figura 3. Estructura PoITec**

La estructura que se propone para la organización **PoITec** es la mostrada en la **Figura 3**, la cual se describe para cada uno de sus organismos en los párrafos que siguen.

#### **Incubadora Tecnológica**

La incubadora propuesta dentro **PoITec** tiene como misión: contribuir en la creación y maduración de empresas innovativas y con un alto contenido tecnológico, albergándolas y proveyéndolas de infraestructura y servicios básicos durante un tiempo limitado fomentando así el desarrollo tecnológico del país. Los servicios ofrecidos se pueden englobar en cuatro grupos principales:

- a. Asesoría Empresarial y de Negocio
- b. Acceso a redes de inversionistas
- c. Espacios
- d. Equipos y servicios compartidos

#### **Centro de Asesoría Empresarial y de Negocio (CAEN)**

El Centro de Asesoría Empresarial y de Negocios (CAEN) es un organismo dependiente del **PoITec** cuyo objetivo es brindar asesoría en materia de regulación, financiamiento y relaciones con agentes privados y públicos a aquellas empresas que han sido seleccionadas en el proceso de pre-incubación e incubación.

### **Centro de Información**

El Centro de Información Empresarial y de Negocio tiene dentro de la estructura del **PoITec** las siguientes funciones: Creación de bases de datos ( Investigadores y consultores, ex-a-tecs, casos), integración de las bibliotecas digitales, proyectos especiales y creación de una revista virtual de innovación tecnológica entre otras.

### **Observador Tecnológico**

Dentro de **PoITec** el Observador tecnológico será el organismo encargado de garantizar la viabilidad tecnológica, la originalidad en la innovación de los productos surgidos de las empresas que hacen parte de **PoITec**, así como garantizar las relaciones necesarias con los organismos líderes en certificación de productos.

## **4. Conclusiones**

Como se mencionó en los párrafos anteriores, una política clara y coherente de fomento al desarrollo de Polos de Tecnología -con todo lo que esto implica- por parte del gobierno federal es una de las alternativas que se plantean para contribuir en la transformación de México, según lo plantea el Plan Nacional de Desarrollo México al 2025.

Este trabajo pretende haber contribuido, estudiando los casos más relevantes a nivel mundial, identificando y estableciendo los pasos a seguir en su implantación, identificando los actores que pudieran intervenir, presentando la interacción que pudiera haber entre ellos, y finalmente proponiendo una forma de organización para el mismo.

La estructura y función de cada uno de los eslabones que componen la cadena **PoITec** fue resultado de más de un año de investigación, tomando lo mejor de cada caso estudiado y adaptándolo a las condiciones presentes en nuestro país, así como proponiendo algunas ideas innovadoras que tras la evaluación de las características únicas de nuestro país y de la cultura misma de los mexicanos se hacen necesarias. **PoITec** fue entonces concebido como una organización permanente dirigida a la creación y recepción de empresas enfocadas al uso de tecnología, con la participación esencial de la Universidad (Tec de Monterrey) y de sus Centros de Investigación, acelerando la transferencia de tecnología y estimulando la creación de conocimiento.

El modelo propuesto por **PoITec** facilitará a las empresas centrar su atención en la creación de tecnología propia para su uso a nivel nacional y para su exportación, posicionando en consecuencia a México como un proveedor de la misma y no como simple consumidor. Estas empresas se verán beneficiadas con la orientación en los procesos necesarios para lograr sus objetivos y compartirán recursos y servicios entre ellas para el mejor ofrecimiento de los servicios con valor agregado entre los que se cuentan aquellos ligados al acceso inmediato a información relevante.

El **PoITec** propone un plan de trabajo que incentive la creación de organizaciones que contribuyan a alcanzar las metas propuestas por el plan nacional de desarrollo. Esto se logrará por medio de la innovación tecnológica, la creación de empleos altamente calificados, competitividad e industrias limpias, proporcionando información, recursos e infraestructura para la generación de nichos de mercado, que con el uso de la tecnología beneficien a la comunidad.

**PoITec** debería permitir entre otros, independientemente del sitio de implantación:

- a. Contribuir al desarrollo de la infraestructura tecnológica del país.
- b. Fomentar y fortalecer la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico y más particularmente contribuir al desarrollo científico de los profesores-investigadores del Tec de Monterrey.
- c. Crear fuentes de empleo permanentes y temporales

- d. Contribuir al control de la contaminación ambiental y a la preservación ecológica de su entorno inmediato
- e. Propiciar la desconcentración industrial.
- f. Apoyar el ordenamiento urbano y uso adecuado del suelo.
- g. Coadyuvar a elevar el nivel de vida de la comunidad.

Por supuesto no se trata de crear únicamente un Polo de Tecnología, en un solo sitio, sino de identificar los lugares propicios para instalarlos, evaluando las particularidades de cada uno de los estados o regiones concernidos, considerando individualmente los estímulos provistos por cada una de ellas, así como considerando la infraestructura de comunicaciones, los niveles de educación y otros ítems muy importantes. Una metodología completa en este sentido ha sido ya desarrollada y está siendo utilizada para evaluar posibles lugares de implantación como el Distrito Federal, Monterrey, la Riviera Maya, Veracruz, Guadalajara. La metodología propuesta para este fin así como los resultados obtenidos serán objeto de artículos posteriores.

Se tiene sin embargo muy presente que la creación de un polo de tecnología implica trabajar en forma tenaz y entusiasta pues el mayor esfuerzo deberá provenir de la propia comunidad. Para ello será necesario contribuir en un cambio de mentalidad y actitud hacia una cultura tecnológica. Un polo de tecnología no industrializa, ni desarrolla ni es un fin en sí mismo: es sólo un instrumento detonante para fomentar la industrialización tecnológica. Esto por supuesto sólo comienza a consolidarse en un horizonte que varía entre los 5 y los 10 años.

## 5. Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Investigación del Tec de Monterrey Campus Ciudad de México, por el respaldo financiero en el desarrollo del mismo, al haber sido aceptado y fondeado en la Convocatoria de Investigación 2001-2002.

## Referencias

- [1] Porter, Michael E., La ventaja Competitiva de las Naciones., Vergara Editor.
- [2] Porter, Michael E., Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia, CECSA.
- [3] Porter, Michael E., Ventaja Competitiva, CECSA.
- [4] Silicon Valley <http://www.internetvalley.com/introduction.html>
- [5] Asociación de tecnopoles <http://www.tech-brest-iroise.fr/fr/letbi/rub1.html>
- [6] Technopole Sophia Antipolis <http://www.saem.sophia-antipolis.fr>
- [7] Technopole Brest Iroise <http://www.tech-brest-iroise.fr/>
- [8] *Tecnopole Rennes-Atalante* <http://www.rennes-atalante.fr>
- [9] ISAP, <http://www.iaspworld.org>
- [10] Documentos preliminares : POLOS DE TECNOLOGÍA: Estrategia de Desarrollo Tecnológico y Económico de México, CITTI-Campus Ciudad de México

Figura 1

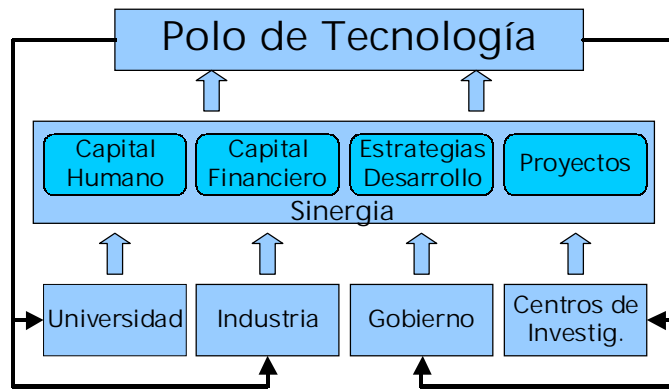


Figura 2

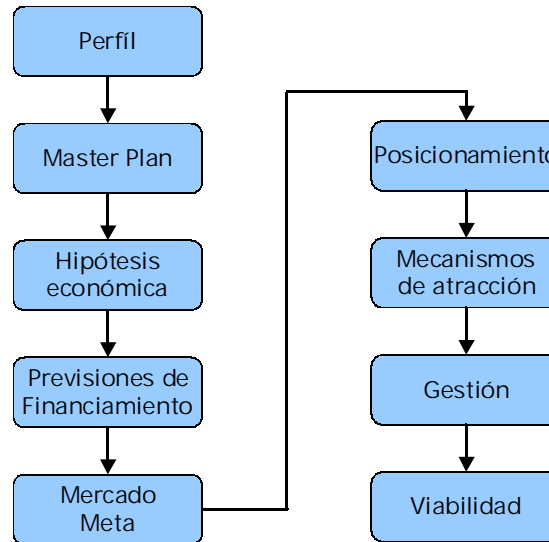
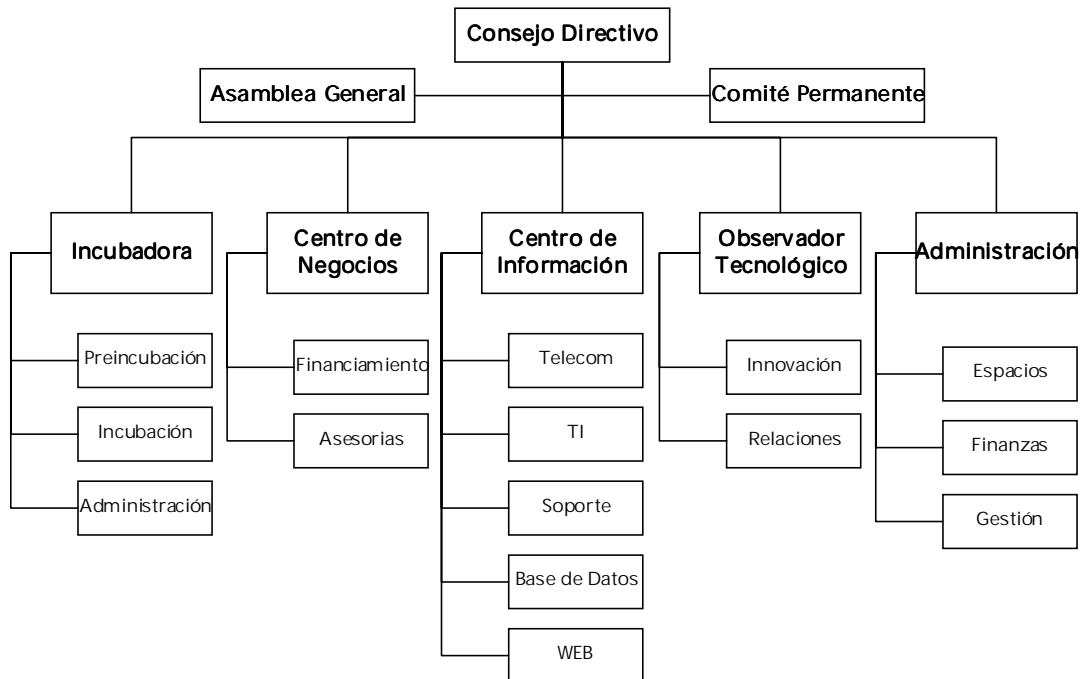


Figura 3



## **MODELO DE MEDICIÓN PARA UNA ESTRATEGIA DE GENERACIÓN VALOR BASADA EN CONOCIMIENTO** Pedro Flores Leal

Uno de los aspectos más importante que un estrategia necesita conocer, es cuáles son los parámetros críticos de sus sistema. Bajo el enfoque de sistemas de valor basados en conocimiento, nada es tan relevante a la conducción del negocio como el balance de su sistema de valor, es decir partiendo de una misión, estrategia, fijación de metas, objetivos e iniciativas. Partiendo de la definción de un sistema de valor categorizado en un sistema de capitales, es factible analizar las opciones para operacionalizar un sistema de indicadores resultantes, a fin de poderle vertir en un sistema contable integral y eficiente.

Representar por medio de indicadores a la formas de capital del sistema de valor de una entidad es un proceso de entendimiento de atributos. Es importante que cada representación de capital tenga una pauta de medición, que sea factible a auditar, dar seguimiento y medible bajo un esquema reproducible. Cada indicador tiene sus propia naturaleza heredada de la entidad y de los usos definidos en sus objetivos de creación. Dada esta razón es posible cuetionar: ¿Cómo obtener indicadores? ¿Cómo realizar su medición? ¿Cómo establecer su importancia? ¿Cuál es el formato más adecuado para su representación?

En este trabajo el reto ha sido el desarrollar sistemas homogéneos de valor para inventariar, representar, capitalizar y desarrollar sistemáticamente todos los órdenes de capital que existen o se desean cultivar en una organización. Así también proponer una secuencia de lógica de control y veluación estratégica alineada al esquema de valor de una entidad.

**DESARROLLO BASADO EN CONOCIMIENTO A PARTIR DEL SISTEMA DE CAPITALES:  
OPERACIONALIZACIÓN Y METRICA.** Francisco Javier Carrillo Gamboa, Centro de Sistemas de  
Conocimiento, ITESM.

En este trabajo se exploran las formas en las que la Administración del Conocimiento (AC) puede enriquecer las prácticas asociadas al Desarrollo Basado en Conocimiento de nivel social (DBC), al tiempo que ser enriquecido por éstas, estableciendo así un puente entre ambos campos. Comienza por establecer una continuidad funcional entre los niveles personal, organizacional y social de la AC. El DBC es referido a la Teoría Económica del Desarrollo en búsqueda de un marco para el desarrollo global que *sea completo, consistente, sistemático e incluyente*. Se introducen entonces los *Sistemas de Capitales* como un marco de AC que pretene satisfacer tales criterios a nivel organizacional. El enfoque de Sistemas de Capitales, desarrollado originalmente como una solución para resolver una serie de restricciones metodológicas en la valuación del Capital Intelectual, es descrito en términos de la operacionalización de un sistema genérico de valor. Tal estructura es aplicada al análisis de la dinámica de producción o maximización de valor que subyace a las eras económicas mayores de la historia humana, hasta llegar a la preeminencia actual de los factores de producción basados en conocimiento. Se identifican las limitaciones estructurales en las actuales prácticas de financiamiento para el desarrollo. Se introducen entonces una serie de dimensiones no explotadas del conocimiento a fin de explorar nuevas estrategias de DBC. Finalmente, se examinan ejemplos de políticas contemporáneas de DBC a la luz del presente análisis y se sugieren estrategias alternativas para identificar y desarrollar sistemas de capitales individuales, organizacionales y sociales.



**LECCIONES APRENDIDAS EN LA IMPLANTACIÓN DE TI's PARA LA ADMINISTRACIÓN DE CONOCIMIENTO.** Gabriel Valerio Ureña, Centro de Sistemas de Conocimiento, Campus Monterrey, ITESM.

En este trabajo se presentan lecciones aprendidas producto de la implantación de algún tipo de tecnología de información en iniciativas de Administración de Conocimiento en proyectos internos y externos del Centro de sistemas de Conocimiento. El objetivo de la investigación fue documentar experiencias ganadas a través del tiempo y con base en ello reconocer los aspectos tecnológicos y no tecnológicos que son críticos en un proyecto de este tipo.

# MODELACIÓN DE UN NEGOCIO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN BASADO EN CONOCIMIENTO

Autor: Daniel E. Guevara

En los últimos años, se ha visto que los negocios han cambiado la forma de operar hacia una donde los factores de producción y lógica de operación se basan en recursos antes no contemplados. Estos elementos mencionados son parte de un sistema de capitales que abraza desde los elementos financieros y tangibles, hasta los elementos intangibles contabilizados en un reporte integral de resultados.

En este trabajo, se muestran algunos posibles elementos teóricos que proponen una ejemplificación de empresa cuyo negocio sean las Tecnologías de Información, y que además su operación cotidiana esté soportada por los elementos de la economía basada en conocimiento. El producto de esto es la creación de una estrategia general del negocio, así como los elementos de un reporte integral de resultados que utilice un sistema de capitales basado en conocimiento.

En el modelo tomado se determinaron las variables que tendría una empresa de ese tipo, y de ellas se obtuvieron sus ponderaciones e interrelaciones, para así obtener un diagrama causal donde se muestran los flujos de las variables y su peso en el ejemplo considerado.

Una vez obtenido el diagrama causal se creó un diagrama por bloques, que es la base de la modelación matemática implementada, y los resultados obtenidos por ésta se basan en la capacidad de la empresa para pertenecer a la economía del conocimiento. La parte que determina la operación del modelo y los resultados de la operación del mismo, es el reporte integral de resultados obtenido mediante suposiciones y ejemplificaciones.

El ejemplo tomado para la modelación matemática, parte de una reflexión del cambio de la lógica tradicional de operar, en base a la teoría de la firma y su consecuencia última en la nueva teoría de la firma, que es la que proviene de la economía del conocimiento. El negocio utilizado en este trabajo está definido con parte de la lógica de la economía del conocimiento.

# TAXONOMÍA DE UN SISTEMA DE CAPITAL RELACIONAL

Mónica Espinosa

Ejemplo de un ejercicio de definición y ordenamiento de todos los agentes (personas y entidades) con una relación capitalizable (existente o deseable) con el Centro de Sistemas de Conocimiento (CSC) del Tec de Monterrey y desarrollo de una base de datos que permite administrarlos (visualizar, identificar, comprender y capitalizar), integrando toda la información de relaciones del CSC ya existente en diferentes formatos.

# “MODELO DE NEGOCIOS ELECTRÓNICOS BASADOS EN CONOCIMIENTO”

FORTUNATO ARMANDO BARAJAS ROSIQUE

## RESUMEN

El entorno de los negocios se ve hoy atropellado por la convergencia de tres fuerzas que parecen redefinir todo los aspectos involucrados en ellos, desde la manera en que consiguen los clientes, desarrollan los productos -servicios, hasta las formas en que se relacionan con sus competidores.

Dichas fuerzas: rapidez de cambio, valores intangibles –siendo el conocimiento el más importante de ellos- y conectividad, siempre han existido en el ambiente de negocios; pero nunca antes se había visto la coincidencia todas en un mismo tiempo. Hoy esta coincidencia, o mejor dicho, estas fuerzas están impactando de gran manera en la economía al grado de que hemos llegado a llamarla “Nueva economía o Economía del Conocimiento” y los negocios que existan dentro de dicha economía deberán ser capaces de responder a las fuerzas que hoy la definen.

Este trabajo de investigación propone que dichos negocios serán los llamados “Negocios electrónicos basados en conocimiento (k-business)” que integran características propias de los negocios electrónicos y de los negocios basados en conocimiento. De tal forma que por un lado se obtenga el mayor beneficio de la Internet y la convergencia digital, y por el otro se cuente con los elementos para enfrentar las fuerzas que definen a la Nueva Economía.

Así se creo un modelo de referencia para desarrollar negocios electrónicos basados en conocimiento con enfoque en pequeñas y medianas empresas, las cuales se consideran el motor que mueve las economías del mundo y a las cuales hay que dotar de todas las herramientas posibles para que pueden ingresar a la llamada Economía del Conocimiento.

Palabras claves: E-business, negocios basados en conocimiento, Nueva economía, Economía del conocimiento, K-business.

## INTRODUCCIÓN

Mucho se ha dicho sobre la Nueva Economía; desde cuestionamientos sobre qué tan válido es llamarla así, o qué tan nueva es; hasta reflexiones, sobre un nuevo concepto de valor, pasando por definiciones de nuevos roles para los trabajadores dentro de ella, nuevos productos, alcances, impacto; entre otras muchas cosas más. Dentro de éstas, una de las preocupaciones más importantes hace referencia sobre los negocios que existirán en ella. Acerca de éstos inquieta saber sus formas, relaciones con el entorno, métodos de producción, características de sus productos o servicios, maneras en que generarán riqueza; en resumen: el ser y quehacer de los “Nuevos Negocios”.

Estos nuevos negocios han recibido una serie de nombres en el camino hacia la Nueva Economía, entre ellos destacan: business webs, e-business y negocios basados en conocimiento. Cada uno de ellos están perfectamente definidos y describen en forma amplia los aspectos comentados en el párrafo anterior. Sin embargo, hechos como los siguientes cuestionan la existencia y factibilidad de algunos de ellos, como es el caso del e-business, por ejemplo: nada más en el año 2000 cerca de “210 compañías de negocios electrónicos cerraron, de las cuales el 60% cerró en el último cuarto del año; lo anterior representó una pérdida de 1500 millones de dólares y 15000 despidos”<sup>1</sup>. Y hoy, el número se acerca a las 321 compañías<sup>2</sup>, y por lo menos 300 empresas punto-com que cotizan en Nueva York están a menos del 20% de su máximo valor de mercado alcanzado el año pasado; y nos hacen reflexionar sobre la eficacia y eficiencia de éstos. Dichos fenómenos significaron una pérdida en la bolsa tecnológica de Nueva York, Nasdaq, de US\$2.5 trillones de dólares [Hale, 2001], la mayor caída de la bolsa en los últimos 40 años.

Por lo anterior, este trabajo desea integrar en una sola forma de negocio las fortalezas de los siguientes modelos: e-business y basados en conocimiento; para de esta manera dar origen a los “Negocios electrónicos basados en conocimiento (k-business)” los cuales tendrán la fortaleza que brindan los basados en conocimiento ante las fuerzas que determinan la Nueva Economía; y por otra parte, aprovecharán todo el potencial y crecimiento que brinda la Internet y la Web.

Se cree que en un futuro los negocios electrónicos basados en conocimiento simplemente serán la forma de hacer negocios y que para entonces sólo serán referidos como los “Negocios” perdiendo los términos que lo acompañan hoy en día. Esto hace pensar que su impacto será tal que no respetará tamaño, ubicación geográfica, ni potencial de las empresas; afectando de igual manera a las grandes corporaciones como a las pequeñas y medianas empresas. Si se considera que estas últimas son un motor importante para que la economía mundial siga su camino es necesario ofrecer los conocimientos y herramientas que les permitan ingresar de una manera más fácil a este nuevo mundo, el de los negocios electrónicos basados en conocimiento.

Este estudio enfocado a aportar una parte de ese conocimiento busca ofrecer una serie de lineamientos y un modelo de referencia para que las pequeñas y medianas empresas puedan emigrar de un negocio electrónico hacia un negocio electrónico basado en conocimiento.

## PROBLEMA

Desarrollar un negocio electrónico basado en conocimiento requiere de una “efectiva administración del conocimiento, la cual dependerá de atender factores culturales, tecnológicos, organizacionales y económicos” [IKM, 2000]. Desde esta perspectiva se encuentran diferentes problemas que originan áreas de investigación en varios aspectos. Algunos de los problemas a enfrentar serán:

---

<sup>1</sup> Year 2000 Shutdowns. Disponible en: <http://www.webmergers.com/editorial/article.php?id=2>

<sup>2</sup> Sólo en febrero del 2001, se sumaron 52 compañías más. Disponible en: <http://www.webmergers.com/editorial/article.php?id=14>

- ¿Cómo opera la administración del conocimiento dentro de los negocios electrónicos?
- ¿Cuáles serán los roles de las personas dentro de las organizaciones electrónicas basadas en conocimiento?
- ¿Cuáles serán los modelos de negocios que definirán a las empresas electrónicas basadas en conocimiento? [IKM, 2000]

Es conveniente comentar que tal como se comentó en la Introducción, la contribución de las pequeñas y medianas empresas a la economía mundial es importante y por lo tanto la "rápida adopción de los negocios electrónicos en ellas es crucial para que continúe el exitoso crecimiento económico. Los negocios basados en Internet, pueden ser una opción extremadamente atractiva para la mayoría de las PyME's, para extender la base de sus clientes dentro de un mercado global sin un gasto excesivo; pero existen obstáculos importantes y costos escondidos" [Tetteh, 2001].

Pocas son las PyME's que se dan cuenta de que necesitan una valoración estratégica de la dinámica del Web y, que por lo tanto, ellas deberían de desarrollar una serie de capacidades que les permitan administrar la infraestructura de información para un negocio electrónico [Tetteh, 2001]. Los negocios electrónicos actuales están basados en el tradicional sistema de valor, donde como herramienta principal para generar valor se utiliza la maquinaria y la mano de obra; la materia prima proviene de los recursos naturales los cuales son limitados y tienden a agotarse. Bajo este esquema los resultados han sido desastrosos, representando pérdidas cercanas a los US\$2.5 trillones de dólares [Hale, 2001].

Los datos anteriores hacen pensar que las PyME's que incursionen en negocios electrónicos basada en alguno de los actuales modelos de negocios corren el riesgo de seguir el mismo camino. Por lo tanto los "retos se complican por la falta general de marcos de trabajo, definidos con claridad, para el análisis de todo el proceso de construcción de estrategias, implementación y administración con respecto a la emergente economía global de la información" [Tetteh, 2001].

En busca de dicho marco de trabajo, los negocios electrónicos basados en conocimiento, en contraste a los e-business, presentan un sistema de valor que toma como herramienta principal a las ideas y las materias primas son otras ideas; que en su concepción más completa se entiende como conocimiento. Teniendo la ventaja de que la capacidad de generar conocimiento es ilimitada cuando se tienen los elementos adecuados. Verna Allee comenta lo siguiente respecto a este punto:

"Un reto estratégico mayor, hoy en día, es reconfigurar un negocio a partir de la organización de su cadena de valor hacia una estructura, más fluida, de redes de valor. En un mundo, de tantos movimientos, como el del e-commerce existe un creciente rumor acerca de las e-webs y los negocios en web. Pero los negocios en web son sólo un tipo de red de valor. Virtualmente cualquier organización puede ser entendida como una red de valor.....Aunque el interés en los negocios en web está alimentando el desarrollo de nuevos tipos de análisis; la perspectiva de las redes de valor puede ayudar a explicar la dinámica de las organizaciones no lucrativas, los clusters económicos y también las economías de las naciones.

Sin embargo, la mayoría de los acercamientos para analizar y reconfigurar las redes de valor no han tomado en cuenta el rol del conocimiento y el intercambio de los valores intangibles como la fundamentación para las emergentes empresas en red. Aún con el amplio y extendido interés en la economía del conocimiento, capital intelectual e intangibles; éstos generalmente no han encontrado su posición dentro de nuestros modelos de negocios. Como resultado, los esfuerzos para entender las redes de valor, la mayoría de las veces confunden en lugar de ayudar" [Alle, 2000]<sup>3</sup>

El éxito de una empresa de negocio electrónico basado en conocimiento radicará en su capacidad de integrar los elementos mencionados por Allee a su sistema de valor y modelos de negocio; lo cual permitirá que la compañía se adapte a los cambios del entorno y sus nuevas exigencias.

Por los elementos comentados la relevancia del tema es clara; se debe estar preparado para enfrentar los cambios y las demandas dentro de la nueva economía. Es necesario incluir conceptos de negocios basados en conocimiento dentro de los negocios electrónicos con la

---

<sup>3</sup> Traducido del texto de Verna Alle por Fortunato A. Barajas Rosique.

finalidad de aumentar las probabilidades de éxito y hacer que la transición no sea tan difícil, entre más información haya al respecto, el proceso será menos doloroso.

## OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es definir un "Modelo de Referencia para desarrollar negocios electrónicos basados en conocimiento (K-business)" para que, basado en éste, las empresas aumenten sus posibilidades de éxito en la Nueva Economía. Para lograr lo anterior será necesario alcanzar otros dos objetivos conjuntos:

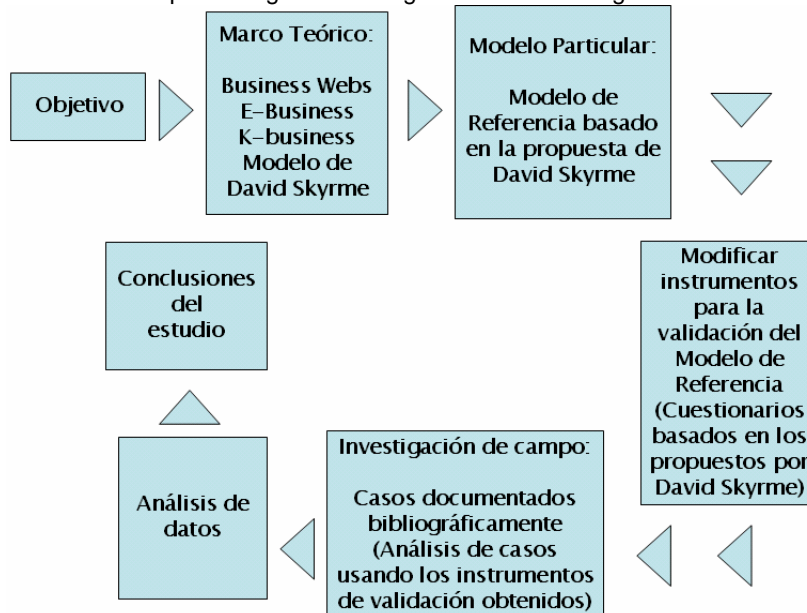
- Con base en dicho modelo, desarrollar una herramienta de diagnóstico que permita valorar los aspectos contenidos en el desarrollo de un negocio electrónico basado en conocimiento, y
- Con base en la herramienta, realizar una investigación documental de casos de negocios electrónicos basados en conocimiento en busca de evidencia de aplicabilidad del modelo propuesto.

Esta investigación deberá apoyar en mayor medida a las pequeñas y medianas empresas (tradicionales) en la migración hacia la nueva economía, es decir aquellas que deseen incursionar en el mundo de los negocios electrónicos; o que luego de haber desarrollado un modelo de negocios electrónicos deseen emigrar a uno basado en conocimiento, para de esta forma obtener los beneficios del último.

Al incrementar el entendimiento sobre los conceptos de negocios electrónicos basados en conocimiento, se entenderá también la manera en que las relaciones (alianzas), herramientas y metodologías se vuelven necesarias para una efectiva transferencia de conocimiento a través de la cadena de valor; consiguiendo de esta manera modificar o enriquecer la actual cadena de valor y detectar aquellos puntos críticos donde la transferencia de conocimiento añade valor a las actividades dentro de la relación de negocios.

## METODOLOGÍA.

La figura siguiente resume el proceso general a seguir en esta investigación.



**Figura 0-1 Visión general del diseño de investigación**

Adaptado de Marcos, Ma. del Socorro J. "Visión general del diseño de la investigación para métodos cualitativos". Manual para la elaboración de tesis. Tesis I MATI-PGIT. Editorial Trillas. 1998. pp. 75.

Para obtener la evidencia de aplicabilidad del modelo particular propuesto se toman como base "las metodologías para el estudio de las ciencias sociales, que es donde está clasificada el área de Administración de Informática" [Marcos, 1998]. De acuerdo al tema y objetivo que atañen, y a las metodologías descritas por la Dra. Marcos, es conveniente utilizar la metodología cualitativa o "fenomenología" la cual, según ella, se describe de la siguiente manera: "Este paradigma propone que la tarea del científico social no debe ser reunir hechos y medir qué tan frecuentemente ocurren algunos de ellos, sino apreciar las diferentes construcciones y significados que la gente tiene de su experiencia. Es útil para encontrar respuestas a preguntas del tipo cómo, por qué, de qué manera".

Bajo dicha metodología el investigador genera su contribución de una manera inductiva, la cual permitirá que a partir de estudiar varios casos se proponga una teoría, entre otras características será posible comentar que el tamaño de la muestra es pequeño, y se hace un análisis profundo de muestras. El investigador debe entender lo que está pasando, desarrollar nuevas ideas a través de inducción de datos, usar múltiples métodos para tener diferentes puntos de vista de un mismo fenómeno, etc. [Marcos 2]. A continuación se enlistan las ventajas y desventajas de utilizar esta metodología:

#### Ventajas

- Permiten la facilidad de estudiar sujetos a través del tiempo.
- Son útiles para entender el significado de las cosas.
- Permiten al investigador ajustarse a nuevos aspectos e ideas conforme emergen.
- Con sus resultados contribuyen a la evolución de nuevas teorías.

#### Desventajas:

- La recolección de datos puede requerir un gran período, dado que se tiene que estudiar los casos o sujetos a profundidad.
- El análisis y la interpretación de los datos pueden hacerse muy difíciles, dado que no son números sino generalmente son observaciones personales del investigador y opiniones de personas estudiadas sobre el tema de la investigación.
- Generalmente son muy desorganizados, porque es difícil controlar su progreso y punto final.

Dentro de dicha metodología se hará uso del método de Casos de Estudio para el diseño y la obtención de los datos de esta investigación; basando esta decisión en las siguientes aportaciones: "La investigación de casos de estudios es el método cualitativo más común usado en Sistemas de Información (Orlikowski and Baroudi, 1991; Alavi and Carlson, 1992)

A pesar de existir numerosas definiciones, Yin (1994) define el alcance de los estudios de casos, como sigue:

Un caso de estudio es un cuestionamiento empírico que:

- Investiga un fenómeno contemporáneo dentro de un contexto de la vida real, especialmente cuando
- los límites entre fenómeno y contexto no están claramente evidentes (Yin 1994, p. 13)

Claramente, el método de investigación de estudio de casos es particularmente bien adaptado para la investigación de SI, desde que el objeto de nuestra disciplina es el estudio de los sistemas de información en las organizaciones, y el interés ha cambiado a aspectos organizacionales en vez de técnicos. (Benbasat et al. 1987)" [Myers, No date].

"Stake (1995), y Yin (1994) identifican por lo menos seis fuentes de evidencia en casos de estudios. La siguiente no es una lista exhaustiva, pero refleja las investigaciones de ambos:

- Documentos
- Registros de archivos
- Entrevistas
- Observación directa
- Artefactos físicos
- Observación-participación



Los documentos pueden ser cartas, memorandums, agendas, documentos administrativos, artículos de periódicos, o cualquier documento relevante a la investigación” [Tellis, 1997].

Para nuestra investigación usaremos como fuentes: análisis de documentos (bibliografía), estudios de casos y estudio de casos documentados bibliográficamente, localizados principalmente en la Internet.

Una vez que se ha comentado la metodología a utilizar y algunas de sus características, se abordarán las particularidades de esta investigación. La población sobre la cual se hará el estudio son aquellas pequeñas y medianas empresas (tradicionales y virtuales<sup>4</sup>) que han desarrollado un negocio electrónico, considerando aquellas que han tenido éxito y las que han fracasado. Dentro de esta población se seleccionará una muestra (Tabla siguiente); la cual deberá tener las siguientes características: tratarse de empresas con caso documentado bibliográficamente, ser accesible por medio de la Internet y contar con suficiente fuentes de información en la Web.

Nombre del caso (Empresa)	Autor del caso	Año Estudio
Idealab.	Beaver, Graham	1996
Telus Planet.	Wylie, Krista K.	1995
Grocerygateway.com	Hatch JE ; Clark A.	1998
Eharvest.com	Hatch JE ; Cunningham T.	2000
Fabuloussavings.com	Leu, Patrick	2000
Bootcamp4mba.com	Bel, Carliel; Grasby EMA.	2001
Salesphere.com	Everatt, Donna	1999
Guru.com	Ken Mark	2000
Nash Jewellers.	Bell, Carlie	2000
EnglishStreet.com: English on the Internet.	Delios, Andrew	1999
Celemi	Skyrme, David	2001
DigitalThink	Darwell, Christina	1996
ClubTools, Inc.	Marshall, Paul	2000
Alibris (A)	Mcafee, Andrew	1998
DoubleTwist, Inc	Darwell, Christina	1996
WebVan	Mcafee, Andrew	2001
MooreMedical Corp	Mcafee, Andrew	2001
KDM Internacional	UK Online for Business	1999

**Tabla 0-1 Muestra seleccionada para esta investigación.**

A partir de las fuentes descritas con anterioridad y con ayuda de una herramienta de diagnóstico, el investigador obtiene una serie de mediciones que lo llevarán a determinar el grado de confiabilidad del “Modelo de Referencia de K-business para PyME’s”. La herramienta de diagnóstico fue desarrollada basada en seis secciones que miden el grado de preparación que tienen las empresas para lanzar iniciativas de k-business.

A continuación se muestra la tabla que resume las características descriptivas de dicha herramienta.

Contiene 6 secciones que abordan aspectos diferentes de los K-business.
Cada sección consta de 5 preguntas haciendo un total de 30 preguntas.
Cada pregunta posee 4 diferentes posibles estados de desarrollo.
Cada estado de desarrollo se asocia con una calificación (1-4).
Por lo tanto cada pregunta pueda calificarse entre 0 y 4.

<sup>4</sup> Considerando a todas aquellas empresas virtuales que por su tamaño, número de personas laborando, ventas, etc., estarían contenidas en la definición de PyME’s.

La calificación 4 significa el mayor estado de desarrollo.  
La calificación 0 significa ningún estado de desarrollo.  
La calificación total, de la sección, se obtiene al sumar las calificaciones de las 5 preguntas de la misma.

---

Existe un área de interpretación de resultados para cada sección.

---

En el área de interpretación de resultados se definen 4 escalas.

---

De acuerdo a la calificación total de la sección se determina la escala.

---

La escala determinada describe el estado de desarrollo de la sección en cuestión.

---

**Tabla 0-2 Características descriptivas de la herramienta de diagnóstico.**

Para finalizar se analizan los resultados obtenidos, a través de la herramienta de diagnóstico, y se concluye sobre la eficacia del modelo de referencia; se documenta todo el proceso y se presentan las conclusiones.

## CASOS DE ESTUDIO.

Para el estudio de casos se recopiló información de 18 empresas, cada una de ellas con suficiente información en la Internet y con casos documentados bibliográficamente por las siguientes fuentes:

- Harvard Business Review. Harvard University.
- Richard Ivey School of Business. The University of Western Ontario.
- David Skyrme quotations. Consultor independiente.
- UK Online for Business. Gobierno del Reino Unido.
- Businesscases.org. Butterworth and Heinemann publishing.

Del total de empresas analizadas, 9 se clasificaron como pequeñas, 7 como medianas y 2 como grandes<sup>5</sup>; ubicadas geográficamente en Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, China y Reino Unido. Los años en los que se realizaron los estudios para dichos casos están comprendidos entre 1995 y 2001; y dichas empresas se encuentran ubicadas en industrias tan diversas como: servicios de educación, ASP para biogenética, comerciantes de libros usados, sitios de subastas, venta de suministros médicos, joyerías, capital de riesgo, servicios para agricultura, detallistas de productos, productos alimenticios (supermercados en línea), servicios de negocio, telecomunicaciones. Cabe mencionar que al momento de llevar a cabo este estudio tres de las empresas seleccionadas se encuentran fuera del mercado: *Webvan*, *SaleSphere.com* y *Clubtools, Inc.*

A continuación se describe el proceso que se siguió para responder a las preguntas de la herramienta de diagnóstico. Primeramente se obtuvo el caso documentado bibliográficamente, de una de las fuentes descritas al principio de esta sección; posteriormente se visitó el sitio web de cada empresa<sup>6</sup> y, por último, se localizaron artículos tanto en la Internet como en publicaciones fuera de línea; de tal manera que con esos acercamientos se tuviera la mayor información posible: visión, misión, políticas, estados de resultados, prácticas, productos, financiamientos, servicios, etc., para poder responder a las interrogantes de la herramienta de diagnóstico. Con base en la información recopilada el investigador ubicó un estado de desarrollo para cada pregunta y asignó una calificación; luego de calificar las 5 preguntas de cada sección se suman los puntos de cada una de ellas y el total representaba la calificación total para la sección en cuestión, siendo este el valor que permitirá determinar la escala de desarrollo del aspecto evaluado. En la Tabla 0-3 se muestra un concentrado de los resultados que se obtuvieron con la herramienta de diagnóstico.

---

<sup>5</sup> Aunque el estudio tiene un enfoque primordial en las PyME's, la presencia de estas dos grandes empresas permitió valorar el modelo para las mismas y encontrar resultados similares a los encontrados en las PyME's.

<sup>6</sup> Excepto aquellas que están fuera de línea.

Casos	Resultados globales						Tamaño	Industria
	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6		
Idealab.	8	9	7	16	14	3	Medium	Venture capital
Telus Planet.	8	17	14	8	11	3	Large	Telecommunications
GROCERY GATEWAY.COM.	6	16	11	3	7	2	Medium	Food stores
EHARVEST.COM	6	13	7	5	12	2	Medium	Agricultural services
Fabulooussavings.com	4	11	4	2	9	3	Small	Business services
Bootcamp4mba.com	4	11	3	5	6	2	Small	Educational services
<b>Salesphere.com</b>	4	11	2	2	9	2	Small	Auction website
Guru.com	6	12	10	9	14	4	Small	Business services
Nash Jewellers.	4	4	2	5	5	3	Small	Appareal stores
EnglishStreet.com: English on the Internet.	4	10	6	4	9	2	Small	Educational services
<b>Celemi</b>	17	12	12	15	12	14	Medium	Educational services
DigitalThink	7	15	11	6	11	6	Medium	Internet/Training
<b>ClubTools, Inc.</b>	1	11	6	1	10	1	Small	Internet/Tools
Alibris (A)	5	15	7	4	8	2	Small	Used books
DoubleTwist, Inc	7	14	11	12	12	4	Medium	Biogenetics ASP
<b>WebVan</b>	4	17	5	3	10	3	Large	Retail stores
MooreMedical Corp	6	15	5	3	13	2	Medium	Medical supplies
KDM International	7	12	9	4	15	5	Small	Sales

Sección 1: Madurez KM	Sección 4: Potenciales activos de conocimiento
Sección 2: Capacidades para E-business	Sección 5: Innovación en la Mercadotecnia
Sección 3: Conocimiento del consumidor y mercad	Sección 6: Sistemas de Capitales

**Tabla 0-3 Concentrado de resultados de instrumento de aplicación.**

## Conclusiones

Los aspectos que se describen en el nuevo modelo de referencia resultaron estar contenidos en todos los casos que se analizaron en esta investigación, concluyendo de esta manera que dicho modelo es un reflejo de la realidad existente en los negocios, hoy en día. Además de acuerdo a lo reflejado por la herramienta de diagnóstico puedo concluir que el nuevo modelo de referencia propuesto no sólo engloba los aspectos presentes en él, sino que aunado a eso las empresas de mejor desempeño en su industria obtuvieron altas calificaciones, resultando de esta manera un reflejo de la realidad existente hoy en día. Así mismo, se observó que fue necesaria la presencia de todos los aspectos para asegurar el éxito de un negocio, lo cual no significa necesariamente el mismo grado de desarrollo en ellos, observándose diferentes combinaciones que repercuten resultados satisfactorios para su empresa.

Observé que aunque los aspectos de e-business son importante para llevar a una empresa a una dimensión más allá de sus capacidades tradicionales, la presencia única de este concepto no asegura una ventaja sostenible de posicionamiento por lo que se ve la necesidad de otros factores para lograrlo.

En contraste, las empresas con altas calificaciones en los aspectos relacionados con la Administración del Conocimiento están obteniendo buenos desempeños dentro de su industria, lo que hace pensar que los factores que necesita el e-business para establecer ventajas sostenibles de posicionamiento dentro de la empresa pueden ser ofrecidos por esta administración del conocimiento.

La combinación de una fuerte presencia de iniciativas de Administración del conocimiento con medianas capacidades de e-business puede hacer más por una empresa que si se tuviera una fuerte presencia de capacidades de e-business con mediana iniciativas de Administración del conocimiento. El modelo de referencia propuesto presenta un esquema que ofrece el primer planteamiento de este párrafo, donde se entremezclen ambos conceptos obteniendo como resultado un híbrido con características únicas.

## Resultados de las secciones 1, 4 y 6

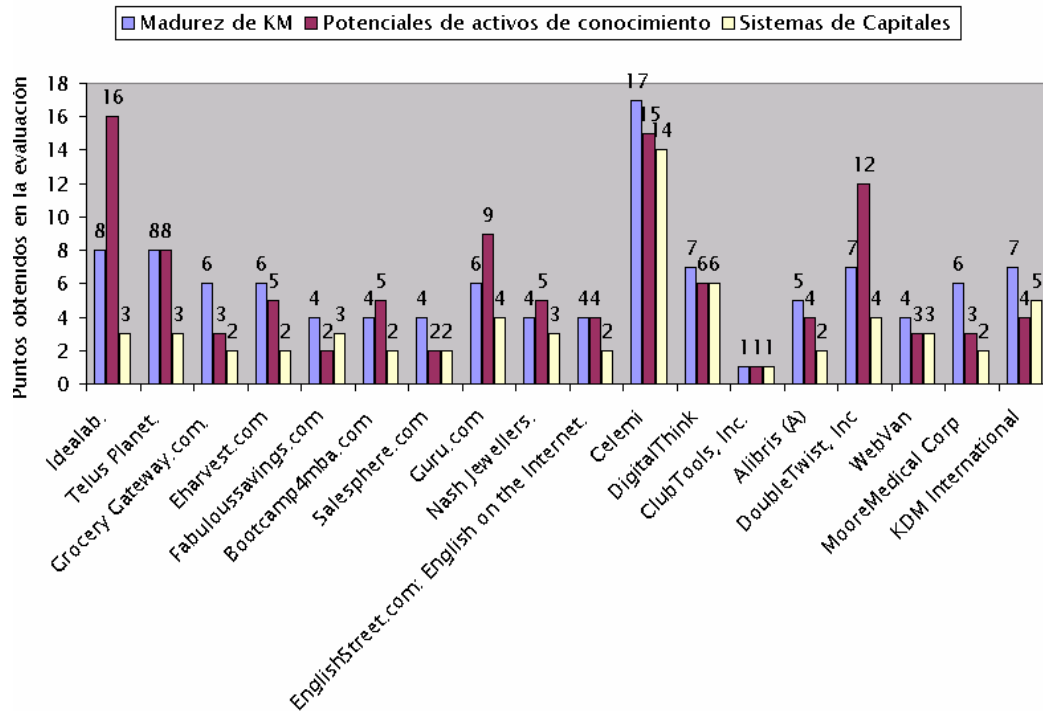


Figura 0-2 Gráfica de las secciones 1, 4 y 6.

### Referencias Bibliograficas

- [Alle, 2000] Allee, Verna. (Jul -Ago 2000). Reconfiguring the Value Network. [Online] Disponible en: <http://www.sveiby.com.au/Allee-ValueNets.htm>
- [Amor, 2000] Amor, Daniel. The E-business (R)evolution: Living and working in an interconnected world. Prentice Hall PTR. 2000. pp 7.
- [Bambury, 1998] Bambury, Paul. (1998). A taxonomy of Internet Commerce. First Monday, peer-reviewed journal on the Internet [Online]. Disponible en: [www.firstmonday.dk/issues/issue3\\_10/bambury/index.html](http://www.firstmonday.dk/issues/issue3_10/bambury/index.html)
- [Botkin, 1999] Botkin, Jim. (1999). Smart business: How knowledge communities can revolutionize your company. The Free Press. pp. 37
- [Botto, 2000] Botto, Francis. Dictionary of e-business, a definitive guide to technology and business terms. Editorial John Wiley & Sons. 2000. pp. 103.
- [Carrillo, 2002] Carrillo, Dr. Javier. Guía didáctica sobre Sistemas de Capitales. [Online] (Enero 2002) Disponible en: [http://cestec1.mty.itesm.mx/cgi-bin/csc/HN\\_sc116\\_ene2002/get/sesion4/3.html](http://cestec1.mty.itesm.mx/cgi-bin/csc/HN_sc116_ene2002/get/sesion4/3.html)
- [Carrillo 2] Carrillo, Dr. Javier. "Modelo de estructuras de capitales". Presentación en el XXXII Congreso de la Investigación y extensión del Sistema Tecnológico de Monterrey. Enero 2002.
- [Carrillo, 1999] Carrillo, F.J., 1999. Citado en: Martínez Sánchez, América. Un modelo de procesos claves de administración del conocimiento. [Online] Disponible en:
- [Daum et al, 2000] Daum, Berthold & Sëller, Markus. "The brave new world of electronic business". Success with Electronic Business. Addison-Wesley. 2000. Capítulo 2.
- [Davis et al, 1999] Davis, Stan & Meyer, Crhistopher. "Putting Blur in focus". Blur: the speed of change in the connected economy Warner Books, 1999.
- [Davis et al 2] Davis, Stan & Meyer, Crhistopher. "An economy uses resources to fulfill desires". Blur : the speed of change in the connected economy Warner Books, 1999.
- [Davis et al, 1994] Davis, Stan and Botkin, Jim. (Sep/Oct 94). The coming of knowledge-

- based business. Harvard Business Review, Vol. 72 Issue 5, p165.
- [Davis, 1997] Davis, Stan and Meyer, Christopher. (Nov/Dec '97). An economy turned on its head. *Strategy & Leadership*, Vol. 25 Issue 6, pp. 16.
- [Deise et al, 1999] Deise, Martin V. et al. Executive's guide to E-Business from tactics to strategy. Editorial John Wiley & Sons. 1999. pp. XV.
- [Deise et al 2] Deise, Martin V. et al. Executive's guide to E-Business from tactics to strategy. Editorial John Wiley & Sons. 1999. pp. XXV.
- [Doyle, 1998] Doyle, Diane B.; du Toit[\*], Adeline S.A.; South African. (Sep98). Knowledge-based enterprises: an overview. *Journal of Library & Information Science*, Vol. 66 Issue 3, p90, 9p.
- [Drucker, 1984] Drucker, Peter F. (1984). Our entrepreneurial economy. *Harvard Business Review*. pp. 59-64.
- [Hale, 2001] Hale, Brian. Merrill booms despite bursting Nasdaq bubble. Thursday 25 January 2001 [Online] Disponible en: <http://www.theage.com.au/business/2001/01/25/FFXJZ5PVBIC.html>
- [Hartman et al, 2000] Hartman, A., Sifonis, J, and Kador, J. Net Ready: Estrategias para el éxito en la Nueva Economía, Mc Graw-Hill, 2000. Primera edición en español. pp. XX.
- [Hartman et al 2] Hartman, A., Sifonis, J, and Kador, J. Net Ready: Estrategias para el éxito en la Nueva Economía, Mc Graw-Hill, 2000. Primera edición en español. pp. 109.
- [Hartman et al 3] Hartman, A., Sifonis, J, and Kador, J. "Modelos de negocios económicos avanzados". Net Ready: Estrategias para el éxito en la Nueva Economía, Mc Graw-Hill, 2000. Primera edición en español. Capítulo 4.
- [IKM, 2000] Basado en las aportaciones del Institute for Knowledge Management. (Marzo del 2000). Disponible en: [ikm.ihost.com](http://ikm.ihost.com).
- [Kalakota, 2000] Kalakota, Ravi & Robinson, Marcia. e-Business: Roadmap for success. Editorial Adison Wesley. 2000.
- [Kalakota 2] Kalakota, Ravi & Robinson, Marcia. e-Business: Roadmap for success. Editorial Adison Wesley. 2000. pp. 5.
- [Kodama, 1999] Kodama, Mitsuru. (November 3, 1999). Strategic business applications and new virtual knowledge-based businesses through community-based information networks. *Information Management & Computer Security*, Vol. 07, Issue 4, 14 p, pp. 186-199
- [Malhotra, 2000] Malhotra, Yogesh. (Summer 2000). Knowledge management for E business performance: advancing information strategy for "Internet time". *Information strategy, The Executive's Journal*. Vol. 16 (4), pp 5-16.
- [Marcos, 1998] Marcos, Ma. del Socorro J. Manual para la elaboración de tesis. Tesis I MATI-PGIT. Editorial Trillas. 1998. pp. 52.
- [Marcos 2] Marcos, Ma. del Socorro J. Manual para la elaboración de tesis. Tesis I MATI-PGIT. Editorial Trillas. 1998. pp. 54.
- [Martínez, No date] Martínez Sánchez, América. Un modelo de procesos claves de administración del conocimiento. [Online] Disponible en: <http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/Transferencia53/eli5-53.html>
- [Mesenbourg, 2001] Mesenbourg, Thomas L., Assistant Director for Economic Programs. Bureau of the Census. (2001). *Measuring Electronic Business: Definitions, Underlying Concepts, and Measurement Plans* [Online]. Disponible en: [www.census.gov/epcd/www/ebusines.htm](http://www.census.gov/epcd/www/ebusines.htm)
- [Myers, No date] Citados por Myers, Michael D. *Qualitative Research in Information Systems*. [Online] Disponible en: <http://www2.auckland.ac.nz/msis/isworld/#Overview%20of%20Qualitative%20Research>.
- [Neef, 1997] Neef, Dale. (September 1997). Making the Case for Knowledge Management: The Bigger Picture. [Online]. Disponible en: [www.businessinnovation.ey.com/research/electr/overviewf.html](http://www.businessinnovation.ey.com/research/electr/overviewf.html)
- [North, No date] North, Martin & Osborn, David. (No date). *E-Business Today, Big Business Tomorrow*. [Online] Booz-Allen & Hamilton's E-Business

- Group. Disponible en: [www.bah.com/viewpoints/insights/ebiz\\_ebusiness\\_2.html](http://www.bah.com/viewpoints/insights/ebiz_ebusiness_2.html)
- [OECD, 1999] Organization for Economics and Commerce Developmet. (Febrero 1999). Presentación ejecutiva. Página 4. Disponible en: [www.oecd.org/subject/e\\_commerce/ebooks/009-026.pdf](http://www.oecd.org/subject/e_commerce/ebooks/009-026.pdf).
- [Rappa, 2000] Rappa, Michael. (2000). Business Models on the web [Online]. NC State University. Disponible en: [ecommerce.ncsu.edu/business\\_models.html](http://ecommerce.ncsu.edu/business_models.html)
- [Rayport, No date] Rayport, Jeffrey F. (No date). The Truth about Internet Business models: In the end, and e-business is just another business. [Online] Disponible en: [www.strategy-business.com/briefs/99301/page1.html](http://www.strategy-business.com/briefs/99301/page1.html)
- [Rozwell et al, 1999] Rozwell, C. & Berg, T. ( 27 September 1999). How to Devise a Practical, Effective E-Business Strategy , Strategic Analysis Report. Gartner Group.
- [Siropolis, 1990] Siropolis, Ncholas C. Small Business Management: A guide to entrepreneurship. Houghton Mifflin Company. 1990. pp. 19.
- [Skyrme, 2001] Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from ebusiness to k-business. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 62.
- [Skyrme 2] Adaptado de Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from e-business to kbusiness. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 64.
- [Skyrme 3] Adaptado de Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from e-business to kbusiness. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 65.
- [Skyrme 6] Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from ebusiness to k-business. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 66.
- [Skyrme 7] Skyrme, David J. "K-business: new markets, mew models". Capitalizing on Knowledge: from e-business to kbusiness. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. Chapter 3.
- [Skyrme 8] Skyrme, David J. "K-business: new markets, mew models". Capitalizing on Knowledge: from e-business to kbusiness. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 224.
- [Skyrme 9] Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from ebusiness to k-business. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 229.
- [Skyrme 10] Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from ebusiness to k-business. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 234.
- [Skyrme 11] Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from ebusiness to k-business. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 244.
- [Skyrme 12] Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from ebusiness to k-business. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 246.
- [Skyrme 13] Skyrme, David J. Capitalizing on Knowledge: from ebusiness to k-business. Butterworth-Heinemann. First print. London, 2001. pp. 236 - 237.
- [Skyrme, 2002] Skyrme, David J. and Debra M. Amidon. Creating the Knowledge-based Business. Key lessons from an international study of best practice [Online]. (Enero de 2002) Disponible en: <http://www.skyrme.com/pubs/kmreport.htm>
- [Skyrme 2002] Skyrme, Dr. David J. BA, MA, D.Phil. [Online] (Enero 2002) Disponible en: <http://www.skyrme.com/david.htm>
- [Sveiby, 1998] Sveiby, Karl-Erik. (8/07 1998). Fourteen Ways to Charge for Knowledge. [Online]. Disponible en: <http://www.sveiby.com.au/FourteenWays.htm>
- [Sveiby, 2000] Sveiby, Karl-Erik. (4/12 2000). A Knowledge-based Theory of the Firm to guide Strategy Formulation. [Online]. Paper presented at ANZAM conference Macquarie University Sydney. Disponible en: <http://www.sveiby.com.au/knowledgetheoryoffirm.htm>

- [Tapscott et al 2] Tapscott, Don; Ticoll, David and Lowy, Alex. Digital capital: harnessing the power of business webs. Harvard Business School Press. 2000. pp. 17,
- [Tapscott et al 3] Tapscott, Don; Ticoll, David and Lowy, Alex. Digital capital: harnessing the power of business webs. Harvard Business School Press. 2000. pp. 19
- [Tapscott et al 4] Tapscott, Don; Ticoll, David and Lowy, Alex. Digital capital: harnessing the power of business webs. Harvard Business School Press. 2000. pp. 30
- [Tapscott et al, 2000] Tapscott, Don; Ticoll, David and Lowy, Alex. Digital capital: harnessing the power of business webs. Harvard Business School Press. 2000.
- [Tapscott, 1995] Tapscott, Dan. The Digital Economy, promise and peril in the Age of Networked Intelligence. McGraw Hill. 1995. pp. 9.
- [Tapscott, 2000] Tapscott, Don et al. Digital capital: harnessing the power of business webs.. Harvard Business School Press. 2000. Capítulo 1.
- [Tellis, 1997] Citados por Tellis , Winston. Introduction to Case Study. *The Qualitative Report*, Volume 3, Number 2, July, 1997. [Online] Disponible en: <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR3-2/tellis1.html>
- [Tetteh, 2001] Tetteh, Emmanuel & Burn, Janice. (2001). Global strategies for SME-business: applying the SMALL framework. *Logistics Information Management*. Volume 14 . Number 1/2 . pp. 171±180 # MCB University Press.
- [Timmers 2] Timmers, Paul; European Commission, Directorate-General III. (April 1998). Business Models for Electronic Markets. EM Electronic Markets. Vol.8, No.2. pp. 3-8 [Online]. Disponible en: [www.electronicmarkets.org/netacademy/publications.nsf/all\\_pk/949/\\$file/v8n2\\_timmers.pdf?OpenElement&id=949](http://www.electronicmarkets.org/netacademy/publications.nsf/all_pk/949/$file/v8n2_timmers.pdf?OpenElement&id=949). pp 4.
- [Timmers, 1998] Timmers, Paul; European Commission, Directorate-General III. (April 1998). Business Models for Electronic Markets. EM Electronic Markets. Vol.8, No.2. pp. 3-8 [Online]. Disponible en: [www.electronicmarkets.org/netacademy/publications.nsf/all\\_pk/949/\\$file/v8n2\\_timmers.pdf?OpenElement&id=949](http://www.electronicmarkets.org/netacademy/publications.nsf/all_pk/949/$file/v8n2_timmers.pdf?OpenElement&id=949)
- [Tovstiga et al, 2000] Tovstiga, George & Fantner, Ernest J. (2000). Implications of the dynamics of the new networked economy for e-business start-ups: the case of Philips' Access Point. *Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy*. Volume 10 . Number 5 . pp. 459±470. # MCB University Press.
- [van Hooft et al, 2001] van Hooft, Floris P.C. & Stegwee, Robert A. (2001). E-business strategy: how to benefit from a hype. *Logistics Information Management*. Volume 14 . Number 1/2. pp. 44±53. MCB University Press.
- [Voss, 2000] Voss, Chriss. (Spring 2000) Developing an eService strategy. *Business Strategy Review*, pp 21-33.
- [WBG, No date] Grupo de Banco Mundial. What is a SME? [Online] Disponible en: [http://www.ifc.org/sme/html/sme\\_definitions.html](http://www.ifc.org/sme/html/sme_definitions.html)
- [Webmergers, 2000] Year 2000 Shutdowns. Disponible en: <http://www.webmergers.com/editorial/article.php?id=2>
- [Werbach, 2000] Werbach, Kevin. (May/Jun2000). Syndication. *Harvard Business Review*, Vol. 78 Issue 3, p84, 10p, 3c.

Visiones de la Relación Cliente Producto: Mercadotecnia y Tecnología Enlazadas.

Ricardo Thierry <sup>1,2</sup> y Eliseo Vilalta y Perdomo <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey  
Centro Interdisciplinario de Tecnologías para la Industria  
División de Ingeniería y Arquitectura  
Campus Ciudad de México

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Ciudad de México  
División de Ingeniería y Arquitectura  
Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas



## Abstract

Las condiciones actuales en México ofrecen un panorama poco alentador para los próximos años debido principalmente a que los objetivos planteados por el gobierno sólo visualizan la recuperación de terreno perdido y no la ascensión al nivel de vida que se ha venido prometiendo desde hace poco más de 26 años. Es de considerarse el hecho de que a pesar de las tormentosas condiciones económicas, producto de nuestra vieja política de pedir prestado o financiarnos con el Capital de la usura, el país como tal todavía exista.

Kotler define el producto como: "cualquier cosa que puede ser ofrecida a un mercado para atención, adquisición, uso o consumo que pueda satisfacer una necesidad o un deseo". Los tres niveles de un producto según Kotler son: 1. El "Core Product" o la Esencia del Producto; 2. El Producto Tangible; y el Producto Aumentado. Este concepto se puede empatar con el del Dr. Genichi Taguchi, presentando similitudes con los de mercadotecnia, en cuanto a que al visualizar la tecnología (o producto en este caso) como el punto de partida o el foco central de atención vamos generando un flujo hacia el mismo cliente. Aquí el modelo de Kotler se asemeja en cuanto a considerar un núcleo fuerte de producto como clave del éxito. En este sentido la Robustez de una tecnología o un diseño específico de producto consiste en ese núcleo ("core") sólido. La creación de nuevos negocios debe consistir en eso precisamente: Nuevos Negocios. Y no buscar acomodarse sólo en el sector servicios (restaurantes, compra-venta) donde hoy nos vemos invadidos por franquicias y marcas extranjeras. Estos sólo serán exitosos sonados cuando incluyan en su fórmula la Tecnología (la aplicación práctica del conocimiento científico) y la Mercadotecnia (la satisfacción de las necesidades del cliente) evitando así las dos caras de la dependencia.

Este Binomio: Mercadotecnia y Tecnología, puede ser equiparado al binomio: Cliente y Producto. Efectivamente crecer en ambos sentidos es una necesidad ya que la batalla en contra de la dominación y en favor de nuestro desarrollo se debe pelear en estos dos frentes.

El presente artículo, busca revisar algunas de las visiones o perspectivas que respecto al Cliente se han expresado en el ámbito de la Mercadotecnia y su relación con el Producto, su diseño y las relaciones que ligan a ambos: Cliente/Producto, a través de la Mercadotecnia y Tecnología como ambientes más generales según creemos. En realidad todas las visiones consideran ambos conceptos, el énfasis en uno de ellos es la diferencia que priva en su aplicación. La solución a este conflicto, si es que pudiéramos considerarlo así, se puede hallar en la formación de equipos multidisciplinarios que consideren representantes de las áreas tecnológicas o de producto y de mercadotecnia o servicio a cliente.

En este sentido el énfasis hacia la tecnología no va reñido con la mercadotecnia, tan sólo estamos presuponiendo que el concepto tecnológico debe ser nuestro énfasis primario. La aplicación del conocimiento sólo se puede hacer teniendo este y logrando la concurrencia del concepto de mercado en la elección de la aplicación.

No es con un enfrentamiento de tecnologías contra los países poderosos como nosotros podremos salir adelante. Es en la búsqueda de espacios tecnológicos no capturados donde podremos encontrar nuestras oportunidades. Ya Henry Mintzberg en su libro "Estrategia" los menciona como los corredores o pasillos organizacionales. En este caso podríamos llamarlos corredores industriales o económicos no ocupados.

Un enfoque indirecto en este caso nos proveería con la ventaja. En la solución de conflictos no siempre el enfrentamiento o la confrontación es lo mejor. La historia así lo dicta.

**Palabras Claves:** *Mercadotecnia, Tecnología, Logística, Globalización, Diseño, Diseño Robusto, Calidad, Estrategia, PYMES, Innovación, Desarrollo, Emprendedores, Mercadotecnia Industrial.*

**Área: Administración y Negocios**  
**Coordinadora de área: Dra. Irma Adriana Gómez**  
**Cavazos**

**Capital humano**

**Coordinadora de mesa: Ing. Ana Catalina Treviño González**

# LA “PERSONA FEMSA” UNA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS VALORES EN UNA EMPRESA: EL CASO ORIZABA

Rafael De Gasperin Gasperin, Gonzalo Garza Gonzalez

Los sistemas de Calidad Total han colaborado significativamente en el proceso de mejora continua de las organizaciones; sin embargo, se ha detectado que el factor humano presenta problemas en el orden actitudinal que no permiten la mayoría de las veces su desarrollo integral. El objetivo general de este programa se basa en la formulación de un nuevo perfil de colaborador en la empresa que en lo consecutivo sería denominado “La Persona FEMSA”

Así, partiendo de los valores declarados por la empresa se procedió a:

- 1) La distinción entre los valores orientados al producto y los valores orientados al productor
- 2) La distinción entre los valores orientados al quehacer y los valores orientados a la persona.
- 3) La distinción en el quehacer de aquellos valores que ayudan a las personas a ser más productivas y aquellos que despiertan el espíritu crítico
- 4) La distinción en la persona de aquellos valores orientados a hacerla más decidida y aquellos que ayudan a tener mejores relaciones con los demás.

Las distinciones tuvieron como base teórica la propuesta metodológica de S. Simon y P. Serbinin [1]

A partir de los consensos y la jerarquización de los valores con los grupos de trabajo tanto de confianza como sindicalizados, se logro abarcar el 100% de los colaboradores con una interpretación común y generar una nuevo perfil de colaborador FEMSA basado en los valores declarados en la misión, así como las recomendaciones por área laboral (confianza o sindicalizado) para la aplicación de programas de capacitación basados en valores

Palabras clave: Principio de obligatoriedad, clarificación de valores, “Persona FEMSA”, distinciones, colaboradores, nuevo perfil, generación de consensos.

## 1. Introducción

En el mes de noviembre del año 2000 iniciaron las negociaciones entre el ITESM Campus Central de Veracruz y La Cervecería Cuauhtémoc en Orizaba a fin de acordar el inicio del proyecto llamado "La persona FEMSA".

La Cervecería Cuauhtémoc fue fundada en 1890 en Monterrey, Nuevo León, y ahora es la piedra angular de FEMSA. En 1985, se fusionó con la *Cervecería Moctezuma*, por lo que cambió su razón social a *Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, S.A. de C.V.*

A la fecha FEMSA Cerveza trabaja para ser una organización de mercadotecnia de clase mundial que genere valor a través del desarrollo de un sistema integral de negocios enfocado al consumidor. El mercado potencial de cerveza en México es de 63 millones de consumidores y crece a un ritmo de 1 millón de personas al año. FEMSA Cerveza atiende aproximadamente a 270 mil detallistas en México. Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma cuenta con tres de las cinco marcas líderes en la industria nacional.

FEMSA Cerveza produce y distribuye reconocidas marcas de cerveza como Tecate, Tecate Light, Carta Blanca, Superior, Sol, Dos Equis Lager, Dos Equis Ambar, Indio, Bohemia y Noche Buena, entre otras. Desde 1994 mantiene una alianza estratégica con Labatt Brewing Company / Interbrew, que tiene una participación del 30% del capital de FEMSA Cerveza.

FEMSA Cerveza está integrada actualmente por seis plantas productoras en México en la ciudades de:

Guadalajara, Monterrey, Navojoa, Orizaba, Tecate, Toluca. Colaboran en ellas un total de 16,263 personas.

FEMSA Cerveza en Orizaba maneja a la fecha de la negociación del proyecto con el ITESM-CCV un aproximado de 1.300 colaboradores, lo que implica un 13% del total del grupo.

Cada una de sus seis modernas cervecerías ha obtenido la certificación internacional de calidad ISO 9002, así como las certificaciones de Industria Limpia otorgadas por el gobierno federal. Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma exporta sus marcas principalmente a Estados Unidos, y a otros países de Europa, Asia y América Latina.

La filosofía de FEMSA respalda la calidad de los productos y servicios que la empresa proporciona a sus clientes. En ella se concentran los más altos valores que el corporativo busca, promueve y defiende entre su gente: pasión por el servicio; enfoque al cliente / consumidor; innovación y creatividad; calidad y productividad; respeto; desarrollo integral y excelencia del personal.

De esta filosofía se desprende que los colaboradores son hombres y mujeres capacitados y motivados hacia una mejora continua.

"Crear valor a la sociedad a través del desarrollo de empresas e instituciones", es el propósito a largo plazo que da sentido de trascendencia a FEMSA.

FEMSA es la compañía de bebidas más grande de México, cuya misión es:

"satisfacer y agradar con excelencia al consumidor de bebidas"

Consideran a sus consumidores y clientes la parte más importante de la empresa y por ello, aceptan con gusto el compromiso de ofrecerles las mejores marcas, productos y servicios.

El personal en FEMSA cree firmemente que la excelencia sólo da frutos cuando se confía en gente talentosa, con energía y un alto compromiso con la calidad esta visión permite compartir entre todos los que forman parte de la empresa, el escenario ideal al que quieren llevar a la organización en el futuro.

Desde su fundación, hace más de 110 años, la Cervecería Cuauhtémoc, ha formado parte importante del progreso económico y del desarrollo social de las regiones del país en las que participa. Este hecho enorgullece y a sus miembros y los obliga a conservar este objetivo como el motor que impulsa a continuar contribuyendo significativamente al desarrollo social de México

México vive una época de cambios en donde las estructuras políticas, económicas, sociales, y administrativas deben armonizarse en el contexto del desarrollo internacional de lo global.

Hay dos conceptos de desarrollo. El concepto que fue usual durante muchos años y era la idea de que el desarrollo tecno-científico, económico, bastaba para remolcar, como una locomotora, los vagones de todo el tren del desarrollo humano, es decir: libertad, democracia, autonomía, moralidad. Pero, lo que se ve hoy día ,es que es un hecho que estos tipos de desarrollo han traído muchas veces subdesarrollos mentales, psíquicos y morales.

Es evidente que el problema fundamental es el desarrollo humano...la idea del desarrollo sostenible introdujo la idea del porvenir del planeta, del porvenir de los seres humanos, y también la necesidad de la salvaguardia vital de los humanos, que es una consideración ética.[2]

Por ello, la preocupación fundamental en Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma en Orizaba es resultado de la obligación de contribuir al desarrollo social de México y construir una nueva cultura organizacional basada en principios y valores que declarados en la misión dieran a la comunidad veracruzana el perfil de ciudadano que el México de hoy necesita.

Para ello se establecieron los siguientes objetivos:

#### I Objetivo General del programa

1.- Construir el perfil - por medio de la clarificación de valores y del consenso - del nuevo colaborador en la empresa al que se le denominaría en lo consecutivo "Persona FEMSA"

#### II. Objetivos particulares del programa

2.1 Construir la noción de "Persona FEMSA"

2.2 Llevar a cabo el programa de sensibilización en dos fases: Personal de confianza (300 colaboradores) Personal sindicalizado ( 1000 colaboradores)

2.3 El programa tendría la duración de un año en el que se cubriría el total de colaboradores

2.4 La técnica que se utilizaría en el programa sería la de clarificación de valores

2.5 Las distinciones estarían basadas en la propuesta metodológica de S. Simón y P. Serbinin

2.5 Se cuidará el principio de obligatoriedad como motor de compromiso con la misión

## 2. Metodología

Hacer realidad los objetivos expuestos era lo que el Campus Central de Veracruz del Tecnológico de Monterrey comprometía en la negociación, surgió entonces la pregunta natural y de gran riesgo.

¿Cómo lograr la construcción real de la “Persona FEMSA” para con ello hacer caminar a la organización en la aplicación de los valores declarados en la misión?

Tras la revisión de diferentes teorías y técnicas para la formación en valores conjuntamente, la empresa y el instituto decidieron el uso de la técnica de clarificación de valores

La clarificación de valores parte del *a priori* valoral que tiene toda persona en su mente e intenta poner en contacto “vivencialmente” a la persona con sus valores concebidos de modo que se dé cuenta si los está realizando o no; si quiere realizarlos o no.

Esta técnica no enseña los valores, sino los reconoce y saca a la luz como tales y ayuda a la persona a que se dé cuenta de si está o no comprometida, si es o no auténtica, si está dispuesta a vivir y a morir por algo que para ella tiene sentido. [3]

Es un proceso mediante el cual aumentamos la probabilidad de que, ya sea en nuestra forma de vida en general o en alguna decisión en particular, los valores tengan, en primer lugar, un valor positivo para nosotros y, en segundo, sean constructivos dentro del contexto social. [4]

Como consecuencia del desarrollo del proceso de valoración y del compromiso con los valores se producirá un crecimiento personal con evidentes repercusiones a nivel individual y social.[5]

Raths y colaboradores destacan el efecto de integración personal que tiene la clarificación de valores: "La clarificación de valores se propone ayudar a las personas para que lleguen a darse más cuenta de lo que aprecian, de sus elecciones y acciones, así como de las formas mediante las cuales todo ello puede ser integrado" [6]

Para el logro de ello se han explicitado los ejes específicos mediante los que se pretende las distinciones de los valores:

1. Ayuda a las personas a ser más decididas.
2. Ayuda a las tener mejores relaciones con los demás.
3. Ayuda a las personas a ser más productivas.
4. Ayuda a las personas a despertar el sentido crítico.

Con la base teórica (clarificación de valores) el planteamiento del problema (La construcción de la Persona FEMSA) y la metodología propuesta de S. Simón y P. Serbinin se pretende contribuir al desarrollo moral de la comunidad Orizabeña, en la medida en que, los colaboradores de Cervecería representan un grupo importante de la misma al ser esta empresa la más importante de la región, es ejemplo en su comunidad al testimoniar los valores FEMSA (Innovación, creatividad, productividad, creatividad, desarrollo integral, enfoque al cliente consumidor, respeto, pasión por el servicio, excelencia de personal, austeridad, integridad y honestidad)

Un aspecto teórico que se atendió con mucha delicadeza fue este: nunca de la percepción de que algo es beneficioso, nace la conciencia de que “debe ser”; ni tampoco de la percepción de que algo es perjudicial, nace nunca la de que “esto no debe ser”; no existe ninguna presión exógena forzosa capaz de generar ese elemento categórico de la conciencia, ese carácter absoluto del consciente expresado como “debo hacer esto” o “no debo hacer aquello” [7] de ahí que se

enfatará la distinción entre el sentimiento de obligación y el principio de obligatoriedad. El primero refiere a las acciones que se hacen por gusto y el segundo es el motor que provoca la responsabilidad de vivir en los valores declarados por una cultura u organización.

Hoy en día, las organizaciones que cuentan con altos estándares de desempeño y están regidas por las normas de calidad pertinentes buscan el fortalecimiento tanto de sus principios organizacionales como la clarificación e interpretación concensada de sus valores. Éste es el caso de Cervecería.

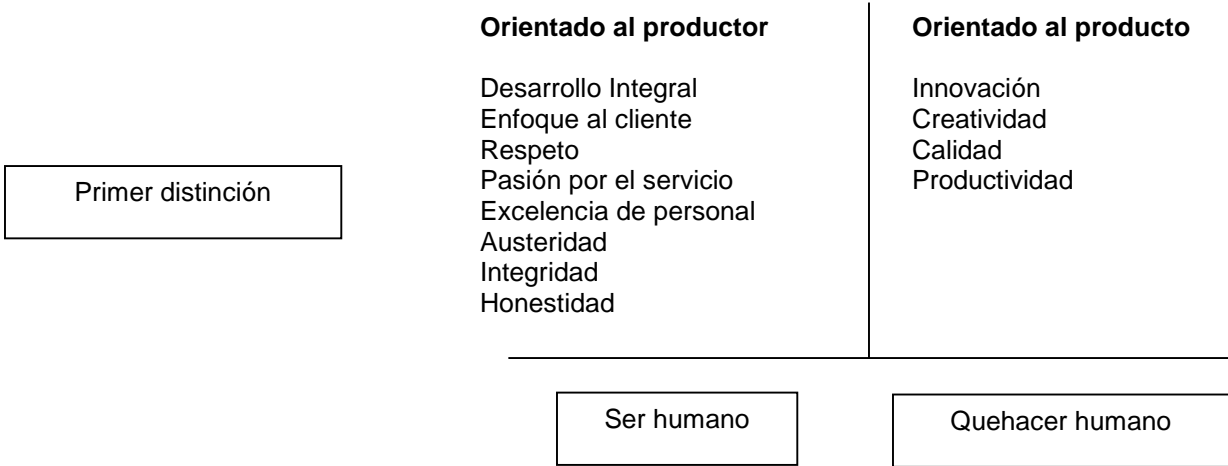
Aunque sabemos que los valores son una inversión a largo plazo se pretende que con el proceso de clarificación de valores el colaborador FEMSA adquiera un mayor compromiso con la organización al percatarse del principio de obligatoriedad que adquiere en su relación con la misma.

**3. Discusión y resultados**

Para el logro de la sensibilización de lo que significa ser “Persona FEMSA” se siguieron los siguientes pasos:

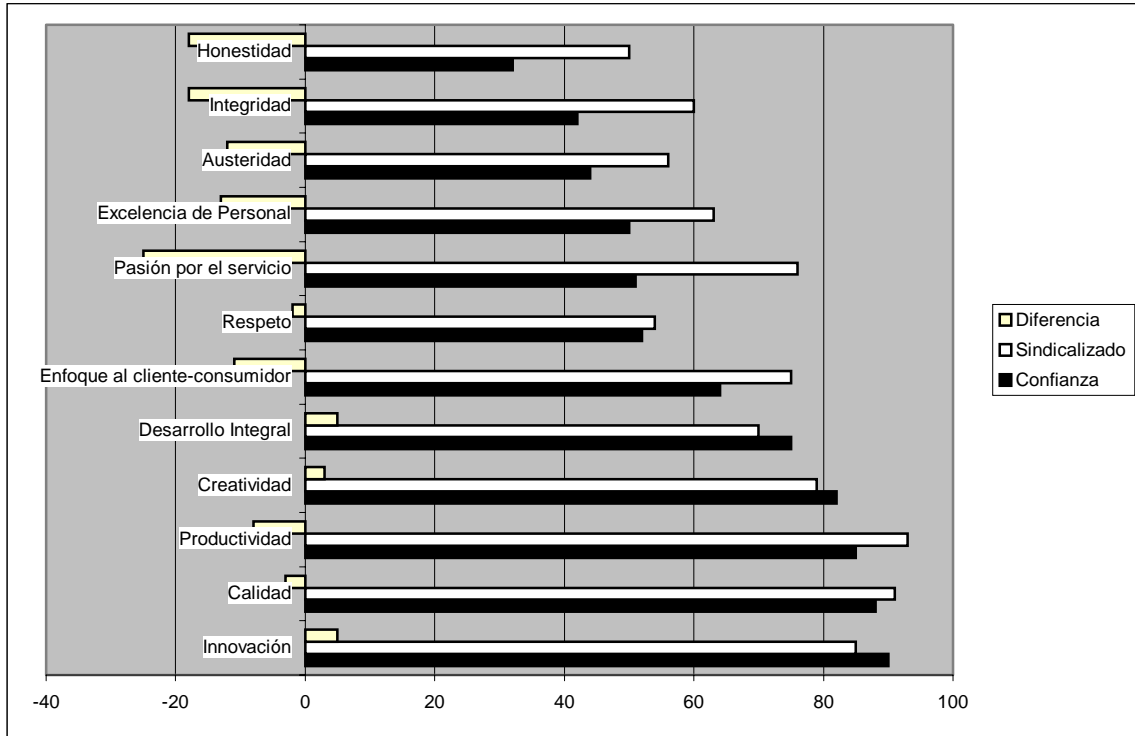
Primer paso:

Se establecieron las distinciones de los valores orientadas al productor y las orientadas al producto. Los grupos tenían que tener claro cuáles y cuántos son los valores que están relacionados con la tarea a desarrollar y cuantos consigo mismo. La pregunta que ayudó a esta primera distinción fue: ¿Cuáles son los valores que se observan en el producto? Dando como resultado de la distinción la siguiente clasificación.



Posterior a la primer distinción se aplicó una encuesta a los colaboradores de la empresa con una grado de confiabilidad en la muestra del 95% para personal de confianza y del 90% para personal sindicalizado según la tabla de tamaños de muestra de la ANE (Asociación Nacional para la Educación de los Estados Unidos de Norteamérica) Las tendencias fueron las siguientes:





	Colaboradores de confianza	Colaboradores sindicalizados	Diferencia
Innovación	90%	85%	5%
Calidad	88%	91%	-3%
Productividad	85%	93%	-8%
Creatividad	82%	79%	3%
Desarrollo Integral	75%	70%	5%
Enfoque al cliente-consumidor	64%	75%	-11%
Respeto	52%	54%	-2%
Pasión por el servicio	51%	76%	-25%
Excelencia de Personal	50%	63%	-13%
Austeridad	44%	56%	-12%
Integridad	42%	60%	-18%
Honestidad	32%	50%	-18%

En ambos grupos los valores que están orientados al producto son los que tienen la ponderación más alta.

Entre los colaboradores de confianza y los colaboradores sindicalizados, los valores orientados al producto y/o a la tarea tienen promedio global de 86.25% en los primeros y en un 87% en los segundos, obteniendo una diferencia entre ambos grupos del 1.25% en el promedio porcentual, la cual no es significativa. Además de ser los valores que aparecen como los más importantes, definidos y visibles tanto en el proceso como en las personas.

De ello puede concluirse que los valores que se observan como los más importantes para la organización son los que están orientados al producto, es decir, la innovación, la creatividad, la calidad y la productividad, estos son los valores que la persona FEMSA tiene interiorizados como un estilo de vida.

Esto nos da la información necesaria para poder insistir en lo que refiere a los valores que rigen al productor ( Respeto, honestidad, Austeridad, Integridad, excelencia de personal, desarrollo integral) que a los que rigen al producto (Calidad, Productividad, Innovación y Creatividad), ya que, de entrada los propios proceso de certificación de calidad y el enfoque a la tarea que caracteriza a la organización han desarrollado en los colaboradores las habilidades necesarias para la "Persona FEMSA" en lo referente a su quehacer.

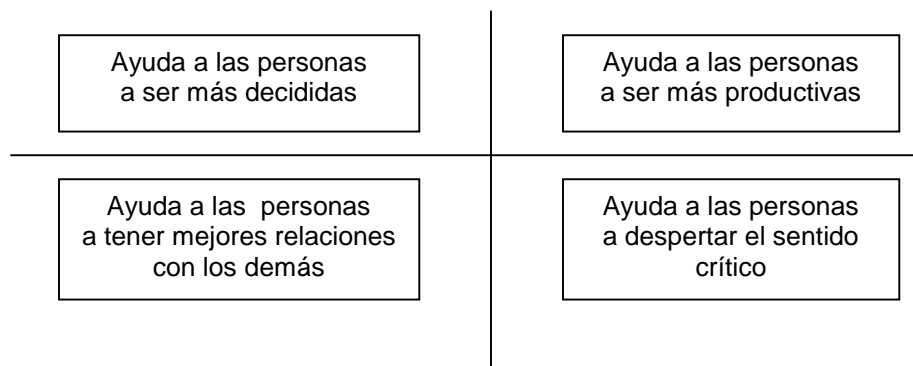
En los colaboradores de confianza y los colaboradores sindicalizados, se encuentra un promedio global de 51.25% en los primeros y en un 63.6 % en los segundos respectivamente, obteniendo una diferencia 12.4% en el promedio porcentual de los mismos, demostrando que el personal sindicalizado percibe más atención a los valores orientados al productor-colaborador que los del personal de confianza. Aun cuando la diferencia porcentual entre ambos grupos no es relevante se hace necesario acotar que los valores menos observables en la organización son la austeridad y la honestidad por ambos grupos.

Al tener el mapa conceptual del comportamiento e interpretación de los valores en la organización, tanto de parte de los colaboradores de confianza como de los colaboradores sindicalizados, se dio el segundo paso en el proceso para la búsqueda de una interpretación común, enfatizando en los valores que están orientados al productor, a la relación, al colaborador, ya que, tenían mayor discrepancia interpretativa o la percepción era mínima en las actitudes y comportamientos en los colaboradores de la organización.

Segundo paso:

En el segundo paso del proceso y con el fin de lograr mayor precisión en los valores en que había mayor discrepancia interpretativa y menor manifestación de uso y hábitos en los colaboradores se utilizó la metodología propuesta por S. Simon y P. Serbinin en su texto Values Concepts and Techniques de la la National Education Association

Por medio de esta metodología se clasificaron los valores en cada uno de los cuadrantes



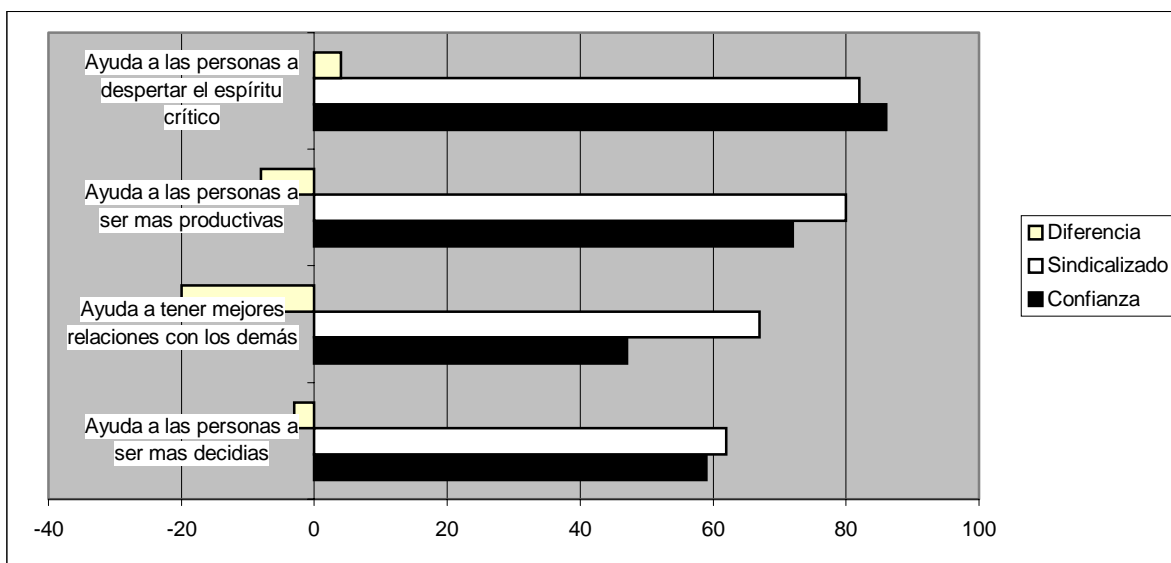
<i>Ayuda a las personas a ser más decididas</i>	Personal de confianza	Personal sindicalizado
Respeto	52%	54%
Desarrollo integral	75%	70%
Excelencia de personal	50%	63%

<i>Ayuda a las personas a ser más productivas</i>	Personal de confianza	Personal sindicalizado
Calidad	88%	91%
Productividad	85%	93%
Austeridad	44%	56%

<i>Ayuda a tener mejores relaciones con los demás</i>	Personal de confianza	Personal sindicalizado
Enfoque cliente-consumidor	64%	75%
Honestidad	32%	55%
Integridad	42%	60%
Pasión por el servicio	51%	76%

<i>Ayuda a despertar el espíritu crítico</i>	Personal de confianza	Personal sindicalizado
Innovación	90%	85%
Creatividad	82%	79%

El comportamiento estadístico mostró la siguiente tendencia



Por ello, en el proceso de la construcción de la "Persona Femsa" se dio prioridad a los grupos de trabajo constituidos por colaboradores de confianza, ya que, tenían menor incidencia en comportamientos que favorecieran las relaciones con los demás y que les ayudara a ser personas más decididas

	Confianza	Sindicalizado	Diferencia
Ayuda a las personas a ser más decididas	59%	62%	-3%
Ayuda a tener mejores relaciones con los demás	47%	67%	-20%
Ayuda a las personas a ser más productivas	72%	80%	-8%
Ayuda a las personas a despertar el espíritu crítico	86%	82%	4%

Debido a los resultados las prioridades para la siguiente y última fase de clarificación de valores se clasificaron en la siguiente forma:

- 1.- Reunir a los equipos de personal de confianza para trabajar el desarrollo de los valores de honestidad, Integridad, pasión por el servicio y enfoque al cliente consumidor, en ese orden, para que las personas mejoren sus relaciones con los demás.
- 2.- Reunir a los equipos de personal de confianza para trabajar el desarrollo de los valores de excelencia de personal y respeto, en ese orden, para que las personas sean más decididas.
- 3.- Reunir a los equipos de personal sindicalizado para trabajar el desarrollo de los valores de honestidad e integridad, en ese orden, para que las personas mejoren sus relaciones con los demás.
- 4.- Reunir a los equipos de personal sindicalizado para trabajar el desarrollo de los valores de respeto, excelencia de personal, desarrollo integral, en ese orden, para que las personas sean más decididas.
- 5.- Reunir a los equipos de personal de confianza y sindicalizados para trabajar el desarrollo del valor de austeridad para ayudar a las personas a ser más productivas.
- 6.- Reunir al equipo de Recursos Humanos para el desarrollo e implementación de los programas de capacitación tomando como base los ejes anteriores y así fortalecer actitudes y valores en el comportamiento de la "Persona FEMSA" lograda en el proceso de distinción, clarificación y clasificación de los mismos.

#### **4. Conclusiones**

Debido al nivel de confiabilidad de la encuesta del 95% en personal de confianza y del 90% en personal sindicalizado, todos aquellos valores que se ponderaron por encima del 70% no se recomiendan trabajar por el momento, esto es, en el personal de confianza; el desarrollo integral, la calidad, la productividad, la innovación y la creatividad y en el personal sindicalizado; el enfoque al cliente consumidor, Pasión por el servicio, la calidad, la productividad, la innovación y la creatividad.

Con esto culmina la fase del proyecto donde los colaboradores FEMSA lograron distinciones entre lo que cada uno - desde sus valoraciones y/o juicios personales - consideraba como un valor, percatándose que los valores son declaraciones que se hacen en la vida cotidiana y que es necesaria una interpretación común para que exista un ambiente de colaboración y armonía en el clima organizacional; así mismo, la interpretación colectiva redujo el uso de la opinión individualizada preponderando el valor como declaración de la organización. Esto permitió que el colaborador haciendo uso de las distinciones, descubriera el principio de obligatoriedad, mismo que se declara como motor fundamental para el cumplimiento de la formación como "Persona FEMSA". El tener claros los valores deja al colaborador un marco de acción que le permite declararse como "Persona FEMSA" siempre en la medida en que cada uno siga las normas que los rigen.

En el siglo XVI Montaigne mencionó: "Más vale una cabeza bien hecha que una cabeza muy llena" No se trata de acumular conocimientos, sino de organizarlos en función de los puntos estratégicos más importantes. No se trata de reducir las globalidades a sus partes elementales, ni de separar, sino de distinguir y de relacionar. Jean Jacques Rousseau en Emile dice: "Quiero enseñarle la condición humana". La enseñanza de la condición humana, que es una necesidad de toda cultura humanista, es una necesidad aún mayor en nuestra era, en que el conjunto de la humanidad vive en una comunidad de destino sometida al mismo problema de vida y de muerte. Justamente en este contexto se puede concebir un vínculo entre el conocimiento científico y el de las humanidades.[8]

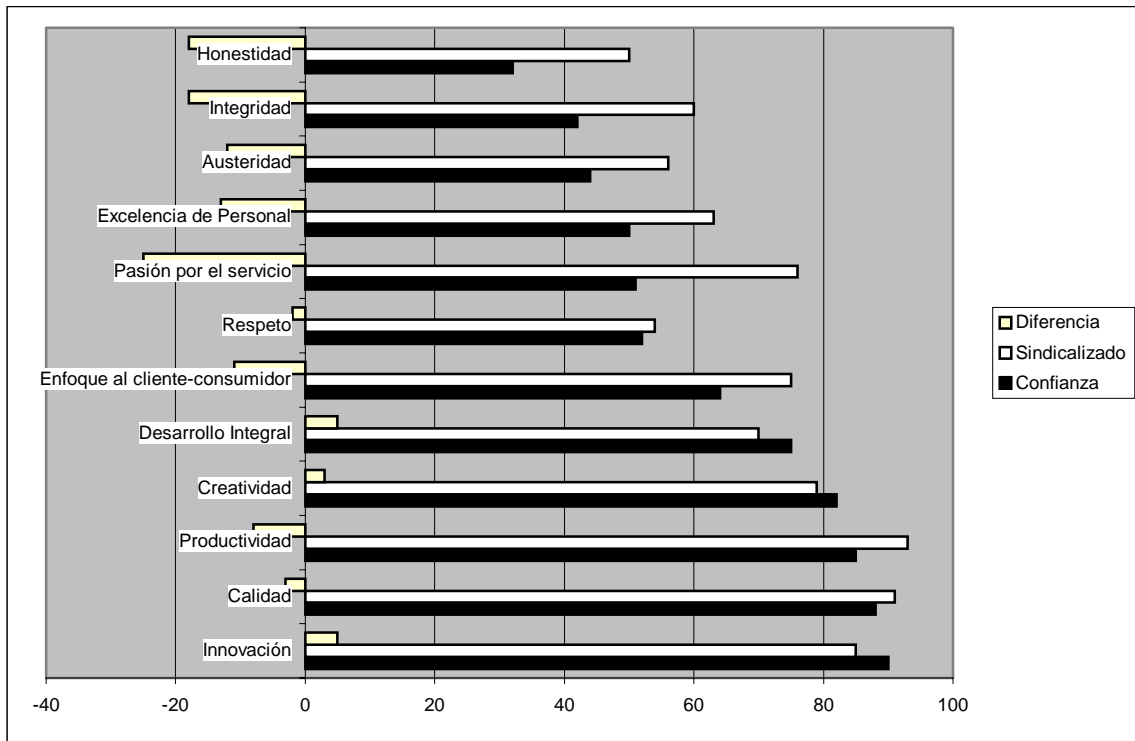
## 5. Referencias

- [1] S. Simon y P. Serbinin. Values Concepts and Techniques, National Education Association, Washington, D. C.pp.130(1976)
- [2] Morin Edgar Estamos en un Titánic. pp 2 UNESCO.(1999)
- [3] Antonia V. Pascual. Revista Educación 2001 No. 42.México pp 8(1998)
- [4] Kirschenbaum, H., Aclaración de valores humanos, Diana, México, pp87 (1982)
- [5] S. Simon y P. Serbinin Values Concepts and Techniques, National Education Association, Washington, D. C. pp 137(1976)
- [6] Raths, E.; Harmin, M.; y Simon, S.: El sentido de los valores en la enseñanza, Biblioteca de Clásicos Modernos de Educación, México pp.183 (1967.)
- [7] Guardini. Etica. Editorial BAC. España. pp138 (1999)
- [8] Morin, Edgar, Hacia un nuevo contrato social. ¿Existirá el siglo XXI? UNESCO pp2(1998)

# LA “PERSONA FEMSA” UNA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS VALORES EN UNA EMPRESA: EL CASO ORIZABA

Rafael De Gasperin Gasperin, Gonzalo Garza Gonzalez

## Gráficos

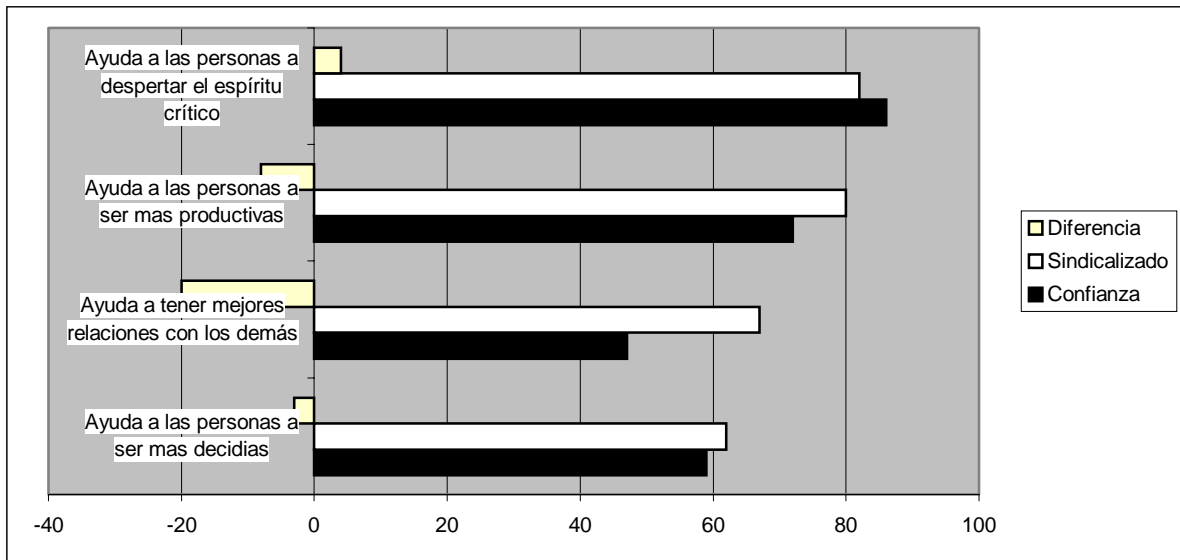


	Colaboradores de confianza	Colaboradores sindicalizados	Diferencia
Innovación	90%	85%	5%
Calidad	88%	91%	-3%
Productividad	85%	93%	-8%
Creatividad	82%	79%	3%
Desarrollo Integral	75%	70%	5%
Enfoque al cliente-consumidor	64%	75%	-11%
Respeto	52%	54%	-2%
Pasión por el servicio	51%	76%	-25%
Excelencia de Personal	50%	63%	-13%
Austeridad	44%	56%	-12%
Integridad	42%	60%	-18%
Honestidad	32%	50%	-18%

<i>Ayuda a las personas a ser más decidias</i>	Personal de confianza	Personal sindicalizado
<i>Ayuda a tener mejores relaciones con los demás</i>	Personal de confianza	Personal sindicalizado
Enfoque cliente-consumidor	64%	75%
Honestidad	32%	55%
Integridad	42%	60%
Pasión por el servicio	51%	76%

<i>Ayuda a las personas a ser más productivas</i>	Personal de confianza	Personal sindicalizado
Calidad	88%	91%
Productividad	85%	93%
Austeridad	44%	56%

<i>Ayuda a despertar el espíritu crítico</i>	Personal de confianza	Personal sindicalizado
Innovación	90%	85%
Creatividad	82%	79%



	Confianza	Sindicalizado	Diferencia
Ayuda a las personas a ser mas decididas	59%	62%	-3%
Ayuda a tener mejores relaciones con los demás	47%	67%	-20%
Ayuda a las personas a ser mas productivas	72%	80%	-8%
Ayuda a las personas a despertar el espíritu crítico	86%	82%	4%



## **Experiencias en el desarrollo de sistemas de trabajo basados en la autogestión y unidad como modelo mental**

Agustín Buendía Espinosa, Ana Catalina Treviño

En los últimos 4 años, el Centro de Sistemas de Conocimiento ha ido apoyando al desarrollo de una cultura de autogestión y unidad (en todos los niveles operativos) de una planta Venezolana perteneciente a un grupo industrial del sector de bebidas. El proyecto, derivado de la interpretación de causas a problemas de comunicación y efectos en el desempeño, ha generado aprendizajes importantes para el cliente y para quienes han participado como consultores de proceso. Los autores pretenden mostrar con este trabajo el modelo y filosofía que sustenta la propuesta, la evolución observada y las principales resultados y aprendizaje encontrados en este proyecto.

**REDES SOCIALES PARA LA DIFUSIÓN DE CONOCIMIENTO.** Ana Maribel Ramos Fajardo y Ricardo Flores Zambada

En el presente trabajo se describe un estudio exploratorio aplicado a una empresa manufacturera del giro metal-mecánico, con el objetivo de determinar si existe una relación estadísticamente significativa entre el liderazgo, el empowerment y las características estructurales de la red social, para difundir conocimiento, en dos unidades estratégicas de negocio. Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron cuestionarios, los cuales fueron contestados por 165 técnicos y se usó el análisis de redes sociales, un software para mapear la red social y como análisis estadístico correlaciones canónicas. Con base en el análisis estadístico se determinó que si existe una relación entre las variables y se determinó que las característica estructurales fundamentales de la red social para difundir el conocimiento son la cohesión y la centralidad. Así mismo se identificó cual unidad de negocio difundía más su conocimiento.

El reconocer al conocimiento como un factor crítico, motiva a los negocios a enfocar todo su esfuerzo en la evaluación del efecto de los activos intangibles en la generación de valor y riqueza, esta necesidad se refleja en el nacimiento de una nueva disciplina: la Administración del Conocimiento.

En un principio, el enfoque de Administrar el conocimiento consistió en acumular información y se consideraba que mientras más información se tenía más valor se lograba.

Posteriormente se reconoce que ese conocimiento acumulado tenía que estar disponible en las personas y es cuando se le da la importancia al flujo del conocimiento. Es decir, poner el conocimiento en manos de las personas adecuadas en el momento adecuado.

El enfoque más reciente lo expone Carrillo (2001), cuando hace su propuesta donde identifica las tres generaciones de la administración de conocimiento.

Para este autor, existen tres grupos o generaciones a partir del entendimiento de que el conocimiento no es un objeto sino un evento y que no es una cosa, sino relación entre cosas. Con base en lo anterior, surgen los "tres componentes del evento conocimiento: el sujeto, el objeto y el contexto; y dependiendo del enfoque a cada componente es como se diferencian las generaciones de la Administración de Conocimiento". (Carrillo, 2001).

El enfoque al objeto, consiste en acumular todo el conocimiento posible y es el fundamento de la primera generación. En la segunda generación se reconoce la relación entre sujeto y objeto de conocimiento, se amplía el interés en el flujo del conocimiento como en el concepto de ciclo de vida del conocimiento y redes sociales.

En la tercera generación "se percata del contexto de significado como el tercer elemento básico del evento conocimiento. El conocimiento resulta instrumental al valor agregado y se torna en un evento económico". (Carrillo, 2001)

"Con base en un universo de valor, la estrategia de administración de conocimiento se encuentra alineada a la estrategia del negocio y cubre todos los aspectos de la teoría de la firma". (Carrillo, 2001)

"En la tercera generación es primordial el universo de valor, se almacena un mínimo y se modifica constantemente el procesamiento de recursos". (Carrillo, 2001)

Después de identificar las tres generaciones explicitadas por este autor, se encuentra que es en la segunda generación donde se reconoce la importancia del estudio de redes sociales para difundir el conocimiento.

El concepto de difusión de conocimiento se observa en las propuestas de ciclo de vida del conocimiento que hacen diferentes autores. Algunos ejemplos de ciclos de vida se puede observar en la tabla 1.

<b>DiBella</b>	Adquirir	Diseminar	Utilizar					
<b>Marquard</b>	Adquirir	Crear	Transferir Utilizar	Almacenar				
<b>Wiig</b>	Crear	Compilar Transformar	Diseminar	Aplicar Evaluar				
<b>Van der Spek</b>	Desarrollar	Asegurar	Distribuir	Combinar				
<b>Ruggles</b>	Generar	Codificar	Transferir					
<b>O'Dells</b>	Identificar	Coleccionar	Adaptar	Organizar	Aplicar	Compartir	Crear	
<b>Beckman</b>	Identificar	Capturar	Seleccionar	Almacenar	Compartir	Aplicar	Crear	vender
<b>Holsapple</b>	Adquirir	Seleccionar	Internalizar	Usar	Generar	Externalizar		
<b>Fayyad (1996) y Lethbridge (1994)</b>	Adquirir / Reunir	Almacenar	Comunicar	Diseminar	Síntesis			

Tabla 1. Ejemplos de ciclos de conocimiento (Liebowitz, 1999)

Al hablar específicamente del proceso de difusión de conocimiento, se encuentra que el conocimiento puede ser difundido a través de procesos de socialización, educación y aprendizaje y que estos procesos pueden ser formales o informales.

Es común encontrar referencias donde se habla de bases de conocimiento, tecnología de información para colaboración sincrónica y asíncrona, intranets, helpdesk, y otras herramientas que soportan el almacenar y tener accesible el conocimiento a través de redes computacionales. Sin embargo poca literatura habla sobre redes sociales de difusión de conocimiento, siendo la principal forma en que las personas comparten y aceptan conocimiento formal o informalmente.

Particularmente, mucho del conocimiento rico en dimensiones tácitas, es transferido informalmente a través de procesos de socialización. El conocimiento tácito es construido en la cabeza de las personas a través de los años y acumulado en la organización a través de la dinámica de las relaciones.

La importancia de crear culturas y estructuras organizacionales para compartir el conocimiento, radica en poder administrar el intercambio informal de este activo para obtener beneficios colectivos, que impacten la eficiencia de las compañías.

La literatura acerca de la implantación de procesos o prácticas para difusión de conocimiento, nos hace suponer la construcción de relaciones y el desarrollo de una mejor posición de los participantes en la red social de la organización.

El contexto de trabajo construido por los líderes de la organización es el que influye en la evaluación de la tarea y social de los colaboradores. La evaluación de la tarea se ve reflejada en el desempeño y la evaluación social proporciona una posición central en la red social.

Por lo tanto, para la elección e implantación de prácticas de administración de conocimiento, así como para el logro de objetivos planteados se requiere liderazgo.

El liderazgo en las redes de trabajo, debe estar presente en cada miembro de forma intermitente. “Cada miembro del grupo puede ser líder en un momento determinado, cuando su experiencia y sus conocimientos únicos se agreguen a la inteligencia del grupo” (Valdes, 1995)

Para que las personas compartan requieren sentirse aceptados e integrados en la red de social de colaboración, amistad y comunicación, y contar con tareas significantes que los hagan sentir importantes y respetados. Estas características se desarrollan al dar empowerment a las personas.

El empowerment, con sus características de dar poder a las personas para que desempeñen mejor su trabajo y otorgarles tareas que los hagan sentir importantes y satisfechas, viene a convertirse en una herramienta estratégica para motivar a los colaboradores a mejorar continuamente su desempeño a través del aprendizaje, a generar producción intelectual, a compartir su conocimiento y sobretodo a innovar procesos, productos o servicios.

Una de las estructuras, encontradas en la teoría, que fomenta el desarrollo de capital intelectual son las redes de equipos de trabajo. Las estructuras de este tipo son redes interconectadas por relaciones. Sin embargo en la revisión literaria no se encontró ninguna aportación acerca de las características estructurales que deben poseer las redes para difundir el conocimiento.

Las redes pueden ser estudiadas por la naturaleza de sus relaciones, por su contenido transaccional y por sus características estructurales. Tushman, Tichy y Fombrum (1979)

Los estudios de análisis de redes en organizaciones han identificado básicamente tres tipos de informaciones: “relaciones de trabajo (work-flow, report to), relaciones de amistad (friendship o expressive relations) y relaciones de consejo (advise network). Teóricamente, la suma de las tres redes debería constituir la red de relaciones de la organización, el organigrama informal”. (Molina, 1995)

Las características estructurales incluyen cliques, centralidad y densidad por mencionar algunas, dentro de las cuales se debe ubicar cuales son las que benefician y promueven la transferencia de conocimiento. (Brass, 1992)

La importancia de la difusión de conocimiento recae, no sólo en evitar el retrabajo o capitalizar los aprendizajes, sino en la generación de nuevo conocimiento.

Para explorar la relación del liderazgo, el empowerment y las características estructurales de las redes sociales con las prácticas de difusión de conocimiento se generó un modelo donde se mostraba, gráficamente la relación entre las variables. Las variables antes mencionadas fueron consideradas como parte de este modelo con base en la revisión de literatura. El modelo lo podemos observar en la figura No. 2.

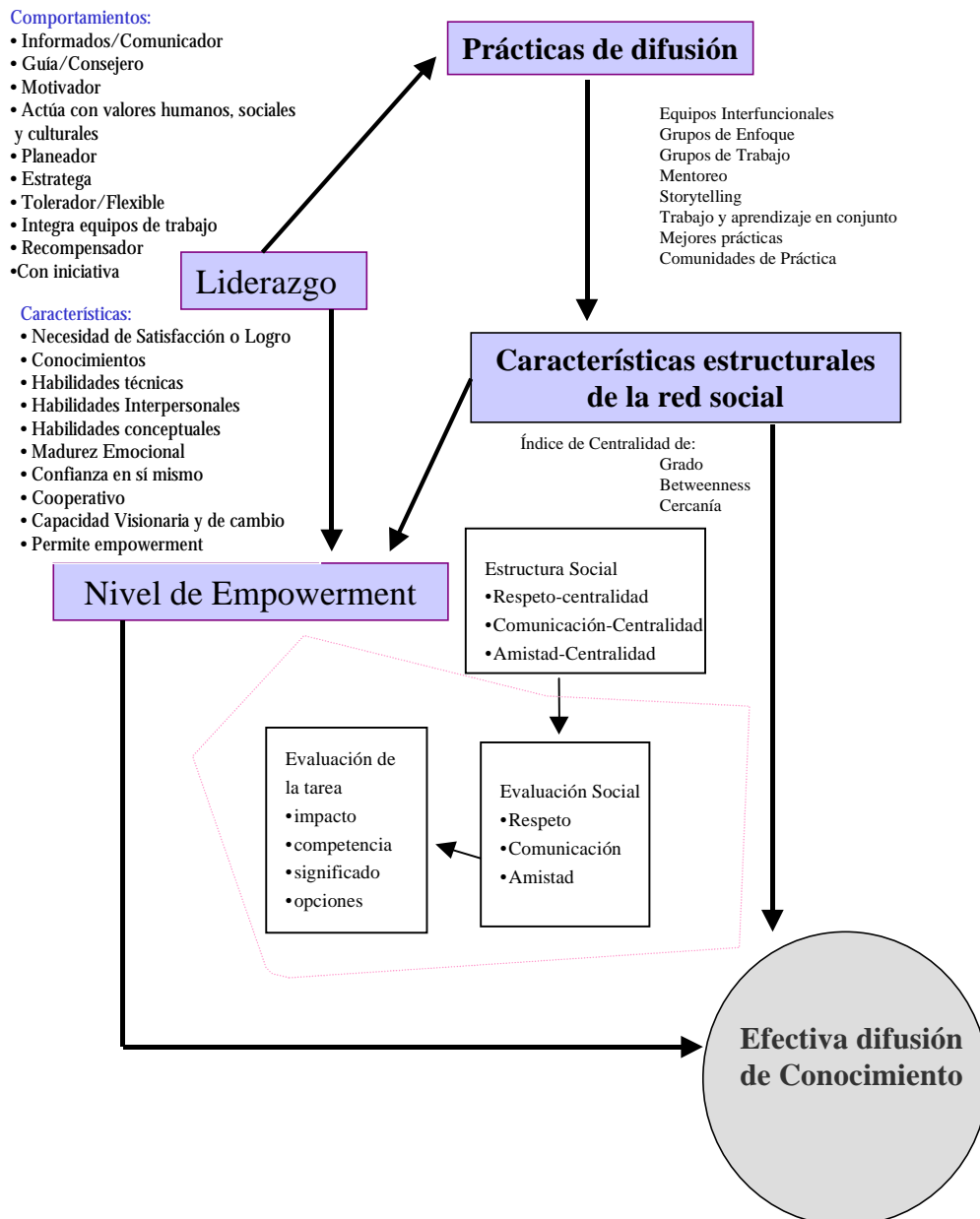
El objetivo de este modelo es presentar la relación o influencia entre las cuatro variables contempladas para promover una efectiva difusión de conocimiento en las organizaciones.

De las cuatro, sólo tres se tomaron en cuenta para hacer el análisis estadístico y son: liderazgo, nivel de empowerment y características estructurales de redes sociales. En el caso de las prácticas para difusión de conocimiento se realizó sólo una revisión de literatura para identificar como éstas influyen en la centralidad de los colaboradores.

Específicamente para las características estructurales de redes sociales, el modelo sólo contempla los índices de centralidad. La centralidad es el atributo estructural de los nodos de una red estrechamente relacionados con su posición dentro de la misma, considerándose un indicador de prestigio y poder. (Brass, 1992)

En este estudio se plantearon dos hipótesis. La primera fue: encontrar si existe una relación estadísticamente significativa entre el liderazgo y el nivel de empowerment. La segunda: encontrar si existe una relación estadísticamente significativa entre el nivel de empowerment y las características estructurales de la red social.

Los trabajadores de la muestra son mexicanos y pertenecen a dos unidades organizacionales de una empresa del giro metal mecánico. Las dos unidades organizacionales se encuentran en la misma nave industrial.



## Figura No. 2. Modelo particular para una efectiva difusión de conocimiento

Para lograr el objetivo del estudio, primeramente se realizó un análisis de correlaciones canónicas para encontrar la relación entre las variables, posteriormente se estudiaron los valores promedios encontrados en cada una de las dos unidades organizacionales analizadas y se emitieron comentarios acerca de cuál unidad es más probable que difunda el conocimiento.

De los resultados obtenidos entre los trabajadores mexicanos de la empresa metal mecánica, ubicada geográficamente en México, se demostró que efectivamente, como se describió en el modelo, el liderazgo tiene una relación estadísticamente significativa con el nivel de empowerment y que el empowerment influye en las características estructurales de la red.

En conclusión se observa que el liderazgo de los facilitadores (personal administrativo) sí tiene una influencia en el nivel de empowerment de los técnicos (personal operativo), por lo tanto la disponibilidad para compartir y aceptar conocimiento dependerá de la evaluación de la tarea y del aspecto social de los técnicos. La evaluación de la tarea se da en términos del impacto, competencia, significancia y opciones que represente para el colaborador la tarea diseñada por el líder.

La evaluación social se refleja en la posición más central del individuo en la red de respeto, de experto y de amistad. Al tener una relación más central el individuo en la red de relaciones mayor posibilidad tendrá de compartir y adquirir conocimiento.

Por lo tanto podemos asumir que el nivel de empowerment, el liderazgo y los índices de centralidad de la red de amistad, de respeto y de expertos son variables que influyen en la difusión de conocimiento de las organizaciones.

Una vez comprobadas las dos hipótesis, se llevó a cabo el análisis por unidad organizacional y después un comparativo entre ambas para determinar cuál de las dos era más probable que difundiera el conocimiento.

Del análisis comparativo se encontró que analizando los índices de centralidad en cada tipo de red de las dos unidades organizacionales, encontramos que en la unidad organizacional 1, la presencia de un índice de centralidad de grado mayor en la red de amistad nos indica mucha actividad en la red social, sin embargo ese conjunto de variables no resultaron relacionadas con el nivel de empowerment.

Con base en la teoría de difusión de conocimiento, la unidad organizacional 1 muestra también índices grandes de centralidad de cercanía y de grado en la red de expertos, por lo que existe una mayor oportunidad de compartir conocimiento al estar en más contacto con los expertos.

En resumen, en la unidad organizacional 1, podemos encontrar mayores índices de centralidad en las redes que influyen en el empowerment, lo cual nos hace pensar que esta unidad es muy probable que difunda su conocimiento efectivamente.

El valor promedio de liderazgo en ambas unidades, significa que los técnicos están de acuerdo en que su facilitador presenta las características y comportamientos de un líder de calidad. Por lo que se puede pensar que las dos unidades cuentan con facilitadores con características y comportamientos para implantar prácticas de difusión de conocimiento.

En la variable empowerment el promedio resultante de cada unidad, nos permite decir que los técnicos reconocen estar totalmente de acuerdo y a veces de acuerdo en que existe un nivel de empowerment en el mininegocio. Con base en lo anterior, podemos asumir que los técnicos se encuentran dispuestos a compartir y aceptar conocimiento. Las dos unidades presentan una buena posición en la estructura social de cada mininegocio y sienten satisfacción con sus tareas. Por lo tanto, el nivel de empowerment de ambas unidades de negocio favorece la difusión de conocimiento, según el modelo propuesto.

Por lo tanto, con base en lo encontrado, reconocemos como importante que las organizaciones contemplen en los procesos de administración de conocimiento, la ecología social, para que efectivamente se cumpla el ciclo de generación de conocimiento y sobre todo la fase de difusión del mismo.

Además, es relevante crear culturas y estructuras organizacionales para compartir el conocimiento, ya que administrar el intercambio informal de este activo lleva a las empresas a obtener beneficios colectivos, que impactan la eficiencia de las mismas.

La administración de conocimiento, como estrategia de negocios, nos permite a través de su enfoque sistémico saber qué medir y cómo medirlo con base en el contexto de valor, así como reconocer en qué áreas de conocimiento se pueden encontrar nuevas oportunidades.

Como aportación de este estudio, encontramos que el implantar y administrar las prácticas de difusión de conocimiento impacta favorablemente la centralidad de los individuos y una mejor posición en la red se traduce en un mejor nivel de empowerment. Tanto la centralidad como el nivel de empowerment proporcionan mayores oportunidades para captar y compartir conocimiento a través de la socialización. Por lo tanto, la socialización como estrategia de difusión de conocimiento debe ser contemplada y administrada por los líderes de las organizaciones para obtener beneficios colectivos, que lleven a las compañías a permanecer compitiendo en los mercados de la nueva economía.

## Referencias

Beckman, Tom and Liebowitz, Knowledge Organizations, St. Luis Press, 1998

Brass, Daniel J., "Being in the Right Place: A Structural Analysis of Individual Influence in a Organization", Administrative Science Quartely, 1984.

Carrillo, Javier, "La evolución de las especies de la gestión de conocimiento: un reporte expedicionario de los nuevos territorios", junio de 2000.

Liebowitz, Jay. "Knowledge Management Handbook". Editorial CRC, 1999.

Molina, José Luis, "Análisis de redes y cultura organizativa: una propuesta metodológica", 1995..

Molina, José Luis, " El organigrama informal en las organizaciones. Una aproximación desde el análisis de redes sociales", 1995.

O'Dell, Carla y Grayson, If only we knew what we know, Simon & Schuster, New York, 1998.

Valdes, Luigi,"Conocimiento es Futuro", México, 1995.

Tichy, N.M., Tushman y Fombrun, "Social Network analysis for organizations", Academy of management review, 1979.



## TRABAJADOR DE CONOCIMIENTO: RASGOS INTRAPERSONALES Y MANEJO DE SU ESPACIO DE INFORMACION

Ricardo Flores Zambada, Carlos Sheridan Woodworth

Empecemos con la mayor fuerza de las organizaciones hoy en día: el poder de las ideas. En esta era de la creatividad e innovación, la propiedad más importante no son las máquinas, ni la música ni el software. Es lo que tiene cada persona en su cabeza. Ahora, cuando el mayor activo vital son los individuos, lo mejor que pueden hacer las organizaciones es conocer lo que conocen, saber quién conoce qué, identificar a los expertos y entenderlos para poder crear un ambiente en el que la mejor persona se quede en la organización y contribuya produciendo un valor genuino. En esta investigación se propuso obtener rasgos distintivos de estos trabajadores tan importantes para la organización: knowledge workers (los trabajadores de conocimiento). Para poder determinar, seleccionar y encontrar en una red informal organizacional a los trabajadores de conocimiento, se utilizó el análisis de redes sociales.

A partir de este análisis se identificaron dos poblaciones, *trabajadores de conocimiento* y *no trabajadores de conocimiento*, con el objetivo de establecer una comparación de variables, de acuerdo a los resultados de cada población. La herramienta utilizada para realizar el estudio de campo fue una serie de cuestionarios que midieron el manejo de la información y procesos intrapersonales, siendo estos los estilos de pensamiento, toma de decisión y formas de inquirir, estilos de aprendizaje, motivación y escucha. Siguiendo el modelo particular establecido en la investigación, las dos poblaciones se sometieron a la misma herramienta, encontrando un variado patrón de variables, definidas para el manejo de información, y de estilos, decretados para los procesos individuales e interpersonales.

Después de estudiar las respuestas de las poblaciones, se encontraron preferencias y gustos particulares de cada una, seguida de una comparación y finalmente se realizó un último análisis, el cual no arrojó las unidades básicas de la personalidad de los trabajadores de conocimiento en su ambiente organizacional. La estrategia que se siguió para encontrar los rasgos distintivos en este estudio, sirven para ejercitar el proceso de compartir aquella propiedad intelectual de cada empleado –crucial tanto para ellos mismos como para la organización– y saber quiénes son aquellos que son vistos, en la red de conocimiento, como los individuos acumuladores de conocimiento. Por otro lado, este estudio, apoya el esfuerzo de entender lo indispensable que es crear un ambiente satisfactorio para las personas que trabajan en la organización, impactando en mantenerlas e incitándolas a utilizar su mente para crear y producir valor.

Dr. Ricardo Flores Zambada, Profesor Investigador Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, ITESM Campus Monterrey. [rflores@itesm.mx](mailto:rflores@itesm.mx)

Mtro. Carlos Sheridan Woodworth. Estudiante graduado de la Maestría en Administración de Tecnologías de Información, DECIC, Campus Monterrey

## FACTORES CRITICOS PARA ADMINISTRAR EL CAMBIO ORGANIZACIONAL HACIA UN SISTEMA POR COMPETENCIAS: UN CASO DE ESTUDIO

Juan Antonio Lizárraga Ríos, Ricardo Flores Zambada

El trabajo de investigación aquí presentado se basa en Sistemas de Competencias y presenta un análisis a través de un estudio de campo realizado en México, con el objetivo de ofrecer información relevante basada en datos empíricos, sobre los factores críticos que influyen al éxito o fracaso de la metodología implementada. Los factores críticos de referencia usados para el análisis del Sistema de Competencia se derivan de: Metodología de implementación, Administración del cambio, Recursos Técnicos. Cada uno de estos factores, serán evaluados sobre el juicio a favor o en contra del uso, confianza y entendimiento que tienen los individuos partícipes en su relación con el sistema de gestión de personal por Competencias. Para la parte de metodología de implementación, se analiza en detalle el proceso de implantación usado para estructurar el modelo en operación. Respecto a la administración del cambio, se hará hincapié en la parte de transición que sufre una organización que opta por migrar a esta metodología. Por último en recursos técnicos, se revisará la relación de los usuarios con el sistema de cómputo usado para el apoyo a la implementación y operación del modelo de gestión por Competencias. Las conclusiones finales describirán las relaciones de influencia al éxito ó fracaso de los factores derivados de estos rubros y por igual una serie de recomendaciones de consideración para minimizar el riesgo de fracaso y potencializar el éxito de la metodología.

Dr. Ricardo Flores Zambada, Profesor Investigador Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, ITESM Campus Monterrey. [riflores@itesm.mx](mailto:riflores@itesm.mx)  
Mtro. Juan Antonio Lizarraga Ríos. Estudiante graduado de la Maestría en Administración de Telecomunicaciones, DECIC, Campus Monterrey. [jlizarraga@avantel.com.mx](mailto:jlizarraga@avantel.com.mx)

## MODELO DE CAPITAL HUMANO: EL CASO DE INDUSTRIAS JOHN DEERE

Ricardo Flores Zambada

Aunque en esta economía el cambio es lo constante, y el riesgo y la incertidumbre están siempre presentes, las organizaciones se han centrado en ella, buscando maneras para lograr administrar su conocimiento, y se han dado cuenta que este es fuente de riqueza tanto para las organizaciones como para los países, percatándose además que la fuerza para generar dicha riqueza se encuentra dentro de ellas, en las personas que la conforman, como menciona Paul Romer, citado por Gladys We(1994), “es uno de los factores internos que debe ser aprovechado para lograr un crecimiento económico. Es la pieza clave que ha generado el crecimiento de la llamada nueva economía”. El Capital Humano, es un concepto dentro del Capital Intelectual que está relacionado con las personas, con los empleados de una compañía. Siendo así que el Capital Humano es un factor interno de la organización, que se manifiesta en una mezcla de conocimiento especializado, habilidades, productividad de las personas, con principios económicos de la acumulación de capital, inversión y creación de valor que esta basado en estrategias administrativas. El Capital Humano provee una ventaja competitiva a las empresas. La cual, si es bien administrada les ayuda a reducir tanto costos de reclutamiento como la rotación de personal. Y no solo eso, también les ayuda a retener clientes, a producir un mejor trabajo de manera rápida y a obtener una mayor participación de mercado. Algunos autores como Scott A. Snell (1999) afirma que el Capital Humano es muy importante porque construye la efectividad, debido a que ésta es una ventaja competitiva, a lo que Jack Dolmat (1999) agrega que no puede ser copiada por otras organizaciones a menos que adquieran a las personas de la organización. Se reportan los resultados obtenidos durante el diseño e implementación de un sistema de capital humano para la empresa Industrias John Deere. El sistema parte de la construcción de los perfiles de puestos basados en competencias y alrededor de ellos el diseño y rediseño de los sistemas de selección de personal, sistema de aprendizaje, planes de carrera, administración del desempeño y compensación ligada a competencias.

## REPOSITARIOS DE CONOCIMIENTO PARA COMUNIDADES DE PRACTICA GEOGRAFICAMENTE DISPERSAS

Ricardo Flores Zambada, Héctor Chapa

Se propone un modelo de administración del conocimiento para comunidades vinculadas por una práctica común pero geográficamente dispersa. El modelo propuesto es usado como marco de referencia para evaluar el desempeño de una comunidad de práctica vinculada a través de un repositorio de conocimiento e interacción apoyado en la plataforma Lotus Notes. Los principales hallazgos son: Las redes de trabajo analizadas, las cuales son aquellas que desarrollan proyectos de seis sigma, presentan los siguientes problemas: Proyectos con altos tiempos de ciclo, baja productividad, retrabajos, altos tiempos de ciclo en la implementación de los resultados del proyecto y baja transferencia de conocimiento entre redes de trabajo. Todos estos problemas son característicos en redes de trabajo que no están apoyados por procesos de administración del conocimiento. La ausencia de procesos que aseguren la transferencia, acumulación y reciclo rutinario de conocimiento denota la inexistencia de la administración del conocimiento como un valor clave en la empresa bajo estudio. Este hecho ocasiona que no exista una estrategia de administración de conocimiento y por ende la inexistencia de una proposición de valor, esto es, un descripción estratégica del valor que la administración del conocimiento dará a los procesos del negocio. La inexistencia de una estrategia de administración de conocimiento ocasiona que los elementos que actualmente existen en la organización y que forman parte del modelo de administración del conocimiento, no se encuentren apoyados por procesos organizacionales que aseguren su continua ejecución. De manera específica, en las redes de trabajo de seis sigma se encuentran elementos relevantes del modelo de administración del conocimiento. Entre los más relevantes se encuentran: Generación de Conocimiento por medio de la experimentación y transferencia de conocimiento por medio de la codificación del mismo. Sin embargo estos elementos no se encuentran apoyados por procesos organizacionales tales como la existencia de reconocimientos debido a la transferencia de conocimiento a bases de datos corporativas y el reconocimiento por el conocimiento generado a través de la experimentación. Una breve vista al repositorio de proyectos de seis sigma muestra que los proyectos que se encuentran en proceso, no son actualizados con la regularidad requerida, hecho que evidencia un problema en los procesos organizacionales que deberían de apuntalar la transferencia de conocimiento. La inexistencia de la estrategia de administración de conocimiento también ocasiona que no existan elementos fundamentales que aseguran el éxito de las actividades de acumulación, transferencia y reciclo de conocimiento.

Dr. Ricardo Flores Zambada, Profesor Investigador de la Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, ITESM Campus Monterrey. [riflores@itesm.mx](mailto:riflores@itesm.mx)  
M.C. Héctor Chapa. Alumno graduado de la Maestría en Calidad y Productividad del ITESM Campus Monterrey.

## ANÁLISIS DE LA NORMA DE CONSULTORÍA GENERAL Y ROLES CONSTITUTIVOS DE UN CENTRO EVALUADOR DE LA MISMA

América Martínez, Miriam Ramírez, Elena Cisneros

Desde sus inicios, al surgir el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencia Laboral, y previo a su actual denominación como *CONOCER*, éste tuvo un acercamiento al Centro de Sistemas de Conocimiento (CSC) interesado en el modelo de competencias que el CSC había venido desarrollando y sus aplicaciones a diversas empresas. El CSC fue invitado por el *CONOCER* a establecer una relación amplia estableciéndose un convenio a partir del cual se generaron una serie de proyectos, por ejemplo el de aseguramiento de calidad de los propios procesos clave del *CONOCER*.

Posteriormente, se establecieron las bases de la formalización de una relación institucional con el *CONOCER* que se ha concretado en la constitución del Campus Monterrey como Centro Evaluador. En este, el CSC se hace cargo de la atención técnica y el desarrollo del campo técnico relacionado con Competencias, ya que constituye una de sus core competencies naturales. Por otro lado, la Dirección de Investigación y Extensión del Campus tiene la responsabilidad de la administración operativa del Centro Evaluador.

El proceso de certificación de la Norma se lleva a cabo en colaboración con el *CONOCER* como organismo responsable de emitir la *norma* y generar los *certificados* correspondientes y con el *Organismo Certificador*, quien una vez facultado por el *CONOCER* es el responsable de generar los instrumentos de medición que permitan comparar las habilidades del candidatos con las especificadas por la norma, con el fin de emitir un dictamen.

Para dar cumplimiento a la estructura técnica-operativa básica, el Centro de Sistemas de Conocimiento como parte del Centro Evaluador, particularmente la Coordinación de Capital Agente conforma al equipo responsable de la *aplicación del proceso de certificación*. Bajo esta perspectiva, el Equipo del Proceso de Certificación en las Normas Técnicas de Competencia Laboral (NTCL) se aboca al análisis del proceso de certificación de competencias, particularmente, en la Norma de Consultoría General a fin de sistematizar, de manera homologada al interior del

equipo y en correspondencia con la Norma e Instrumentos de Evaluación, las actividades de valor, roles, funciones y competencias a desarrollar. Siendo esta descripción uno de los elementos generales a tratar en esta presentación.

Asimismo, Equipo del Proceso de Certificación en las Normas Técnicas de Competencia Laboral (NTCL) desarrolla el análisis funcional de los roles básicos que participan en el proceso de certificación. De esta manera, en el presente trabajo también se describe la experiencia del Equipo en la generación del análisis funcional de los roles técnicos involucrados en el proceso de certificación de la Norma de Consultoría General.

---

América Martínez es profesor-investigador del Centro de Sistemas de Conocimiento del ITESM Campus Monterrey, [ammartin@itesm.mx](mailto:ammartin@itesm.mx).

Miriam Ramírez es profesionista de apoyo del Centro de Sistemas de Conocimiento del ITESM Campus Monterrey, [miriam@itesm.mx](mailto:miriam@itesm.mx)

Elena Cisneros es profesionista de apoyo del Centro de Sistemas de Conocimiento del ITESM Campus Monterrey

**The Universality of the HolyTrinity: Governs the evolution of strategic processesand design of organizations?** Luis García-Calderón Díaz, EGADE Campus Monterrey, ITESM; Joel Mendoza, Programa Doctoral, EGADE, Campus Monterrey, ITESM.

The triadic conception of the divinity is an archetype found in Christianity, Buddhism, Taoism, Islam, Hinduism, and in Kabalistic Judaism. Mythologies and beliefs of the entire world contain references to these three manifestations of God, and they reflect every cosmological, natural, and evolutionary phenomenon. The religious Trinity conformed by the Father, the Son, and the Holy Spirit in the west, and Brahma, Shiva, and Vishnu in the east, represents a model for the interpretation of religious and natural cycles. The proposal of the following paper is that this same religious and cosmological model found in all managerial, strategic, and organizational phenomena, in the light of all the theories that in the last thirty years have arisen in these areas. The research also proposes the triadic conception model as a referential framework of evolutionary and meta-strategic thinking and decision making, that facilitates the identification of the best strategies and organizational designs for the environmental context in which the organizations and firms unfold.

**Área: Administración y Negocios**  
**Coordinadora de área: Dra. Irma Adriana Gómez**  
**Cavazos**

**Estrategias de negocios en un mundo interconectado por la  
dimensión electrónica**

**Coordinadora de mesa: Dra. Martha Corrales Estrada**



# INSTRUMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE EFICIENCIA EN LA COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL APLICADA A DOS ORGANIZACIONES DISTINTAS

María de la Luz Casas Pérez\*

Uno de los aspectos que más preocupan a todas las organizaciones es la instrumentación de mecanismos que favorezcan la eficiencia organizacional. Se sabe que la comunicación es fundamental para el logro de objetivos organizacionales; sin embargo, es necesario enlazar la planeación de objetivos y metas organizacionales con la selección de los mecanismos apropiados para su difusión. No hay que olvidar que los grupos de trabajo alcanzan mejor dichas metas y objetivos cuando los comprenden, colaboran en su definición y se involucran con ellos.

La mayoría de las metodologías de evaluación de la eficiencia en la comunicación organizacional se basan en la medición de la exactitud del conocimiento que tienen los empleados acerca de los objetivos organizacionales y en la frecuencia de exposición a la información, pero no el grado en que los éstos comprenden y se involucran en los objetivos organizacionales o participan en los programas de comunicación interna.

A diferencia de otras formas de evaluación de la comunicación organizacional, la metodología "Organizational Communication Blueprint", proporciona una herramienta para la medición del impacto de los programas de comunicación organizacional asociados a objetivos concretos y genera un patrón gráfico de eficiencia organizacional. Esta metodología fue aplicada a dos organizaciones diferentes, una de tipo comercial y otra de tipo social, en las cuales se implementaron programas de comunicación específicos. A fin de obtener un comparativo de indicadores para la evaluación de la efectividad en la comunicación, la medición se llevó a cabo en dos momentos diferentes: antes de la elaboración de cada programa de comunicación e inmediatamente después de su implementación. El presente trabajo describe los dos contextos organizacionales en cuestión y los resultados alcanzados durante la investigación.

Palabras clave: Administración, comunicación, organización, eficiencia organizacional, metodologías de evaluación.

## 1. Introducción

La mayor parte de los académicos que estudian a la comunicación organizacional concuerdan en que la base para la generación de comportamientos eficientes es el establecimiento de un *common ground*, lo cual podríamos traducir de una manera muy sucinta como una idea o concepto rector básico que guíe a toda la organización[2][5][6]. Pese a lo simplista que pueda parecer esta definición, sigue siendo el eje sobre el cual giran las evaluaciones de la eficiencia organizacional.

El énfasis en políticas administrativas basadas en el recurso humano aparece una y otra vez a lo largo de la literatura en cambio y desarrollo organizacional. Pese al desarrollo de la tecnología, y al desarrollo de una amplia variedad de recursos materiales y financieros, el recurso humano permanece como uno de los activos más importantes de la empresa; de tal suerte que los expertos recomiendan que la empresa del siglo veintiuno siga enfatizando el aspecto humano como el eje de sus políticas organizacionales [4].

Los investigadores señalan la necesidad de erradicar los antiguos esquemas culturales organizacionales basados en el establecimiento de valores y creencias establecidas desde la

---

\* Dra. María de la Luz Casas, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Profesora del Departamento de Comunicación y Ciencias Sociales de la División de Administración y Ciencias Sociales Campus Cuernavaca.

cúspide y señalan que estos esquemas deben ser sustituidos por prácticas organizacionales que capaciten al personal de la empresa para trabajar en entornos cada vez más competitivos, caóticos y menos predecibles [3]. Lo anterior implica el desarrollo de sistemas organizacionales que promuevan la comunicación intra-organizacional y el apoyo.

Los esfuerzos organizacionales deben orientarse hacia la comunicación y hacia el crecimiento del personal y no exclusivamente hacia los resultados y el éxito organizacionales. Un modelo de búsqueda de la eficiencia organizacional no se opone por tanto a un modelo de atención y seguimiento; por el contrario, el recurso humano agradece la posibilidad de contribuir a la eficiencia organizacional a través de la participación en la definición de metas y objetivos concretos. Si bien las estrategias pueden estar siendo dictadas en la cúspide de la organización, la ejecución concreta de las acciones que lleven a alcanzar los objetivos y las metas en el quehacer cotidiano dependen concretamente de las personas, y por tanto requieren de su participación directa y compromiso.

Por lo que respecta al diseño y aplicación de programas de comunicación que coadyuven al logro de los objetivos organizacionales, éstos rara vez son evaluados en cuanto a su efectividad, y si lo son generalmente los instrumentos que se utilizan para su evaluación están más relacionados con la exposición a medios y mensajes organizacionales y la certeza en la identificación de los objetivos que en la comprensión o involucramiento con los mismos. Como indica Aon, la mayoría de los esfuerzos por medir la efectividad de un programa de comunicación miden la satisfacción de los empleados en lugar de medir la eficiencia del programa en sí [1].

Es por ello que como parte de un esfuerzo por validar una novedosa metodología de medición de la eficiencia de programas de comunicación organizacional, un grupo de alumnos del Tecnológico de Monterrey Campus Cuernavaca y una servidora, nos dimos a la tarea de diagnosticar, diseñar e implementar un programa de comunicación en dos empresas de la localidad. La metodología seleccionada para la medición de la eficiencia fue la metodología eficiencia "Organizational Communication Blueprint" instrumentada por Aon Consulting que permite medir la eficiencia de los programas y su efecto directo en los empleados a través de 12 indicadores precisos; seis de ellos llamados de "propósito" y los otros seis identificados como de "proceso".

Los indicadores de propósito miden qué tanto saben los empleados acerca de los objetivos y las metas de la organización así como la visión que tienen de ella; indican además si los mensajes están siendo colocados apropiadamente dentro de la estructura organizacional o no. Por su parte, los indicadores de proceso miden la habilidad de la empresa para llevar a la práctica aquellas acciones que son indispensables para el éxito; indican además si se dispone o no de los recursos para implementar dichas acciones y poner en práctica lo que se demanda de los empleados a través de los mensajes [1].

## 2. Metodología

La metodología de Aon implica que cada indicador de propósito se encuentre *apareado* con un indicador de proceso, lo cual genera seis pares de indicadores que en conjunto miden qué tan bien se está desempeñando la organización en términos de su programa de comunicaciones. Los pares de indicadores propósito/proceso que Aon propone son los siguientes:

- a) *Alignment/Competencies*\* referidos a lo que los empleados conocen acerca de oportunidades de capacitación y entrenamiento dentro de la empresa y si los empleados tienen o no acceso a dichas oportunidades. Se operacionalizan en indicadores concretos como calidad en el servicio, tiempo de respuesta, precisión en la entrega del producto o del servicio.
- b) *Coaching/Continuous Improvement* referidos a lo que los empleados conocen acerca de los programas de apoyo que proporciona la empresa. Se

---

\* En este caso se ha respetado la terminología original en inglés por considerarse que la traducción no aclara el significado e los términos.

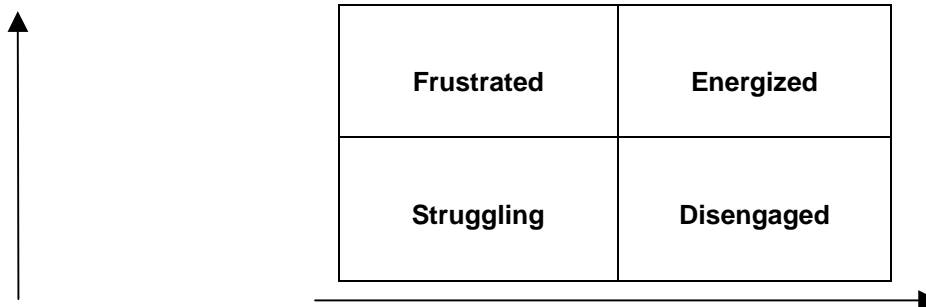
- operacionalizan en indicadores concretos como la inversión interna y externa que la empresa hace en capacitación.
- c) *Trust and Support/Commitment* referidos a si los mensajes de la empresa están siendo comunicados o no y si son consistentes con las promesas de los directivos. Se operacionalizan en indicadores concretos como los costos internos y externos del reclutamiento, la tasa de rotación y de ausentismo.
  - d) *Involvement/Creativity* referidos a qué tanto dicen los empleados acerca de la empresa y si tienen o no la oportunidad de compartir sus opiniones y sugerencias y si éstas se ponen en práctica o no cuando es conveniente. Se operacionalizan en indicadores concretos como el valor agregado del capital humano, y las ganancias obtenidas por innovaciones en productos y servicios.
  - e) *Information Sharing/Productivity* referidos a si los empleados reciben la información que necesitan para hacer su trabajo; si disponen de los recursos necesarios para hacer su tarea de una manera segura y eficiente. Se operacionalizan en indicadores concretos como resultados por empleado, velocidad de procesamiento y medidas de tiempo en cuanto a entregas.
  - f) *Customer Connection/Customer Satisfaction* referidos a si la compañía está orientada o no hacia el cliente, si se emplean recursos en la mejora del producto y del servicio y en la innovación. Se operacionalizan en indicadores concretos como las utilidades y ganancias obtenidas por segmentos de mercado y la lealtad del cliente.

Así por ejemplo, ubicando cada indicador en su rubro preciso tenemos que:

Purpose	Process
Alignment	Competencies
Coaching	Continuous improvement
Trust and Support	Commitment
Involvement	Creativity
Information Sharing	Productivity
Customer Connection	Customer Satisfaction

**Tabla 1. Relación de indicadores por rubro**

La medición se realiza a través de una escala específica que sitúa cada indicador en coordenadas XY; de tal suerte que cada conjunto de indicadores es plasmado en un eje específico: X para proceso y Y para propósito. Ubicando el lugar que ocupa cada registro en la escala y sacando el promedio de todos los indicadores de propósito y todos los indicadores de proceso es posible generar un punto de ubicación en un cuadrante determinado. Los cuatro cuadrantes que aparecen en la matriz obtenida han sido calificados por Aon como *frustrated*, *energized*, *struggling and disengaged*.

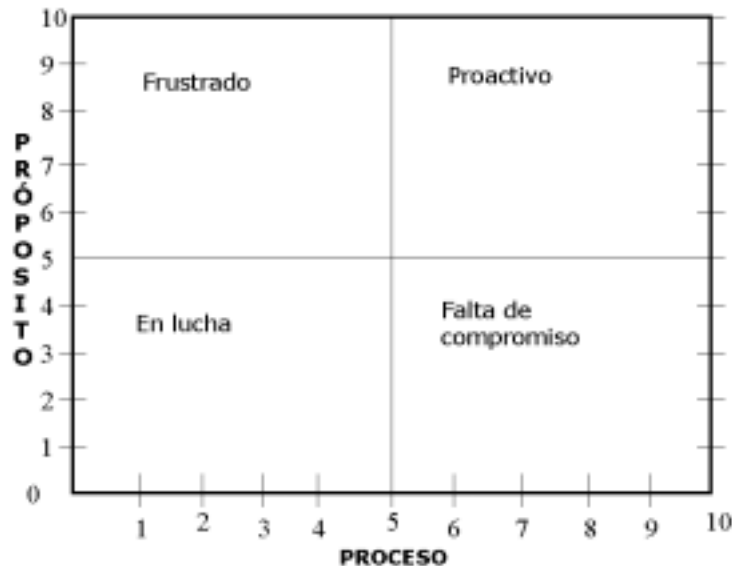


**Tabla 2. Matriz de cuadrantes de ubicación de eficiencia**

Así por ejemplo, si una empresa está alta en su promedio de indicadores de proceso pero baja en sus indicadores de propósito, sus empleados caen en el cuadrante de *disengaged* lo cual indica que tienen los recursos pero no saben qué hacer con ellos o cuál es el sentido último de su actividad. Al ubicar a la empresa en una matriz como la anterior, es posible identificar aquellos indicadores que están operando y los que no. La empresa puede por tanto utilizar esta información para generar un programa de comunicación más efectivo.

Una segunda medición nos permite establecer la eficiencia del programa al reflejar o no un avance en la empresa respecto de su ubicación anterior. Desde luego los resultados que se obtienen una vez hecha la medición variarán dependiendo de si la empresa es una empresa de comercial, industrial o de servicios; sin embargo, independientemente del giro, la ubicación inicial de la matriz puede servir como un punto de referencia para un *benchmarking* de tipo interno.

Para fines de este estudio la terminología original del “Organizaional Communication Blueprint” fue traducida al español con un diseño de matriz de medición de indicadores que quedó de la siguiente manera:



**Diagrama 1. Matriz de registro de datos**

El estudio se llevó a cabo con la ayuda de estudiantes de la materia de Seminario de Administración de Sistemas de Comunicación del Campus Cuernavaca durante el semestre enero-mayo del 2002 a dos empresas de la localidad.

La primera empresa fue *Axmith Jeans*, una pequeña empresa de poco más de 50 empleados dedicada al corte y maquila de productos de mezclilla, específicamente pantalones para dama y caballero, aunque también fabrican camisas y otros productos de vestir. En *Axmith* se aplicó un cuestionario previo y posterior a la aplicación de un programa de comunicación, consistente en 13 preguntas que midieron indicadores de servicio (preguntas 6, 12 y 13); compromiso (preguntas 10 y 11), integración, (preguntas 1 y 4) y reconocimiento (preguntas 2,3,5,7,8 y 9).

La segunda empresa fue Fundación Produce Morelos A.C. una institución de carácter social en donde colaboran apenas 8 personas de planta cuya función es brindar apoyo y asistencia técnica a los productores del campo en la localidad. Las Fundaciones Produce, se generan a nivel nacional con el objeto de apoyar al sector agropecuario en capacitación, transferencia de tecnología e investigación aplicada, iniciando en 1996, como un agente de desarrollo de los productores y para los productores agropecuarios y forestales. En Produce se aplicó un cuestionario nuevamente de 13 preguntas que midieron los siguientes indicadores: de servicio (preguntas 1,6, 9 y 10); de compromiso (preguntas 2, 5 y 8); de calidad (preguntas 3 y 11); y de organización (preguntas 4, 7, y 12).

Cabe mencionar que los cuestionarios fueron diseñados de acuerdo a las necesidades de cada empresa. Las propiedades de la metodología de Aon nos permitieron adaptar los indicadores fundamentales y hacer uso de aquellos que describían los comportamientos deseables de acuerdo con el primer diagnóstico. Cada indicador fue operacionalizado comportamientos específicos y traducido a escalas concretas dependiendo de la naturaleza del indicador. Los reactivos fueron diseñados tomando en consideración la terminología empleada en cada organización.

En ambos casos la metodología consistió en acudir varias veces a la empresa a entrevistar a respondientes calificados que nos pudieran proporcionar información acerca de la Misión, Visión, objetivos empresariales, productos, servicios, programa de capacitación a empleados, programa de comunicación existente, etc. Con esta información se desarrolló un diagnóstico preliminar de necesidades de comunicación para la difusión eficiente de los objetivos organizacionales.

Una vez hecho este diseño preliminar se procedió a determinar la presencia de los indicadores mencionados en la metodología de Aon y a generar una definición operacional con la cual la empresa estuviese de acuerdo. Al término de la operacionalización se diseñaron los reactivos junto con sus respectivas escalas y se obtuvo la autorización de la empresa para su aplicación. El instrumento se validó con una prueba piloto y se generó un esquema de levantamiento de datos.

En *Axmith* los indicadores se operacionalizaron de la siguiente manera:

- 1) SERVICIO: Calidad en el servicio, tiempo de respuesta, lealtad del cliente. (proceso)
- 2) COMPROMISO: Grado de ausentismo, nivel de rotación. (propósito)
- 3) INTEGRACIÓN: Valor agregado del capital humano. (propósito)
- 4) RECONOCIMIENTO: Identificación de la marca, lealtad a la marca. (proceso)

En el caso de *Fundación Produce Morelos* los indicadores fueron los siguientes:

- 1) SERVICIO: Calidad de servicio, Tiempo de respuesta, información precisa, lealtad del cliente (proceso)
- 2) COMPROMISO: Costo interno por contratación, costo externo por contratación, ausentismo (propósito)
- 3) ORGANIZACIÓN: Productividad por empleado, velocidad en los procesos, cumplimiento de fechas límites. (proceso)
- 4) CALIDAD: Valor agregado del empleado (empowerment), adquisición de nuevos servicios (propósito)

El levantamiento de datos en *Axmith* se llevó a cabo durante las primeras dos semanas del mes de abril del 2001. La encuesta se aplicó en los dos puntos en donde se encontraban los públicos a los que se dirige *Axmith*; 10 personas en el punto de venta del producto que fabrica y comercializa *Axmith*. Por otro lado, también se efectuaron 58 encuestas en las instalaciones de *Axmith*, las cuales fueron aplicadas al personal del área de bordado, lavandería, producción, acabado final, corte y bodega, lo que constituye el total de la población de la empresa. Paralelamente se diseñaron los programas de comunicación interna a aplicar.

Por lo que respecta a la *Fundación Produce Morelos*, al igual que en *Axmith* se hizo un diagnóstico preliminar de la organización para determinar sus necesidades y posteriormente se establecieron los indicadores que era necesario medir durante el estudio. Con base en los datos que presenta Aon, se aplicaron los siguientes indicadores para medir los valores en los cuales se basa la Fundación y que se determinó importante fomentar. Se diseñó un cuestionario que fue aplicado a todos los integrantes de la organización.

Los objetivos del programa de comunicación en *Axmith* fueron:

- 1) Comunicar a los empleados la nueva imagen de marca de los productos de *Axmith*
- 2) Integrar a los empleados y hacerlos conscientes de que son parte de la empresa
- 3) Concientizar a los empleados de la importancia del servicio al cliente

En el caso de *Fundación Produce* los objetivos del programa de comunicación fueron:

- 1) Informar a cada una de las áreas de produce de los objetivos y metas específicas de las demás áreas
- 2) Lograr la integración entre las áreas y el espíritu de equipo
- 3) Concientizar acerca de la función interdependiente de cada una de las áreas en la atención al productor
- 4) Generar nuevos métodos para la mejora de la eficiencia organizacional basados en la organización y en la administración del tiempo

Respecto del programa de comunicación administrado en *Axmith* éste consistió en visitas y aplicación de entrevista profunda a los principales clientes de la empresa con el propósito de averiguar los estándares de calidad en el servicio que la empresa estaba entregando. Posteriormente se hicieron reuniones con los empleados para informar acerca de dichos estándares y de la importancia de cumplir la política de calidad de la organización. Estas pláticas estuvieron acompañadas de carteles que enfatizaban la nueva imagen de los productos de *Axmith* con la leyenda “Tú eres parte de *Axmith*”. Cabe señalar que el primer levantamiento de datos y aplicación del cuestionario se hizo antes de tener estas pláticas con los empleados y de la administración del programa de comunicación.

Para *Fundación Produce Morelos* el programa de comunicación consistió en el diseño de un evento de integración en el que se trabajó en la planeación de objetivos organizacionales y se presentaron los principales valores que la empresa persigue que son: Organización, Servicio, Calidad y Compromiso. Estos valores fueron “personificados” en el diseño de mascotas gráficas que fueron adaptadas para su distribución en carteles con mensajes específicos. Durante el evento de planeación/integración se presentaron dichos personajes y se explicó su utilidad para la labor de promoción de los servicios que presta la fundación. Al igual que en el caso anterior, el primer levantamiento de datos fue previo a la implementación del programa de comunicación.

Una vez finalizada la implementación de los programas de comunicación respectivos se llevó a cabo una nueva medición aplicando el cuestionario anterior, lo cual permitió registrar dos mediciones específicas de la misma organización correspondientes a un *antes* y un *después* de administrado el programa de comunicación.

Nuevamente los resultados se organizaron tomando en cuenta los indicadores básicos de la metodología de Aon a fin de poder diagramar los datos en la matriz de manera precisa. Es importante indicar también que la comparación de resultados que se hizo posteriormente, tuvo como objetivo registrar el avance de cada empresa contra sí misma.

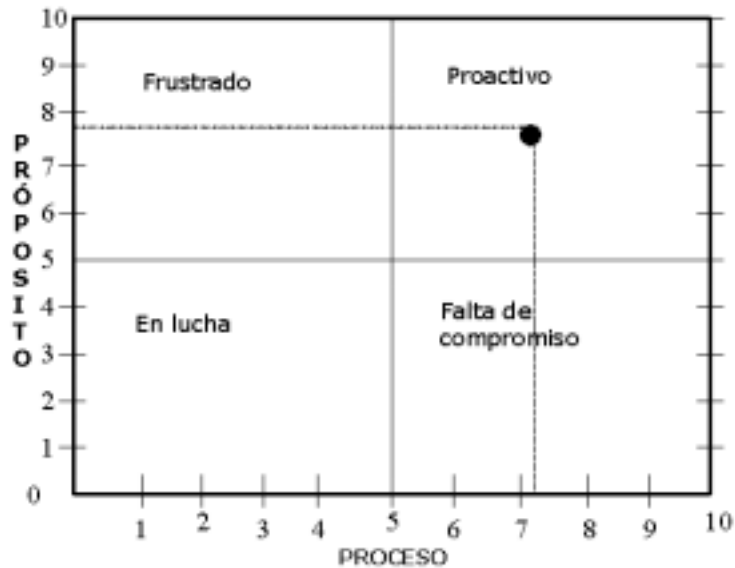
### 3. Resultados y discusión

La aplicación de la herramienta conocida como “Organizational Communication Blueprint” nos permitió hacer una distinción importante del grado de involucramiento de los distintos públicos organizacionales en cada institución. Dado que ambas organizaciones son pequeñas fue posible llevar a cabo un análisis detallado de los datos. Los resultados obtenidos en este estudio son realmente muy interesantes.

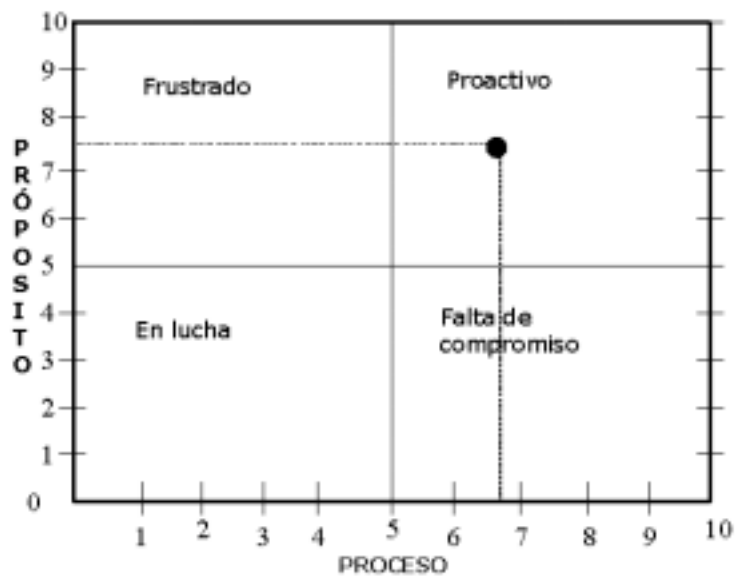
En el caso de *Axmith* tanto los clientes como los empleados aparecieron en el nivel de proactivo previamente a la aplicación de la estrategia de comunicación. Los datos sugieren que los clientes de *Axmith* reconocen las bondades del producto y de la marca y opinan que reciben un trato suficientemente bueno de parte de la empresa, (hay que recordar que en este caso los clientes de la empresa son distribuidores intermediarios entre la empresa y el consumidor final); en tanto que los empleados están conscientes de los objetivos que les ha planteado la empresa en términos de su labor cotidiana, pero califican por debajo al proceso porque consideran que no tienen la infraestructura ni las condiciones idóneas para trabajar (el lugar carece de ventilación apropiada).

<b>Público</b>	<b>Propósito</b>	<b>Proceso</b>	<b>Cuadrante</b>
Clientes	7.8		Proactivo
Clientes		7.2	Proactivo
Empleados	7.5		Proactivo
Empleados		6.7	Proactivo

**Tabla 3. Resultados Axmith antes de la implementación del programa de comunicación**



**Diagrama 2. Resultados de clientes de Axmith antes de la implementación del programa de comunicación**



**Diagrama 3. Resultados de empleados de Axmith antes de la implementación del programa de comunicación**

El programa de comunicación de *Axmith* consistió en plantear la nueva imagen de la empresa tanto a clientes como a empleados. En el caso de los clientes, se les proporcionaron carteles y material de punto de venta además de una carta de agradecimiento por parte de la empresa con una invitación a participar más directamente en las promociones. En el caso de los empleados se pegaron carteles en la empresa, se dieron pláticas relativas a la calidad y se les prometió entregar una playera con la nueva imagen, misma que no estuvo lista durante la ejecución de este estudio. Como consecuencia, si bien ambos públicos de mantuvieron en el nivel de proactivo, hubo un retroceso respecto de los niveles registrados por los indicadores en la segunda medición.

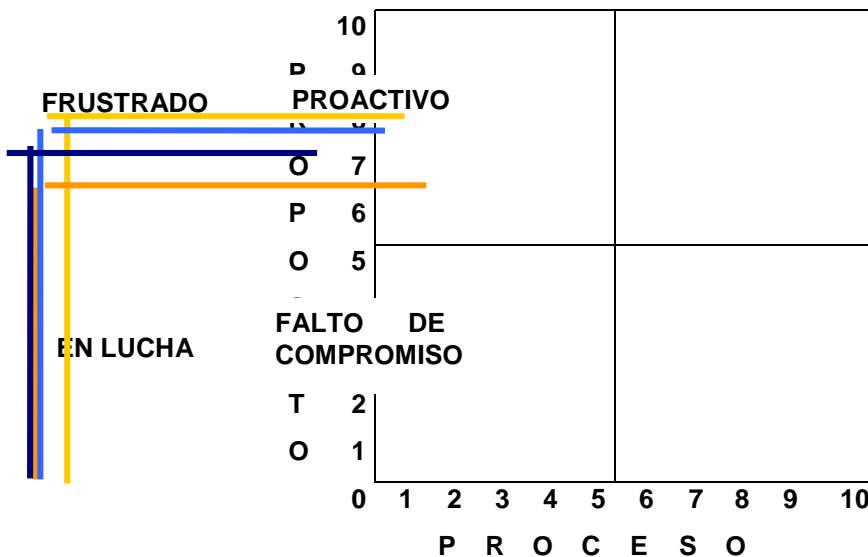
Los empleados fueron quienes mayormente “castigaron” a la empresa, ya que por un lado se les prometieron camisetas que jamás se entregaron, y por otro lado no se resolvieron los problemas de infraestructura y ventilación que aparecieron en la primera medición.

Cabe mencionar que la campaña de comunicación fue tan buena que generó demasiadas expectativas respecto de la atención que la empresa brindó en los hechos a ambos públicos. Los clientes resintieron la lentitud en la respuesta respecto de sus peticiones y preguntas sobre la nueva imagen de los productos de Axmith y los empleados se sintieron defraudados respecto de la atención que reciben a sus necesidades laborales. La baja en ambos casos se registró en los clientes en los indicadores de propósito debido a la incertidumbre por el cambio de imagen y en para los empleados la baja estuvo en los indicadores de proceso; no obstante ambos públicos se mantuvieron en el cuadrante de proactivo.

En la tabla y gráfica que se presentan a continuación, se registra la situación por público antes y después de la implementación:

Público		Antes	Después
Clientes	Propósito	7.8	6.3
	Proceso	7.2	7.7
Empleados	Propósito	7.5	7.0
	Proceso	6.7	6.5

**Tabla 4. Resultados Axmith antes y después de la implementación por público y por indicador**



**Diagrama 4. Resultados generales en Axmith por público y por indicador antes y después de la implementación del programa de comunicación**

Ahora bien, la situación en la *Fundación Produce Morelos* fue distinta. En primer lugar el levantamiento de datos se hizo con un número mucho menor de personas, lo cual permitió el registro de una mayor cantidad de datos. Se utilizó la entrevista profunda y la observación participante aunque también se recurrió a las encuestas. La estrategia de comunicación que se llevó a cabo consistió en un evento de integración que básicamente manejó una dinámica de conocimiento y participación. El momento y el contexto para la aplicación de la dinámica fueron óptimos, lo cual permitió el registro de un avance importante entre la primera y la segunda medición.

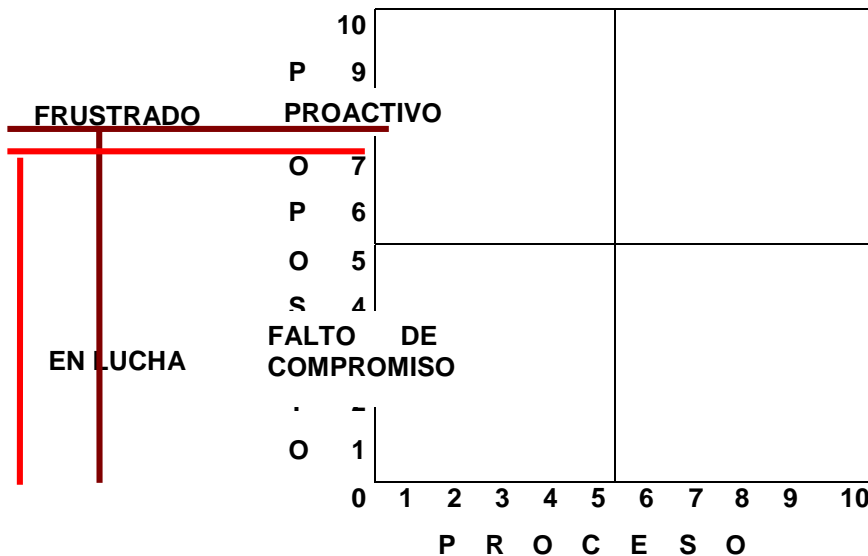
La problemática que originalmente se había detectado apareció reflejada claramente en los indicadores de proceso, mientras que el propósito permaneció firme y en buenos niveles. En la Fundación el problema principal radica en la falta de coordinación entre las diferentes áreas de la empresa, por lo que uno de los factores mencionados con frecuencia fue la necesidad de establecer mecanismos para la organización eficiente de la tarea y el manejo del



tiempo. El programa de comunicación utilizó como premisa fundamental la necesidad de que los empleados conozcan claramente la labor y las problemáticas que enfrenan cada una de las áreas y aprendan a coordinarse para sacar un mejor provecho de sus habilidades en beneficio del productor del campo. La dinámica de integración proporcionó a los integrantes elementos para un desempeño más eficiente. Como consecuencia, la empresa apareció en el cuadrante de proactivo registrando un avance importante de una medición a otra como se muestra a continuación:

Propósito	Proceso
7.0	7.3
7.4	8.0

**Tabla 5. Resultados de la Fundación Produce Morelos ante y después de la implementación del programa de comunicación**



**Diagrama 5. Resultados generales en la Fundación Produce Morelos por indicador antes y después de la implementación del programa de comunicación**

Consideramos que el avance en el registro de los indicadores en el cuadrante de proactivo se debió a la motivación que los empleados sintieron a partir de la ejecución de la dinámica. En ese sentido el instrumento no hizo sino registrar la transformación en el ánimo de los integrantes. Especialmente gratificante fue el hecho de que a partir de la dinámica los empleados lograron diseñar por ellos mismos mecanismos para la administración del tiempo y la mejora de la eficiencia.

#### 4. Conclusiones

1. Este estudio ratificó que la eficiencia organizacional, el reconocimiento y el compromiso con los objetivos organizacionales deben estar basados en la existencia de un *common ground* [2][5][6], por lo que la existencia de un programa efectivo de comunicación es imprescindible para cualquier organización.
2. Este estudio también señaló la importancia de tomar en cuenta al recurso humano *antes* de diseñar cualquier programa de comunicación organizacional. Asimismo, demostró que un primer registro es útil para saber hacia dónde deben enfocarse las energías de la organización. Como indica Aon[1], el programa de comunicación que se diseñe una vez conocidos los primeros datos, debe centrarse en los comportamientos deseables para los indicadores de propósito y proceso, especialmente cuando la

- primera medición ubique al personal en las áreas de frustración, lucha o falta de compromiso.
3. Los resultados también nos permiten concluir que todo programa de comunicación *debe responder fielmente* a las prácticas reales de la empresa y no a sus intenciones de mejora. Si los mensajes mandan señales de que la organización va a cambiar y no lo hace, es muy probable que la segunda medición genere un retroceso respecto de los indicadores iniciales.
  4. Para este estudio los indicadores de propósito y de proceso del “Organizational Communication Blueprint” fueron adaptados a fin de coincidir con la terminología y las prácticas de cada organización, de manera que la aplicación de la metodología no fue rigurosa; sin embargo, el valor de este estudio consistió en proponer al propósito y al proceso como dos indicadores indispensables para el registro de la eficiencia de los programas de comunicación y a su diagramación como una posibilidad real de visualizar sus avances.
  5. Podemos decir entonces que, en lo general, fue posible probar la utilidad de una metodología de medición de eficiencia de programas de comunicación como el “Organizational Communication Blueprint” y validarla en principio como herramienta; no obstante debemos de reconocer que no sabemos si el tamaño de las empresas investigadas haya influido en los resultados obtenidos; habría que aplicar la metodología en organizaciones más grandes para aclarar este punto.
  6. Por cuestiones de calendario académico la primera medición y la segunda estuvieron cercanas en tiempo, lo cual restó posibilidades al programa de comunicación de “establecerse” de una manera definitiva en la cultura organizacional. Paradójicamente también debemos decir que es posible que los mensajes estuviesen muy “frescos” en la mente de clientes y empleados, de allí el éxito del programa. Estudios posteriores deberían dejar pasar más tiempo entre una medición y otra a fin de validar la metodología.
  7. En ambas empresas se introdujo un elemento de comunicación importante que permitió al personal reflexionar sobre su actuar cotidiano y sobre su compromiso con las metas de la institución, pero también se generaron expectativas por parte de los empleados respecto de los niveles directivos, por lo que sería de esperarse que ambas instituciones den seguimiento a este proceso. Como bien indica Aon, la medición de la eficiencia de un programa de comunicación debe ser una actividad permanente y no un proyecto aislado. La estrategia de comunicación de una organización debe evolucionar de acuerdo con las necesidades cambiantes de las empresas[1].
  8. Es posible que durante este estudio se haya producido lo que se conoce como *Efecto Pigmalión* es decir, al tratar a los empleados con mayor consideración y afecto, se crearon expectativas que los hicieron creer que son capaces de mejorar en su rendimiento, lo cual de inicio movió los indicadores hacia el nivel de proactivo. Es importante por tanto repetir el estudio dando mayores posibilidades de afianzamiento al programa de comunicación y sobre todo asegurar la consistencia en los comportamientos por parte de los directivos de ambas organizaciones.

## 5. Referencias

- [1] Aon Consulting. Consultant outlines steps for measuring effectiveness of communications program. Employee Benefit Plan Review, Chicago (2001)
- [2] Corman, Steven R. and Marshall Scott Poole. Perspectives on Organizational Communication: Finding Common Ground. New York, Guilford Press (2000)
- [3] Kanter, R. M “Beyond the cowboy and the corpocrat” in: Ken Starkey. (ed). How Organizations Learn. London, International Thompson Business Press. (1996).
- [4] Mullins, John, Margaret Lineham; James S. Walsh. People-centered management policies: A new approach for the 21<sup>st</sup>.century. Irish Journal of Management. Dublin. (2001)
- [5] Pfeffer, J. Barriers to the advance of organizational science: Paradigm development as a dependent variable. Academy of Management Review, 18: 599-620 (1993)
- [6] Van Maanen, J. Style as theory. Organization Science, 6:133-143 (1995)

# RELACIÓN DE GRÁFICOS DEL TRABAJO INSTRUMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE EFICIENCIA EN LA COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL APLICADA A DOS ORGANIZACIONES DISTINTAS

María de la Luz Casas Pérez\*

Purpose	Process
Alignment	Competencies
Coaching	Continuous improvement
Trust and Support	Commitment
Involvement	Creativity
Information Sharing	Productivity
Customer Connection	Customer Satisfaction

Tabla 1. Relación de indicadores por rubro



Frustrated	Energized
Struggling	Disengaged

Tabla 2. Matriz de cuadrantes de ubicación de eficiencia

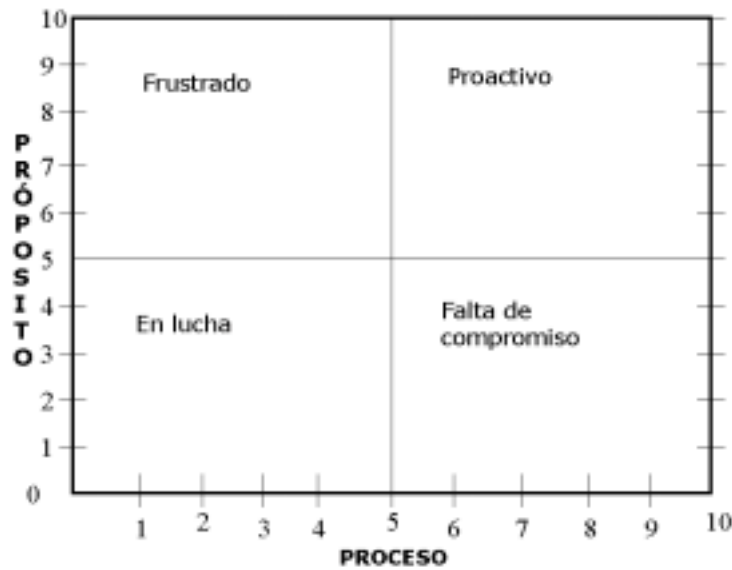


Diagrama 1. Matriz de registro de datos

---

\* Dra. María de la Luz Casas, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Profesora del Departamento de Comunicación y Ciencias Sociales de la División de Administración y Ciencias Sociales Campus Cuernavaca.

Público	Propósito	Proceso	Cuadrante
Cientes	7.8		Proactivo
Cientes		7.2	Proactivo
Empleados	7.5		Proactivo
Empleados		6.7	Proactivo

Tabla 3. Resultados Axmith antes de la implementación del programa de comunicación

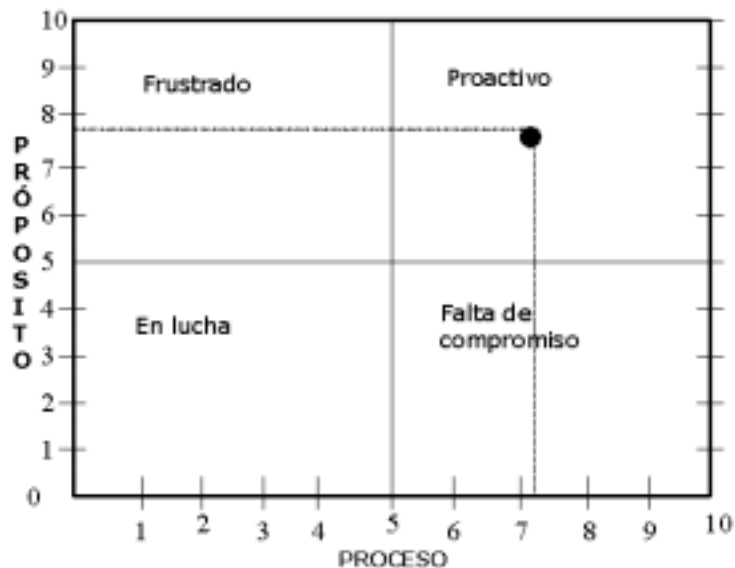


Diagrama 2. Resultados de clientes de Axmith antes de la implementación del programa de comunicación

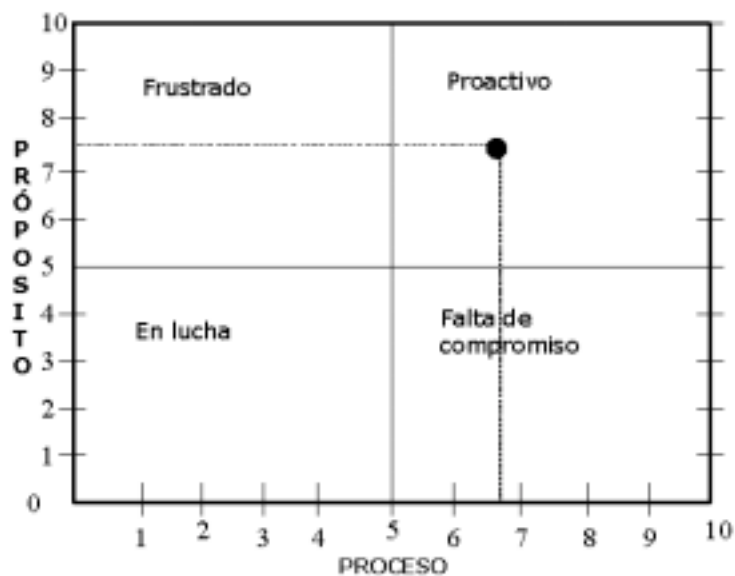


Diagrama 3. Resultados de empleados de Axmith antes de la implementación del programa de comunicación

Público		Antes	Después
Clientes	Propósito	7.8	6.3
	Proceso	7.2	7.7
Empleados	Propósito	7.5	7.0
	Proceso	6.7	6.5

Tabla 4. Resultados Axmith antes y después de la implementación por público y por indicador

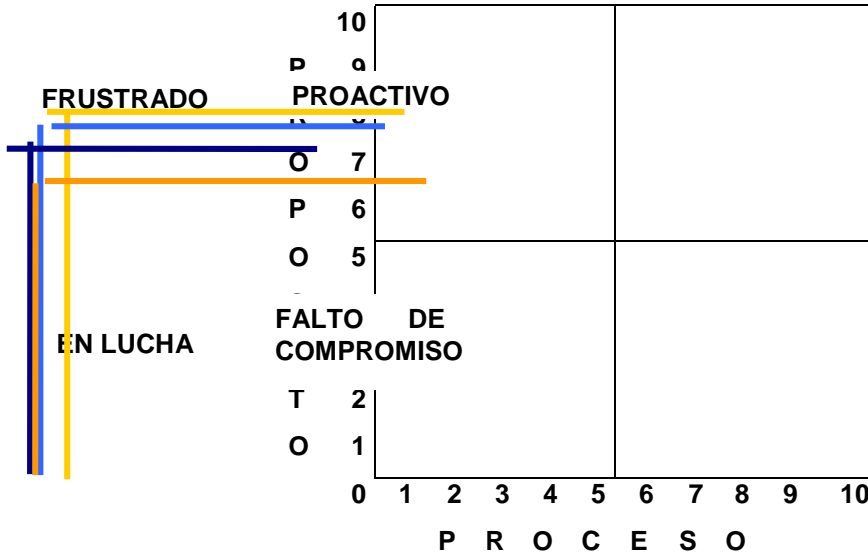


Diagrama 4. Resultados generales en Axmith por público y por indicador antes y después de la implementación del programa de comunicación

Propósito	Proceso
7.0	7.3
7.4	8.0

Tabla 5. Resultados de la Fundación Produce Morelos ante y después de la implementación del programa de comunicación

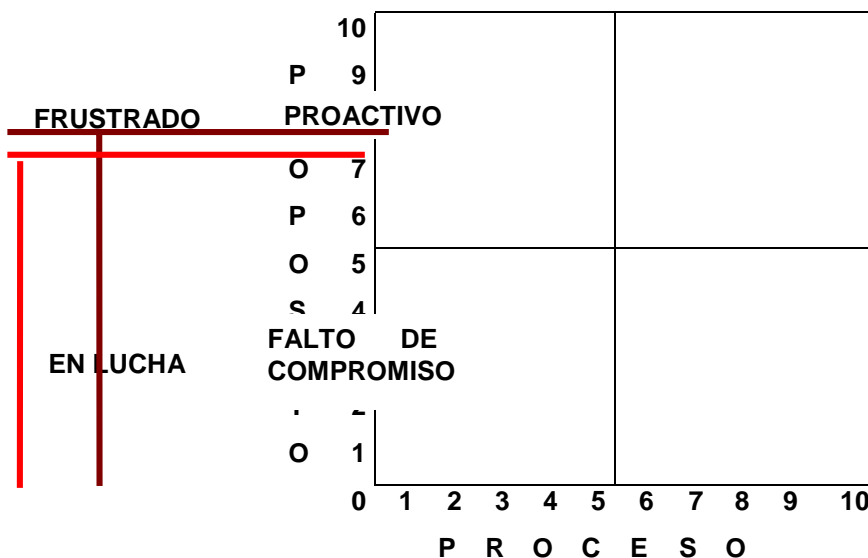


Diagrama 5. Resultados generales en la Fundación Produce Morelos por indicador antes y después de la implementación del programa de comunicación

**STRATEGY, DISTINCTIVE COMPETENCES AND BUSINESS PERFORMANCE: A FIELD RESEARCH IN INDUSTRIAL SAN LUIS POTOSI, MEXICO.** Daniel Maranto Vargas, Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, Campus Monterrey, ITESM.

**ABSTRACT.**

This paper partly reports on a research project aimed at exploring the existence of significant associations between the strategy implemented and the performance of the firm, its distinctive organizational capabilities and, certain managerial characteristics. Miles and Snow's (1978) typology of strategic orientation served as the conceptual framework this research. It was selected for two major reasons: First, because of its widespread use in the academic literature on strategy; second, it provided a methodological framework for studying the industrial sector of San Luis Potosí.

A clearer understanding of the strategies followed by firms is important because businesses are facing both increasing competition and changing environments which require accurate decisions in order to break the competitive environment and reestablish it under improved conditions for the firm. This issue should be of major concern for academicians in the field of strategy focused on emergent economies such as México, since much more research is needed in order to assemble a body of knowledge that allows to improve the competitiveness of firms and economies en Latin America.

Mayor findings illustrate that a more outside-oriented strategic orientation, such as a *prospector* strategy aligned to customer-market orientation tends to render better financial and market results compared to more inside-oriented strategies such as *defenders*. Conclusions drawn from this research may provide academicians with a framework to advance the much-needed research in strategy for emerging Latin American economies. For practitioners, mayor findings suggested here should assist them in defining the strategic orientation of their firms and what organizational activities to align with the selected strategy in order to have a positive impact on the business performance. The paper concludes with directions for future research which should explore how to create the necessary conditions for firms in emerging economies to innovate and create knowledge as a strategic capability.

**Requested Track:**

International Business and Global Competitive Strategies

**Paper Title:**

The Internationalization of the Firm

**Four key words that identify your paper:**

Internationalization, Inward-Outward, Export-Import, Models

**Name of the contact author and email address to be used for all correspondence:**

Jorge A. Wise, [jwise@campus.mty.itesm.mx](mailto:jwise@campus.mty.itesm.mx)

**Name, affiliation, mailing addresses, phone, fax, and email addresses:**

Jorge A. Wise

Profesor

Marketing Department

ITESM – Campus Monterrey

Sucursal de Correos “J”

64849 Monterrey, N. L.

Mexico

Phone: +52 81 8358 2000 ext. 4980

Home: +52 81 8303 4322

Fax: +52 81

Email: [jwise@campus.mty.itesm.mx](mailto:jwise@campus.mty.itesm.mx)

**Abstract.**

There are several perspectives used to analyze the internationalization of the firm. Those perspectives essentially relate to the industrialization strategies chosen by the country, particularly by its own government (Austin, 1990). In general, the strategies are categorized as being inward- or outward-oriented, which refer to the country's focus on domestic or international markets, respectively. To allow a suitable comprehension on how firm internationalize, this paper summarizes how the internationalization concept has been studied. Additionally, here is included how traditionally has been seen the internationalization of the firm through exports (outward) and imports (inward). Finally, it is established the standpoint on which firms are considered that have internationalized.

**Special requests:**

For presentation purposes I need overhead projector and computer with a projector

**Statement:**

My submission contains only original work that has not been published elsewhere, and that it is not scheduled to be published anywhere.

## **ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS, OPCIONES REALES, Y EL DESEMPEÑO SOCIAL DE LA EMPRESA.**

Bryan W. Husted Corregan, Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, Campus Monterrey, ITESM.

La relación entre el desempeño social de la empresa y la administración de riesgo, se ha tratado de manera esporádica en la literatura de empresa y sociedad. Utilizando la teoría de opciones reales, se desarrolla una noción del desempeño social de la empresa como una opción real y sus implicaciones para la administración de riesgos. Específicamente, la teoría de opciones reales sugiere que el desempeño social de la empresa debe ser relacionado negativamente al riesgo *ex ante* de negocio.



# **ESTRATEGIAS QUE SIGUEN LAS MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DEL VESTIDO EN EL DISTRITO FEDERAL**

## **Abstract**

The objective of this study is to analyze the present situation about the strategies that follow the small business companies of the garment industry in Mexico. In this sense, we elaborated the hypothesis about the ongoing strategies of the companies. After this, we applied one survey in order to know the strategies of these enterprises, so that we analyze in the first place the types of these strategies and the second place how these strategies were implanted in the companies. Finally, with the results obtained we tested the hypothesis and presented some conclusions about the results of this study.

## **INTRODUCCIÓN**

Las micro y pequeñas empresas (MYPE) en México desempeñan un rol dinámico en la economía, dado que son generadoras de empleo y por el efecto multiplicador que conlleva la actividades que realizan. Así ,en México, este grupo de empresas representa más del 90% del total de la industria manufacturera del país.

Sin embargo, en las condiciones actuales de apertura y globalización de los mercados, de una competencia cada vez mayor entre las empresas que ofrecen productos similares, y de enfrentar situaciones cambiantes del entorno económico, estas empresas y en particular las MYPE de la industria del vestido que representan el 97.5%<sup>1</sup> del total de la industria textil, enfrentan uno de los retos más difíciles, que consiste en integrarse dinámicamente a este proceso de cambio siguiendo estrategias que les permitan llegar a ser más competitivas para enfrentar el nuevo siglo sobre una base más sólida.

### **La Industria Textil en México**

La industria textil en México que comprende la rama de textiles, prendas de vestir e industria del cuero está compuesta por micro, pequeñas, medianas y grandes empresas. En dicha industria se estima que la rama del vestido aporta entre el 45% y 49% del PIB del sector textil, razón por la cual se constituye en uno de sectores con mayor dinamismo.

En las empresas del sector del vestido coexisten marcas internacionales asociadas a productos de calidad y marcas nacionales, las cuales están asociadas tanto a productos de calidad como a productos corrientes, y en la que están presentes no sólo productos nacionales sino también extranjeros. Respecto a las importaciones, se considera que los productos extranjeros están ganando cada vez más terreno (actualmente representan el 45%

---

<sup>1</sup> Porcentaje calculado a partir de los datos tomados de: INEGI (1995), **XIV Censo Industrial - Censos Económicos 1994**, México.

del total de la producción nacional), en particular aquellos que entran al país bajo prácticas desleales de comercio (caso de los productos asiáticos)<sup>2</sup>.

En los últimos años esta industria ha enfrentado varios factores adversos debido a que el mercado de ropa es muy sensible a los cambios del entorno, como:

- La caída en la demanda doméstica, la caída en los salarios reales hace que la gente piense más en la comida que en el vestir.
- El alza de las tasas de interés, como consecuencia de la crisis del 94 la mayoría de los empresarios aún están pagando elevados intereses de sus deudas o en muchos casos suspendieron sus pagos, y según declaraciones del Presidente de la Cámara Nacional de la Industria del Vestido esta situación se puede repetir en la actualidad si las tasas de interés siguen incrementándose<sup>3</sup>.
- La clientela se ha vuelto más exigente, en la medida que está más consciente y enterada de los cambios que se dan fuera del país con relación a la moda, aunque ésta tarde en llegar a México de una a dos temporadas<sup>4</sup>.
- Las importaciones de la industria confecciones de prendas de vestir entre los años 1989 y 1994 fueron mayores que las exportaciones, resultado de un tipo de cambio sobrevaluado y bajos aranceles (esto incentivó la indiscriminada importación de confecciones provenientes de China); pero ya en 1994 las exportaciones representaron el 94.1% de las importaciones, como consecuencia de las reformas económicas que se dieron a principios de ese año y a la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Sin embargo, las importaciones siguieron representando un alto porcentaje de las exportaciones, así en 1996 representó el 64.4%.

También, los representantes de ambas Cámaras (Cámara Nacional de la Industria textil y del Vestido y Cámara Nacional de la Industria del Vestido) han manifestado su preocupación por la caída en las ventas, la preferencia del consumidor por el producto importado y los altos costos de la materia prima y los materiales<sup>5</sup>. En este marco, interesa estudiar a las MYPE de la industria del vestido ubicadas en el Distrito Federal, ya que en esta área geográfica se encuentra el mayor número de estas empresas<sup>6</sup>. En el caso de la industria del vestido ésta representa el 64% del total de la industria textil.

---

<sup>2</sup> El Financiero, 11 sept. 1998, Sección Economía, p.15.

Los principales casos de prácticas desleales de comercio son el Dumping y los Subsidios que un país otorga a sus exportadores. En : SECOFI, (1991) Prácticas Desleales de Comercio, Monografía No. 6.

<sup>3</sup> Ibidem., Sección Economía

<sup>4</sup> Según declaraciones de Fusoni, experta y consultora en esta industria. En revista **Expansión**, Vol. XXIX, No. 738, México, Abril 8, p. 89.

<sup>5</sup> HERRERA ALCAIDE, Claudia (1998), "Estancado el sector textil, asegura Tito Kuri", en **El Financiero**, Sección Economía, 12 de noviembre, p. 17.

<sup>6</sup> SECOFI (1991), **La industria textil**, monografía No. 13, México, p. 7.

## **Objetivo**

El estudio busca identificar las estrategias seguidas por las MYPE de la industria del vestido en el Distrito Federal, y a partir de los resultados hacer una propuesta para el diseño de estrategias en este tipo de empresas mexicanas considerando las variables fundamentales del medio ambiente. El diseño final de las estrategias estará en función del marco teórico utilizado para el estudio y los resultados obtenidos, pudiendo ser funcionales, de negocios, globales o a nivel corporativo.

También, el estudio permitirá, entre otros aspectos, conocer con mayor profundidad la situación en la que se encuentran la MYPE de la industria del vestido, el proceso productivo existente, la relación con otros sectores, la capacidad de exportación que tienen.

## **Justificación**

El estudio se justifica en tanto la industria del vestido satisface con su producto una necesidad básica de la población y contribuye con casi el 0.7% al PIB total de la economía en México.

Por otro lado, el estudio se lleva a cabo en el Distrito Federal (D.F.), ya que es uno de los principales centros que concentra a los productores de esta industria. Asimismo, es una de las principales fuentes generadoras de empleo en el D.F., tanto directa como indirecta, y correlaciona con otras actividades productivas dentro de la industria textil y fuera de ella.

## **Antecedentes de la investigación**

La preocupación por la situación de la industria mexicana ha sido una constante en las políticas de las distintas administraciones, en el quehacer de los empresarios y tema de investigación en varias disciplinas. El interés en realizar estudios acerca de la industria en general y en particular del sector manufacturero tuvo sus inicios en la nueva etapa que para México implicaba el formar parte del Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (siglas en inglés: GATT) y en el esfuerzo de la administración por llevar a cabo la reestructuración y modernización de la planta industrial mexicana.

Hay investigaciones sobre la industria textil en general, como el estudio realizado en el Instituto de Investigaciones Económicas<sup>7</sup> en el cual se analizó la tecnología y las condiciones de trabajo en la industria textil en el marco de un proyecto global que abarcó varias ramas del sector manufacturero, las cuales han sido abordadas desde diferentes perspectivas. También hay investigaciones sobre la industria textil y del vestido

---

<sup>7</sup> ALVAREZ M., Lucía y GONZALEZ M. Ma. Luisa (1987), **Industria textil, Tecnología y Trabajo**, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.

abordadas de manera general, una relacionada con la apertura comercial y la competitividad de los productos de esta industria<sup>8</sup>; otra en la cual se hace un diagnóstico general de la industria textil en el D.F. y se proponen lineamientos estratégicos para el desarrollo de la misma<sup>9</sup>, también está el estudio que analiza la industria textil enfatizando el comercio exterior, características de producción, insumos y empleo<sup>10</sup>; y la otra desde el punto de vista de planeación y control<sup>11</sup>. Sin embargo, las investigaciones acerca de la industria del vestido considerando sólo a las micro y pequeñas empresas son prácticamente nulas.

También, algunas revistas nacionales como *Expansión* y *Mundo Ejecutivo* dan a conocer su preocupación por el sector textil al presentar reportajes sobre esta industria. Así, cómo la moda se ha beneficiado a través de la apertura y cómo la presencia de productos asiáticos está afectando a este sector<sup>12</sup>, y cómo algunos empresarios buscan revitalizar la industria del vestido, en la cual conviven tanto grandes firmas como proveedores de supermercados y tianguis<sup>13</sup>. Asimismo, actualmente las Cámaras Nacionales de la Industria Textil (CNIT) y del vestido (CNIV) están dando a conocer su preocupación por estos sectores a través de diferentes medios, en particular por las micro y pequeñas empresas.

## MARCO TEÓRICO

Para evaluar la o las estrategias de las empresas del estudio se consideró los modelos de Porter, Steiner, Whellen-Hunger, y Hill & Jones, quienes han desarrollado teorías al respecto. Así, de Porter se tomó las variables para realizar el análisis interno de las empresas y las estrategias genéricas a nivel de negocio que también son usadas por los otros autores.

Por su parte, de Hill & Jones se consideran las estrategias a nivel global considerando el tipo de industria (fragmentadas, maduras, en decadencia). Finalmente, de Steiner se usa un grupo de preguntas que permite evaluar las estrategias para poder hacer una mejor selección.

---

<sup>8</sup> ALCIBAR CORONA, Ma. del C. (1998), **La apertura comercial y la competitividad de los productos de la industria textil y del vestido en México 1980-1994**, Tesis para optar el grado de maestra en economía.

<sup>9</sup> SECOFI y OCHO y ASOCIADOS (1998), Diagnóstico y desarrollo de planes estratégicos y de acción para la promoción de agrupamientos industriales del sector de la industria textil en el Distrito Federal, Documento: Informe Final, Dirección General de Promoción Industrial, México.

<sup>10</sup> CONSULTORÍA EN OPTIMIZACIÓN EMPRESARIAL, S.A. DE C.V. (1997), Planes estratégicos y de acción para la promoción de agrupamiento industrial textil-confección, Documento: Reporte Final, México, D.F.

<sup>11</sup> HERNÁNDEZ PÉREZ, Petra (1994), **Estructuración de un sistema automatizado para la toma de decisiones sobre planeación y control aplicado a la pequeña industria del vestido en México**, Tesis para optar el grado de maestra en administración.

<sup>12</sup> DE LA ROSA, Mónica y OCHOA, Ana (1995), "La Moda en México", en **Mundo Ejecutivo**, Vol. XXVII, Año XVI, No. 199, México, Nov., pp.156-173.

VARELA, Rogelio (1998), "La industria textil: los tigres asiáticos al acecho", en **Mundo Ejecutivo**, Vol. XXXIII, Año XIX, No. 230, México, Jun., pp.186-202.

<sup>13</sup> ROSEMBERG, Dino (1998), "La industria del vestido: los caprichos de la moda", en **Expansión**, Vol. XXIX, No. 738, México, Abril 8, pp. 84-95.

## MÉTODO

### Hipótesis de Investigación

- a) Hi: Las micro y pequeñas empresas (MYPE) de la industria del vestido en el D.F. no siguen estrategias específicas a nivel funcional  
Ho: Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. siguen estrategias específicas a nivel funcional
- b) Hi: Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. no siguen estrategias específicas a nivel de negocio  
Ho: Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. siguen estrategias específicas a nivel de negocio
- c) Hi: Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. no siguen estrategias específicas a nivel corporativo  
Ho: Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. siguen estrategias específicas a nivel corporativo

### Identificación y Medición de Variables

Las variables se han identificado de acuerdo al tipo de estrategia y en cada caso se especifica la manera en que son medidas. Cuadros 1 y 2

Cuadro 1  
Variables de Estudio

	Variable	Observación
Estrategia a nivel Funcional	<ul style="list-style-type: none"><li>• E. de Fabricación</li><li>• E. de Mercadotecnia</li><li>• E. de Recursos Humanos</li><li>• E. de Administración de Materiales</li><li>• E. de Investigación y Desarrollo</li><li>• E. de Infraestructura</li></ul>	En cada caso se busca eficiencia, calidad, innovación, y la capacidad de satisfacer las necesidades del cliente.
Estrategia a nivel de Negocios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Genéricas:<ul style="list-style-type: none"><li>* Liderazgo en costos</li><li>* Diferenciación</li><li>* Concentración</li></ul></li><li>• E. de inversión</li><li>• E. según el ambiente de la industria– Ind. Fragmentada:<ul style="list-style-type: none"><li>* Encadenamiento</li><li>* Franquicia</li><li>* Fusión horizontal</li></ul></li></ul>	Se miden teniendo en cuenta las necesidades del cliente, a quiénes se va a satisfacer y cómo se van a satisfacer.  Inversión: recursos necesarios (humanos y financieros)
Estrategia a nivel Corporativo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Integración vertical</li><li>• Diversificación</li></ul>	Producción de insumos y canales de distribución.
Estrategia en el ambiente Global	<ul style="list-style-type: none"><li>• E. internacional</li><li>• E. Multidoméstica</li></ul>	Asociado a las empresas que compiten en el ambiente internacional y se mide según sea el caso.

Fuente: Elaboración propia a partir del marco teórico.

Cuadro 2  
Medición de las Variables

<b>Funcional</b>	<b>Variable</b>	<b>Medición</b>
	<b>Eficiencia</b>	
	Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de utilización de la capacidad instalada</li> <li>• Maquinaria obsoleta</li> </ul>
	Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se vende las confecciones por la marca que conoce el cliente.</li> <li>• Se vende las confecciones porque se utiliza materia prima de calidad.</li> </ul>
	Admón. Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de materiales</li> <li>• Obtención de materia prima</li> </ul>
	I&D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los diseños son fáciles de fabricar</li> <li>• El diseño de la confección se hace en la empresa</li> </ul>
	RH	Mano de obra calificada
	Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa da a conocer sus objetivos a todos los trabajadores.</li> <li>• La empresa otorga premios por productividad a sus trabajadores</li> </ul>
	<b>Calidad</b>	
	Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de calidad del producto</li> <li>• Existe programas de calidad en la empresa</li> <li>• Hay quejas acerca de los defectos de las confecciones</li> </ul>
	Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la empresa se busca satisfacer al cliente</li> <li>• Las confecciones se venden por la variedad de modelos.</li> <li>• Las confecciones se vende por estar de moda</li> </ul>
	Admón. Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales con defectos</li> <li>• Materia prima con defectos</li> <li>• La empresa trabaja directamente con los proveedores para mejorar la materia prima y los materiales.</li> <li>• Le dicen a los proveedores acerca de los defectos de sus productos</li> </ul>
	I&D	Los diseños son fáciles de fabricar
	RH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal de la empresa ha asistido a cursos de capacitación</li> <li>• El personal de la empresa trabaja en equipo para solucionar los problemas</li> </ul>
	Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se solicita a los trabajadores sugerencias para mejoras que se pueden hacer en la empresa.</li> <li>• Los jefes de las diferentes áreas se reúnen para buscar solución a los problemas de la empresa.</li> </ul>
	<b>Innovación</b>	
	Fabricación	Ha mejorado el proceso de producción
	Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacen investigaciones de mercado</li> <li>• A quienes transmiten la información de mercado</li> </ul>
	I&D	Ha creado un nuevo producto o proceso

.....

Funcional		Variable
	<b>Capacidad de satisfacer necesidades del cliente</b>	
	Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A quienes venden sus confecciones</li> <li>• En la empresa se puede adaptar el sistema de producción según las características del producto que los clientes desean.</li> </ul>
	Mercadotecnia	Cómo sabe lo que el cliente necesita
	Admón. Materiales	Pueden responder en forma rápida a los pedidos no anticipados de los clientes.
	I&D	La empresa incorpora la opinión de los clientes al producir las confecciones.
	RH	Tienen programas de capacitación en los que los trabajadores asumen el rol de los clientes.
	Infraestructura	En la empresa se trabaja para satisfacer al cliente
<b>Negocios</b>	<b>E. genéricas</b>	Sus confecciones tienen algo exclusivo que los otros no tienen
		Para cuántos segmentos o tipo de consumidores produce
		La empresa ofrece servicios de posventa
	<b>E. inversión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En su empresa la mano de obra es calificada</li> <li>• Hay exceso de garantías para obtener préstamos</li> <li>• Hay falta de apoyo del gobierno</li> </ul>
	<b>E. según el ambiente de la industria: fragmentada</b>	
	Encadenamiento	La empresa posee centros de distribución fuera del D.F.
	Franquicia	La empresa posee franquicias
	Fusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su empresa se une con otras empresas de la misma rama de actividad para comprar la materia prima o los materiales.</li> <li>• Si hubiese la oportunidad de unirse con otras empresas de la misma rama de actividad para formar una empresa más grande y así obtener ventajas lo haría</li> </ul>
<b>Corporativo</b>		
		La empresa distribuye sus confecciones a través de sus agencias de distribución
		Cómo adquiere la materia prima y los materiales
<b>Ambiente Global *</b>		Exporta su producto

Fuente: Elaboración propia a partir del marco teórico

\* Para este caso se hizo preguntas específicas sobre la exportación, lo que permitió obtener información específica acerca de las estrategias que siguen en el ambiente internacional.

## **Muestra**

El total de las empresas consideradas en el estudio estuvo integrado por las micro y pequeñas empresas de la industria del vestido en el D.F., que en total son 2,769<sup>14</sup> empresas. Para el muestreo se consideró un error muestral máximo permitido de 10% y un nivel de confianza de 95%.

El tamaño de muestra se calculó a través del diseño de muestreo estratificado, donde los estratos fueron:

- Estrato 1: microempresa, formado por 2,272 empresas
- Estrato 2: pequeña empresa, formado por 497 empresas

Para determinar el tamaño de muestra de cada estrato se utilizó el método de afijación proporcional, ya que los componentes de cada estrato poseen características similares. Luego, el tamaño de muestra fue de **93** y el número de elementos de cada estrato fue: microempresa 76 y pequeña empresa 17.

Para la recolección de los datos se construyó un cuestionario, mismo que debió ser validado y confiabilizado. La validez se hizo considerando tanto validez de contenido como de criterio y la confiabilidad a través del Coeficiente de Crombach. El instrumento tenía preguntas de tipo nominal y en escala Likert. Las preguntas fueron, principalmente, cerradas y se incorporaron algunas preguntas abiertas, éstas con la finalidad de captar información adicional relevante.

## **RESULTADOS**

Algunos de los resultados alcanzados a partir de la encuesta realizada (92) son los siguientes:

- El 89.1% de los dueños de estas empresas tienen un nivel educativo superior. Se puede decir, que este nivel influye en el manejo de sus empresas, en tanto están siguiendo estrategias tendientes a lograr ventajas competitivas en un mercado donde la competencia es cada vez mayor y donde existen importaciones que frenan la demanda de la producción nacional.
- A nivel funcional las MYPE siguen por lo menos algún tipo de estrategia en alguna de las operaciones funcionales, pero sólo el 31.9% de ellas sigue estrategias en todas las operaciones funcionales.
- Si bien en más del 90% de las MYPE los dueños y directivos están conscientes de la importancia que tienen los clientes, sólo en el 28% de ellas éstos están generando el compromiso de sus trabajadores al darles a conocer los objetivos de sus empresas.
- El 75% de las MYPE sigue estrategias genéricas, principalmente de concentración basados en los aspectos exclusivos que poseen sus confecciones. Llevar a cabo estas estrategias involucró realizar inversiones para desarrollar fortalezas en las operaciones funcionales de fabricación, mercadotecnia y

---

<sup>14</sup> Cámara Nacional de la Industria del Vestido.



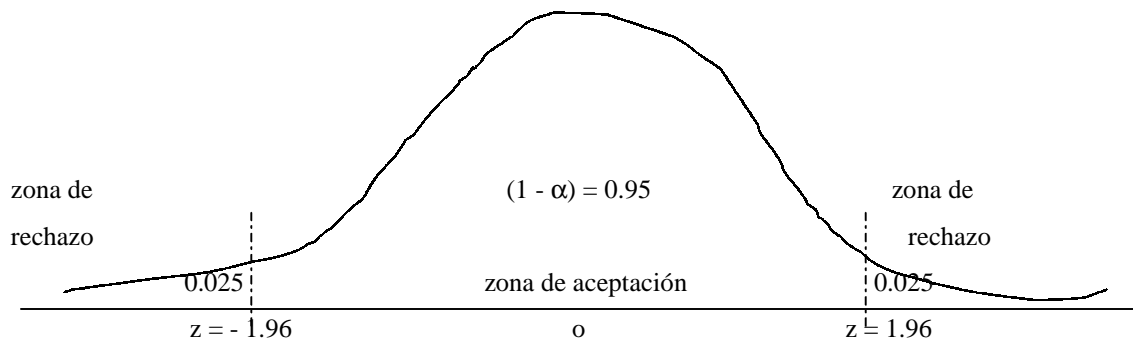
administración de materiales, tendientes a obtener economías de escala y satisfacer las necesidades de sus clientes.

- Asimismo, para protegerse de la competencia y consolidarse han buscado expandirse solos (18.5% tiene centros de distribución fuera del D.F.), a través de franquicias (10.9%), o uniéndose con otras empresas de la misma rama de actividad para comprar insumos (7.6%).
- La contracción de la economía y la mayor competencia han llevado a las MYPE a buscar mercados externos para poder expandirse, pues el 39.1% ya exporta sus confecciones principalmente a Estados Unidos y Centro América. Sin embargo, sólo el 3.3% de ellas cuenta con centros de distribución fuera de México y la estrategia que están siguiendo para ajustar su oferta a las condiciones de estos mercados es la multidoméstica.
- Seguir estrategias de integración vertical completas, hacia atrás y hacia adelante, prácticamente no corresponde a las MYPE, por su condición y los escasos recursos que poseen. Sin embargo, se ha encontrado que algunas de estas empresas están buscando agregar valor a sus confecciones, sea para mantener la calidad de sus confecciones o controlar el destino final de éstas. Así, el 1.1% está integrada verticalmente hacia atrás, el 2.2% sigue estrategias de integración combinada hacia atrás y hacia adelante, y el 8.7% sigue estrategias de integración combinada hacia atrás.

### Prueba de Hipótesis

Para la prueba de las hipótesis se considera lo siguiente:

- Nivel de confianza = 95%.
- $u = np$
- $\sigma = \sqrt{npq}$
- $p = 1$        $q = 1 - p$
- $z = \frac{y - u}{\sigma}$
- $y$  = número de MYPE que no siguen determinada estrategia
- La  $H_0$  es la que se rechaza o acepta



a) Hi: Las micro y pequeñas empresas (MYPE) de la industria del vestido en el D.F. no siguen estrategias específicas a nivel funcional

Ho: Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. siguen estrategias específicas a nivel funcional

La probabilidad de que las MYPE sigan o no sigan estrategias a nivel funcional es:  $p = q = \frac{1}{2} = 0.5$

$$Hi: p \neq 0.5$$

$$Ho: p = 0.5$$

$$q = 0.5, \quad u = 92 \times 0.5 = 46, \quad \sigma = 4.79$$

$$y = [92 - 28\% (92)] = 25.76 = 66.24$$

$$z = \frac{66.24 - 46}{4.79} = 4.22$$

Como este valor es mayor que  $z$  se rechaza la  $H_0$  y se puede decir que más del 50% de las MYPE de la industria del vestido en el D.F. no siguen estrategias a nivel funcional. De acuerdo a los resultados sólo el 28% de estas empresas siguen esta estrategia.

b) Hi: Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. no siguen estrategias específicas a nivel de negocio

Ho: Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. siguen estrategias específicas a nivel de negocio

La probabilidad de que las MYPE sigan o no sigan estrategias a nivel de negocio es:  $p = q = \frac{1}{2} = 0.5$

$$Hi: p \neq 0.5$$

$$Ho: p = 0.5$$

$$q = 0.5, \quad u = 92 \times 0.5 = 46, \quad \sigma = 4.79$$

En promedio, No. de MYPE que siguen este tipo de estrategia:  $[(75 + 18.5 + 10.9 + 7.6) / 4]\% \times (92) = 25.76$ . Luego,  $y = 66.24$

$$z = \frac{66.24 - 46}{4.79} = 4.22$$

Este valor cae en la zona de rechazo, por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se puede decir que más del 50% de las MYPE de la industria del vestido en el D.F. no siguen estrategias a nivel de negocios. Así se tiene que el 75% de las MYPE siguen alguna de las estrategias genéricas, lo cual involucró inversiones

en el desarrollo de habilidades distintivas; el 18.5% sigue estrategias de encadenamiento; el 10.9% tiene franquicias y el 7.6% se ha fusionado con otras empresas de la misma rama sólo con fines de compras de insumos.

c)  $H_i$ : Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. no siguen estrategias específicas a nivel corporativo

$H_o$ : Las MYPE de la industria del vestido en el D.F. siguen estrategias específicas a nivel corporativo

La probabilidad de que las MYPE sigan o no sigan estrategias a nivel corporativo es:  $p = q = \frac{1}{2} = 0.5$

$H_i$ :  $p \neq 0.5$

$H_o$ :  $p = 0.5$

$q = 0.5$  ,  $u = 92 \times 0.5 = 46$  ,  $\sigma = 4.79$

De acuerdo a los resultados hay 1.012 MYPE que siguen estrategias a nivel corporativo  $\Rightarrow$   
 $y = 90.988$

$$z = \frac{90.988 - 46}{4.79} = 9.39$$

Se rechaza la  $H_o$  y se concluye que más del 50% de las MYPE no siguen estrategias a nivel corporativo. En este caso, hay MYPE de la Industria del Vestido en el D.F., aunque muy pocas, que siguen estrategias de integración vertical hacia atrás y algunas que siguen estrategias de integración combinada hacia atrás y hacia adelante. Según los resultados el 99.1% no sigue este tipo de estrategia.

## CONCLUSIONES

En este estudio se analizaron los diferentes tipos de estrategias que siguen las MYPE de la Industria del Vestido en el D.F. para enfrentar la mayor competencia en el mercado. Para ello se trabajó tanto con micro como con pequeñas empresas pertenecientes a la Cámara Nacional de la Industria del Vestido. Se plantearon varias hipótesis, las cuales se han probado y algunas de las conclusiones a las que se llegaron se presentan a continuación:

- No obstante que en el 84.8% de las MYPE de la Industria del Vestido en el D.F sólo se hacen planes de operación anuales, estas empresas siguen estrategias definidas en cada uno de los tipos de estrategias consideradas en el análisis, tanto a nivel funcional, de negocios, global, como a nivel corporativo, aunque no con el mismo énfasis en todas.

- Si bien sólo un grupo de MYPE se unen con otras empresas de la misma rama de actividad para comprar materia prima y materiales y así lograr ventajas en costos, hay un 57.6% de ellas que estarían dispuestas a unirse con otras de la misma rama de actividad para formar una empresa más grande y así obtener ventajas en el mercado. Lo que sucede es que estas empresas aún tienen desconfianza de sus similares al considerarlos sus competidores y no una posibilidad de enfrentar conjuntamente la competencia externa. Además, prefieren su independencia y es lo que prima al momento de decidir si se unen o no.
- Hay un gran porcentaje de MYPE que desconocen aspectos relacionados con la exportación y los programas de apoyo, y cuyas ventajas podrían aprovechar para enfrentar mejor la competencia, así, no tienen conocimientos para exportar (60.9%) y no conocen los programas de apoyo por parte del gobierno (77.2%).
- A pesar de que en esta rama de la actividad industrial todavía prevalecen factores que limitan el desarrollo de las MYPE, como son calidad, tecnología, productividad, comercialización, existen oportunidades para que este grupo de empresas se consoliden y exporten.
- En tanto la competitividad de los países depende en gran parte de la salud de las MYPE, dado que éstas representan el mayor porcentaje de las empresas a nivel país, esta investigación contribuye al conocimiento de las estrategias, en sus diferentes niveles, que las MYPE de la Industria del Vestido en el D.F. están llevando a cabo.

## **PROPUESTAS**

El estudio no sólo ha buscado describir y explicar el porqué las MYPE siguen estos tipos de estrategias, sino también pretende abarcar un aspecto más del proceso del conocimiento al hacer una propuesta, la cual toma en cuenta las estrategias seguidas por las MYPE y los factores del entorno que afectan a esta rama industrial. En este marco, y a la luz de los resultados obtenidos en la investigación y del análisis respectivo, se propone un conjunto de líneas estratégicas para apoyar el desarrollo de las MYPE de la Industria del Vestido en el D.F. y así mejorar su competitividad, buscando aprovechar sus fortalezas y oportunidades, a la vez de sacar ventajas de sus debilidades y las amenazas. A continuación se desarrolla cada uno de las propuestas:

- a) Buscar el soporte del Estado a través de sus programas de apoyo, mismos que deberá darlos a conocer a través de diversos mecanismos de difusión. Asimismo, debe desarrollar proyectos que permitan comercializar las confecciones en otros países, sea instalando un centro de distribución (puede ser Estados Unidos que es el principal destino de las confecciones mexicanas) o promoviendo la comercialización conjunta a través de empresas que no sean competidoras directas y que se apoyen mutuamente.

Por otro lado, el proceso de globalización y la dinámica de cambio que vive la economía mundial ha generado cambios en las relaciones entre las organizaciones fomentando nuevas formas de cooperación o relaciones comerciales, las cuales se dan más en las grandes empresas, pero también las MYPE están adaptando alguna de esas formas derivadas de la falta de capital, tecnología, entre otras. En este caso, las MYPE pueden formar consorcios dedicados a la exportación, lo cual les proveerá de información, asesoría y servicios indispensables para sus exportaciones.

- b) Para abarcar mayor mercado puede haber alianzas con empresas locales para la producción y comercialización conjunta que permitan atender mercados con exigencias de mayores volúmenes; o actuar bajo un esquema de subcontratación innovadora que les permita incorporar tecnología de punta en producción y calidad total, dejando de ser un satélite del centro productivo para formar parte del equipo. En el caso de las MYPE, al menos en el 57.6% hay interés de unirse con otras empresas de la misma rama de actividad para formar una empresa más grande y así obtener ventajas en el mercado. Asimismo, trabajar más con los proveedores y fomentando el compromiso de ellos, los cuales deben cumplir con las especificaciones señaladas tanto para el mercado interno como para el internacional.
- c) Desarrollar vínculos con los proveedores, para que conjuntamente con los clientes (fabricante de confecciones) unan esfuerzos desde el diseño hasta el cumplimiento de las especificaciones, esto es proveer productos de calidad. Para enfrentar la competencia se debe fomentar la integración de las empresas vía alianzas para la obtención de materia prima y de insumos, con el fin de compartir costos fijos y facilitar la entrada a los mercados externos. Asimismo, fortalecer los programas de calidad en la cadena productiva que permita desplazar la competencia y tener mayor presencia en el mercado doméstico.
- d) Dado que no es fácil que las MYPE accedan a créditos de la banca privada, corresponde entonces al Estado brindarle soporte financiero a través de los programas de apoyo. Otra opción, es que estas empresas se pueden asociar espontáneamente para un servicio común, así, formar consorcios para el aseguramiento de créditos que ayudan a resolver el problema de financiamiento de sus socios.
- e) Capacitación de los recursos humanos, tanto técnicos como gerenciales, en las MYPE para incidir positivamente en los niveles de productividad y competitividad. En este sentido se debe Desarrollar sistemas de calidad que faciliten la integración de la cadena productiva, que permitan tener mayor presencia en el mercado doméstico al brindarles confecciones que satisfagan las necesidades del consumidor e ingresar al mercado internacional. Aprovechar los apoyos existentes para el sector y que el gobierno destine mayor liquidez para estas empresas a través de sus programas, en particular para la sustitución de maquinaria y equipo que permitan lograr mejor calidad y productividad.
- f) Desarrollar programas de capacitación técnicos y gerenciales en las empresas, y en otras instancias como las Cámaras o instituciones públicas (Nacional Financiera, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Distrito Federal) que permitan ser más productivos y adecuar la mano de obra a las necesidades de las empresas. Así, se debe fomentar la cultura de calidad para producir confecciones capaces de satisfacer al mercado doméstico y desplazar

los productos importados, y reforzarla si hay la posibilidad de exportar para cumplir con las exigencias del mercado externo.

Aprovechar los recursos financieros que el gobierno otorga a través de sus programas de apoyo para la modernización de este tipo de empresas (adquisición de maquinaria y equipo), que el gobierno destine mayor liquidez para el financiamiento de capital de trabajo considerando la estacionalidad de estos productos y los largos plazos de pago de los comercializadores, o que se unan en grupos organizados para que a través de sus cuotas puedan solicitar créditos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ALVAREZ M., Lucia y GONZALEZ M. Ma. Luisa (1987), **Industria Textil, Tecnología y Trabajo**, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México.
- ANSOFF, Igor (1965), **Corporate Strategy**, Mc Graw-Hill, New York.
- ANSOFF, I. ; DECLERCK, R. y HAYES, R. (1990), **El Planteamiento Estratégico**, Ed. Trillas, México.
- BYARS, Loyd, RUE, Leslie, and ZAHARA, Shaker (1996), **Strategic Management**, Irwin, USA.
- HILL, Charles; and JONES, Gareth (1995), **Strategic Management**, Houghton Mifflin Company, USA.
- HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar (1991), **Metodología de la Investigación**, McGraw Hill, Colombia.
- HITT, Michael; IRELAND, Duane; and HOSKISSON, Robert (1998), **Strategic Management**, South-Western College Publishing, USA.
- INEGI (1995), **XIV Censo Industrial - Censos Económicos 1994**, México.
- LAWRENCE, Paul y LORSCH (1967), **Organization and enviromente, managind differentiation and integration**, Division of Research, Harvard Graduate School Business Administration.
- LOYOLA, antonio y SCHETTINO, Macario (1994), **Estrategia Empresarial en una Economía Global**, Grupo De. Iberoamérica, México.
- MENDENHALL, W. Y REINMUTH, James (1981), **Estadística para Administración y Economía**, Wadsworth Internacional Iberoamérica, impreso en Estados Unidos.
- MINTZBERG, Henry y BRIAN QUINN, James (1993), **El Proceso Estratégico**, Prentice Hall Hisponamericana S.A. México,
- PORTER, Michael (1992), **Ventaja Competitiva**, Compañía Editorial Continental S.A., México.
- PORTER, Michael (1992), **Estrategia Competitiva**, Compañía Editorial Continental S.A., México.
- PORTER, Michael (1991), **La Ventaja Competitiva de las Naciones**, Javier Vergara Editores, Buenos Aires.
- WRIGTH, Peter, PRINGLE, Chalres, and KROLL, Mark (1992), **Strategic Management**, Allyn and Bacon, USA.

**ESTRATEGIAS QUE SIGUEN LAS MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA  
DEL VESTIDO EN EL DISTRITO FEDERAL**

Strategy and Business Policy

Edmundo Gonzalez Zavaleta

Profesor del Departamento de Negocios y Administración

[egonzale@campus.cem.itesm.mx](mailto:egonzale@campus.cem.itesm.mx)

Teléfono: 52 5 864 5621

Fax: 525 864 5622

Niria Goñi Avila

Profesora del Departamento de Mercadotecnia

[mgoni@campus.cem.itesm.mx](mailto:mgoni@campus.cem.itesm.mx)

Teléfono: 52 5 864 5610

Fax: 525 864 5610

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - Campus Estado de México

Carretera Lago Guadalupe Km. 3.5

Atizapan de Zaragoza

Estado de México

México

CP. 52926

## ANÁLISIS DE LAS PYMES DESDE UNA PERSPECTIVA DE MANAGEMENT

Jerry Haar, Centro Norte-Sur, Universidad de Miami

Catherine Leroy-Beltrán, ITESM/Ciudad de México

Oscar Beltrán, ITESM/Ciudad de México

### INTRODUCCIÓN

Es casi una constante para la América Latina, que a cada cambio de gobierno, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) se conviertan en tema central para las propuestas de desarrollo económico. Esto no debería de extrañar, dado que los políticos saben del impacto de las PYMES en la generación de empleo.

Si adicionalmente se tiene en cuenta que la capacidad de investigación en Latinoamérica se apalanca en su mayoría, o bien desde las escuelas públicas o bien desde centros económicos de apoyo a las políticas inter-regionales, no es de extrañar entonces que la investigación sobre las PYMES, se haya enfocado más bien desde una óptica económica.

Ahora, si bien se debe reconocer que las contribuciones académicas desde una *perspectiva económica* han sido sumamente valiosas para identificar no solo la importancia de las PYMES en el desarrollo económico de los países, sino también para proponer políticas industriales o políticas de apoyo, igualmente será necesario reconocer que aquellas no son suficientes para explicar el otro lado de la moneda, a saber: las *problemáticas internas* de las PYMES. Por esto el estudio de las PYMES, desde una *perspectiva empresarial*, las investigaciones sobre el tema, particularmente en el contexto mexicano, son más bien escasas; la verdad, no nos sorprende; habría varios factores para entender este fenómeno. Por un lado tenemos la inercia misma de la disciplina del *Management* que en la América Latina ha sido fuertemente influenciada por las escuelas de pensamiento Norteamericano y que en términos generales ha despreciado la investigación sobre las PYMES. Por el otro, la falta de un encuentro de voluntades entre PYMES y universidades, para realizar investigación susceptible de ser reciclada al interior de las organizaciones – y de los centros de estudio superior -, a través de cursos de capacitación continua, con un contenido de enfoque local y no foráneo. Un factor adicional sería la tendencia al sesgo de los políticos de la región hacia los estudios de corte económico y no empresarial.

### LA IMPORTANCIA DE LAS MiPyMeS EN MEXICO

Cuando se habla de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMes) a nivel internacional, uno de los primeros conflictos que surgen, para efectos comparativos, es justamente la definición misma de cada una de ellas. En efecto, la clasificación por país podrá variar en función del número de trabajadores, activos de la empresa o por las cifras de negocios.

Más aún, cuando el investigador pretende cuantificar el efecto de las MiPyMes en el contexto económico de las naciones, se enfrenta con otro gran vacío de información, como



es la disponibilidad de datos precisos; esta última problemática se acentúa en la América latina; la razón para ello: muchas de las MiPyMes, especialmente las microempresas no se encuentran legalmente constituidas y por ende se escapan a la medición de las estadísticas nacionales (Plan Nacional de Desarrollo, 2001). Sin embargo, aún con todas estas limitaciones- y para efectos de mostrar la gran importancia de la MiPyMes en el contexto nacional -, se hace necesario partir de las estadísticas y clasificaciones oficiales de cada país. Para el caso particular de México, la clasificación general vigente se basa en el número de empleados, según se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1. Clasificación de las empresas.**

	INDUSTRIA	COMERCIO	SERVICIOS
<b>Micro</b>	0-30	0-5	0-20
<b>Pequeña</b>	31-100	6-20	21-50
<b>Mediana</b>	101-500	21-100	51-100
<b>Grande</b>	>501	>101	>101

Fuente: Diario Oficial de la Federación, Marzo 30 de 1999

Una vez homologada la definición de lo que se entiende por MiPyMes - en México-, veamos algunos datos que revelan el gran impacto de ellas en la economía del país.

**Tabla 2. Importancia económica de las MiPyMes en México**

Número de empresas	2'885.000
% de MiPyMes respecto al número de empresas totales del país	99.8%
Contribución al PIB del país	42%
Contribución a la generación de empleo	64%

Fuente:

Plan Nacional de desarrollo 2001-2006. Secretaría de Economía (CONACYT, 2001)

De la tabla anterior resalta la importancia de las MiPyMes no solo como generadoras de empleo sino también por su gran aporte al PIB. Sin embargo, y a pesar de reconocer el gran impacto económico de las MiPyMes en el desarrollo del país, la realidad es que el nivel general de competitividad de este tipo de empresas todavía no se encuentra en un estado deseable, tal y como lo describe la tabla 3.

**Tabla 3. Perfil de las empresas Mexicanas**

Posición de México en competitividad internacional	36
Estado de competitividad de las empresas mexicanas	<i>Emergente</i> en el 99% de los casos.
Numero de empresas reconocidas con ISO9000	3377
Numero de empresas con Investigación y Desarrollo	Menor a 300

Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. Secretaría de Economía

La gran conclusión de todo esto:

Para que México mejore su nivel de competitividad en el concierto de las naciones, se hace necesario apostarle al desarrollo de las MiPyMes. Pero: ¿Cuáles serán aquellos factores claves que nos permitan impactar de forma importante el estado actual de competitividad de dichas empresas? Este estudio pretende contribuir a la respuesta de dicha pregunta, con el objetivo de llevar las MiPyMes de estados emergentes a estados más avanzados de organización y gestión.

## **METODOLOGÍA**

### **LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

La selección de esta se realizó bajo los siguientes criterios:

Se analizó el comportamiento de las 49 ramas del sector manufacturero mexicano en el periodo 1988-1998, según los siguientes criterios:

- Aporte del sector al PIB industrial
- Porcentaje de crecimiento del sector

- Numero de PYMES por sector
- Numero de empleos por sector
- Contribución a las exportaciones

El resultado de todo este ejercicio, permitió seleccionar 2 sectores ganadores (confecciones y Plásticos) y dos perdedores (Textiles e imprentas) con el objetivo de identificar y analizar las mejores practicas empresariales, indistintamente de la dinámica particular del sector (Dussel, 2001)

## **RESULTADOS**

En la sección siguiente se entrará a responder las preguntas básicas que motivaron esta investigación.

### **Los factores Externos a la firma**

Los investigadores interrogaron a las compañías acerca de los impactos del TLCAN, del libre comercio en general, de los factores macroeconómicos y de los cambios dentro de la industria. A continuación se presentan los resultados de manera sintetizada.

### **¿De qué manera el TLCAN ha impactado las PYMES?**

Las respuestas de las empresas revelan que *no hay consenso* respecto a los impactos del TLCAN , como lo revelan las siguientes cifras:

- El 20% de las PYMES no sintió ningún impacto del TLCAN,
- El 24% se sintió perjudicada con el Tratado
- El 56% de los encuestados respondió que se benefició gracias al mismo ya que pudieron importar insumos y tecnología de calidad superior.

Analizando las respuestas de los empresarios, hemos podido observar que la percepción sobre el grado de impacto del TLCAN está sesgada por la crisis del 95, sobretodo en aquellas compañías que se encontraban con cierto grado de vulnerabilidad financiera en ese año. De otra parte, nuestro análisis de datos revela adicionalmente, que tan sólo el 5% de las empresas *piensan* que el TLCAN les beneficia o les podrían beneficiar vía exportaciones (Gruben y Sherry, 2001).

Este bajo porcentaje se podría explicar bien sea por la falta de familiaridad con los beneficios comerciales del tratado por parte de los empresarios, así como también por la percepción de alto riesgo de exportación (como se ha evidenció en el ejemplo anterior) y por la orientación a mediano plazo hacia la supervivencia y expansión en el mercado mexicano, tal y como lo mostraremos más adelante.

### **¿Qué impacto en general ha tenido el libre comercio en las PYMES?**

En primer lugar cabe anotar que la liberalización del comercio ha representado una amenaza para las PYMES no solo a partir del TLCAN sino en un periodo bien definido en la historia económica de México, a partir de 1985. Un hecho sorprendente es que *la percepción* sobre el incremento de la competencia, no proviene directamente de los Estados Unidos, sino más bien de los países asiáticos tales como China y Taiwan - bien sea en forma de productos legales o ilegales, léase contrabando - y de países ajenos al TLCAN tales como Colombia y España desde 1998.

En contrapartida, la *percepción* positiva del el TLCAN radica en la accesibilidad de importación de insumos y productos de una mejor calidad a menor precio, lo cual es citado por los entrevistados como de las oportunidades más importantes para el mejoramiento de la posición competitiva de sus empresas, ante todo, enfocada al mercado interno.

### **¿Cómo han afectado los factores macroeconómicos a las PYMES?**

Uno de los hallazgos más significativos, obviamente, es que la crisis del peso de 1995 ha tenido un gran impacto en las PYMES. A una pregunta cerrada, el 77% de los encuestados respondieron que habían recibido un impacto negativo por la crisis de 1995, mientras que el 18% no sintió ningún impacto.

No deja de ser interesante, sin embargo, que al momento de las entrevistas, la situación macroeconómica no haya sido planteada como una amenaza de primer nivel. En efecto, las PYMES consideran a la inestabilidad macroeconómica como la tercera mayor amenaza contra ellas, después de “mayor competencia” (Amenaza No1) y “cambio en los patrones de comportamiento de los consumidores” (Amenaza No.2).

La implicación aquí es que en la medida en que el gobierno Mexicano ha alcanzado un mayor nivel de estabilidad macroeconómica en el país, los empresarios comienzan a concentrarse en otros factores de mayor incidencia para la mejora de su competitividad.

### **¿Qué amenazas y oportunidades se han percibido dentro del ambiente industrial en los últimos 10 años?**

#### **Amenazas**

El ambiente de los negocios para las PYMES se ha transformado por causa del incremento de la competencia en el mercado local, lo que, como se mencionó anteriormente, fue reconocido por los entrevistados como la principal amenaza a la cual se enfrentan.

La segunda mayor amenaza para las PYMES es el “cambio en el comportamiento” de los clientes, ya sean ellos consumidores finales, minoristas, mayoristas o industriales. Con una mayor competitividad en el mercado, los compradores están demandando mucho más que antes en términos de precios, calidad, diferenciación del producto, tiempos de entrega y procedimientos de pago. Es lógico: un mayor grado de competencia, conduce a un mayor poder de compradores.; en otras palabras, los consumidores se vuelvan más “volubles” y, por lo tanto, menos leales.

Las PYMES citaron a la situación macroeconómica como la tercera mayor amenaza. Cabe anotar que a pesar de que la situación macroeconómica mexicana actual se encuentra estable y relativamente sana, aún persisten los recuerdos desagradables de la crisis del peso de 1995. El declive económico tuvo un impacto severo en las PYMES en particular, debido a sus bajas reservas de capital, a sus altos niveles de endeudamiento y a la vulnerabilidad de su base de clientes.

### **Oportunidades**

Como fuentes de oportunidad se identificaron, en estricto orden: 1. la expansión del mercado local, 2. la importación de mejores insumos y tecnología, y 3. la oportunidad de aliarse con los grandes negocios (nacionales e internacionales). Como puede apreciarse, los empresarios mexicanos de la muestra, enfocan mentalmente todos sus esfuerzos dentro del mercado interno prioritariamente. Esta lógica empresarial podría ser entendida como un *ciclo natural de crecimiento* de las pequeñas y medianas compañías

En ese ciclo, las PyMes nacen en el país madre, se consolidan a través del desarrollo de las competencias mínimas requeridas para permanecer en el mercado natural, se expanden internamente - para ello requieren fortalecer la tecnología- y posteriormente, si se tiene éxito y deseos, se pensará en probar suerte en mercados foráneos. Sin embargo este tipo de ciclo de vida no podrá en ningún caso ser generalizable al 100% de las empresas. En efecto, dependiendo del tipo de *intento estratégico* empresarial, algunas PyMes nacerán con orientación exportadora desde sus inicios (Parlad y Hamel, 2001). Obviamente todo ello dependerá de muchos factores: la visión gerencial, el apoyo y la dinámica del sector entre otros.

### ***Los Factores internos de la firma***

La gestión de los factores internos, específicos de la firma, incluyendo variables tales como las capacidades administrativas, la gestión funcional y el grado de reflexión estratégica, son importantes para entender la posición competitiva de las PYMES. A continuación se presentan las preguntas realizadas y las respuestas de las compañías investigadas.

### **¿Cómo afectan las capacidades administrativas del gerente de la firma el desempeño de la compañía?**

Los puntos fuertes de la administración fueron identificados como: el conocimiento del negocio; la habilidad adquirida a través de la capacitación profesional o informalmente (auto-aprendizaje); el liderazgo; el entusiasmo y la tenacidad y un estilo de administración basado en valores como el compromiso, la confianza y la participación de los empleados. Las debilidades citadas fueron las siguientes: la falta de una preparación formal en la administración de empresas; el proceso centralizado de toma de decisiones; la ausencia de un enfoque claro por parte del director general de la compañía y el paternalismo. Complementariamente, entre las características de las compañías más exitosas, los rasgos de

la administración que fueron identificadas como las más importantes fueron el nivel de preparación del director general, la visión gerencial y la vigilancia del entorno.

### **¿Cómo ha influido la administración estratégica en el desempeño de la compañía?**

En la muestra de las empresas estudiadas se identificaron los puntos fuertes y débiles de la administración estratégica.

Los puntos fuertes detectados incluyeron: una misión y visión definidas de la compañía, sean estas declaradas o no; el hecho de compartir esta visión en reuniones regulares con los socios, los ejecutivos, los empleados y los clientes, y la posesión de un claro diagnóstico sobre la empresa. Con respecto a los puntos débiles de la administración estratégica, estos incluyen una inclinación hacia la planeación centralizada, la elección invariable de una planeación operativa por sobre la estratégica –o la ausencia de la planeación– y “la administración por supervivencia”.

En todos los casos, las compañías exitosas enfocan la administración estratégica estableciendo en primer lugar una visión y una misión, ya sea declarada o no, que son claras y vigorosas y monitorean subsecuentemente el ambiente del negocio para identificar tanto las amenazas como las oportunidades que pueden tener un impacto significativo en la empresa.

### **La orientación a la exportación ¿Ha tenido un impacto significativo en el desempeño?**

En la muestra de las empresas no maquiladoras de México Central los investigadores no encontraron ni una activa participación, ni la intención de involucrarse en el sector exportador. El deseo de exportar por parte de las PYMES de la muestra se encuentra en cuarto lugar, sólo después de la capacitación y la profesionalización de la empresa, la mejora tecnológica y las mejoras en la calidad de la producción.

### **Las Respuestas Estratégicas de la firma**

A la forma como las PYMES han respondido ante los retos impuestos por el medio ambiente, las hemos dividido en dos: Respuestas Internas y Respuestas externas a la firma. A continuación se describen cada una de ellas:

#### ***Respuestas Internas***

Se encontraron las siguientes: A. La actualización tecnológica B. La diversificación de productos C. La Diferenciación y D. La profesionalización y reestructuración de la empresa.

En primer lugar es lógico pensar que la dinámica de la gestión tecnológica será un reflejo de dos componentes importantes: el grado de rivalidad del sector y la percepción de la actualización tecnológica como un Factor Clave de Exito dentro del mismo. Sin embargo e indistintamente de lo anterior, lo interesante de los resultados de investigación es que indiferentemente del sector, la actualización tecnológica es una variable que es considerada

dentro de las PYMES mexicanas como de una *gran presión competitiva*, sobretodo orientada hacia la reducción de costos.

En segundo lugar, no deja de llamar atención el hecho que frente a una mayor competitividad sectorial, las PYMES tienden a sofisticar sus estrategias de respuesta; dos en particular: A. Un mayor grado de innovación y B. Mayores esfuerzos hacia la diferenciación. Estos dos puntos estarían evidenciando que las PYMES estarían dirigiéndose hacia una posición de mayor sofisticación en cuanto al estado del arte gerencial se refiere (CONACYT, 2001).

Por último, es muy importante anotar que las PYMES están siendo forzadas a reflexionar sobre las vicisitudes que conlleva el binomio Familia - Negocios. La preocupación sobre el tema de la gestión familiar y su efecto sobre la competitividad obtuvo el cuarto lugar, en la agenda de decisiones gerenciales.

#### ***Respuestas Externas:***

La investigación revela que la relación cliente-proveedor constituye la mayor preocupación externa a la firma.

Ahora bien, al estratificar el tipo de cliente, encontramos que contrariamente a los que podría pensarse, las PYMES no necesariamente son proveedores de empresas grandes. De igual peso e importancia se destaca la relación con otras PYMES.

#### ***Respuestas Estratégicas: Las Relaciones Cliente-Proveedor***

Para muchas PYMES un pilar fundamental de su estabilidad, de su competitividad y perspectivas de crecimiento es su certificación (formal o informal) como proveedores bien sea a nivel inter-PYMES o con grandes empresas. Es importante destacar que en muchos casos, los roles del comprador y del proveedor tienen lugar bajo el mismo techo: una PYME puede comprar a otras PYMES o a grandes compañías y venderle a otras PYMES o a grandes compañías.

Para medir las dinámicas de las relaciones cliente-proveedor los investigadores plantearon tres preguntas:

#### **¿Qué factores constituyen los determinantes clave de una relación exitosa?**

Al preguntárseles a las empresas sobre los Factores Claves de Exito (FCE) en su relación cliente-proveedor- indistintamente del tamaño o de la posición del cliente dentro de la cadena de valor- las PYMES identificaron los siguientes factores como claves para una exitosa relación: Atención, Confianza y Calidad. Esta percepción concuerda con la percepción de las PYMES sobre el cambio en el grado de exigencia de los clientes en los últimos años.

Un punto interesante a resaltar es que en la relación cliente – proveedor de las empresas mexicanas brilla por su ausencia la exigencia de normas de calidad internacionales, tipo ISO

9000. Según el estudio, el 63% de las normas utilizadas como punto de referencia son más de tipo técnico, propias del sector industrial. Esto contrastaría fuertemente con las presiones de las empresas maquiladoras las cuales, por su relación de negocios con el mercado norteamericano si son presionadas a cumplir con este tipo de normas.

### **¿Cuáles son las percepciones de los clientes sobre su relación específica con sus proveedores?**

En términos de la misma relación cliente–proveedor, muy pocos compradores desean comprometerse y manejar una relación de largo plazo con sus proveedores. La mayoría prefiere diversificar sus opciones de proveedores.

Tal como lo señaló con franqueza un comprador: “La relación con las PYMES proveedoras es buena, y así ha sido durante algunos años. Sin embargo, algunas se “duermen en los laureles”; consecuentemente, nos hemos visto en la necesidad de asegurar otros proveedores, incluyendo extranjeros.”

El panorama general que se halló sobre el análisis profundo de la relación comprador–proveedor indica que las relaciones de amistad y de largo plazo entre compradores y vendedores no son suficientes para mantener dicha relación. Los compradores son inflexibles en su concepción acerca de que los proveedores deberían establecer una relación mucho más formal y profesional con sus clientes. Y si las PYMES se niegan a ello, los compradores no dudarán en tomar la iniciativa de cambiar la manera de hacer negocios:

“Creemos que es necesario cambiar la relación centrada claramente en uno mismo (por parte del proveedor) y virtualmente sin compromisos por otra que esté ahora completamente relacionada con el objetivo y que sea profesional y formal. Las PYMES proveedoras necesitan desarrollar un cambio de actitud, ya que las relaciones basadas en amistades que han durado muchos años son insuficientes y están pasadas de moda para hacer negocios en el mundo competitivo de hoy.”

## **CONCLUSIONES**

Como estudio piloto, de carácter exploratorio, sería presuntuoso para los investigadores dar a entender que han llegado a un conjunto de conclusiones y recomendaciones definitivas basadas en los hallazgos de su estudio. Estrictamente hablando, las limitaciones en cuanto al tamaño de la muestra por sector no nos permite hablar de “Inferencias Estadísticas”.

Sin embargo, los resultados generan un número de implicaciones y sugieren acciones en cuanto a las políticas para las PYMES, para el gobierno.

### **Para las PYMES:**

- **Inversión en nuevas tecnologías.** Éste es un imperativo. En una economía abierta como la de México, la tecnología se vuelve rápidamente obsoleta. El ciclo de vida no sólo de



los productos sino también de los bienes de capital que los producen se está volviendo cada vez más corto.

- **Adoptar técnicas exitosas de administración como la Administración de la Calidad Total (*Total Quality Management* en inglés).** No importa qué tan actualizados y eficientes sean la maquinaria y los sistemas técnicos de producción utilizados por una compañía, esto sería en vano sin un enfoque sistémico orientado hacia la excelencia de la calidad entendida bajo la filosofía del TQM, la cual incluye diferentes niveles de Gerenciamiento: Estratégico, Ínter funcional con énfasis en el desarrollo de nuevos productos y la gerencia del día a día.
- **Capacitar a sus empleados y también educarse a sí mismas.** La calidad comienza con educación y termina con educación (Kaouru Ishikawza). El primer paso hacia la promoción del éxito sustentable de las compañías es la inversión en recursos humanos. Además de los trabajadores de la empresa, los mismos directores generales deben mejorar su nivel educativo y su capacitación, ya sea a través de programas dentro de la misma compañía (*in situ*) o a través de entidades que los reciban, como universidades, cámaras de negocios u organizaciones de capacitación profesional.
- **Aumentar el nivel de profesionalismo de las PYMES en México.** La naturaleza familiar de la PyMes, resultan ser su gran fortaleza pero también una gran debilidad. En la medida en que las empresas incrementan el grado de complejidad gerencial, -dada la presión del medio ambiente o el mismo crecimiento del negocio-, la implantación de un mayor grado de profesionalismo se hace más evidente. Sin embargo el mayor desafío consiste en superar las cargas emocionales de las empresas familiares.
- **Cambiar la mentalidad del empresario mexicano hacia una que incluya la calidad y el servicio al cliente como parte de una cultura.** Con la expansión del crédito al consumo a través de las tarjetas de crédito, el costo ya no representa el factor más importante en las decisiones de compra del consumidor. La calidad y el servicio al cliente ahora guían la decisión de compra.
- **Desarrollar programas de la compañía para fortalecer las relaciones entre el comprador y el proveedor.** Las PYMES deben tomar la iniciativa para respaldar sus promesas con acciones concretas para demostrar a los compradores escépticos que las PYMES pueden, de hecho, manejar costos competitivos, bienes de alta calidad y servicios post-venta de manera oportuna.

#### **Para el Gobierno:**

- **Otorgar prioridad al desarrollo de los recursos humanos, liderando el esfuerzo de mejorar la calidad del sistema educativo a nivel nacional.** Todos los gobiernos en las Américas reconocen que el financiamiento y el desarrollo del capital humano generan mayores ganancias sociales para la sociedad que cualquier otra inversión. Resulta evidente que se debe comenzar por el sistema escolar, ya sea público o privado.
- **Patrocinar una cultura de administración de la calidad total y romper los lazos paternalistas.**

- **Garantizar la estabilidad macroeconómica** y un clima en el cual los negocios puedan operar con éxito (combatiendo el crimen y tomando medidas enérgicas contra el contrabando de bienes.)
- **Crear políticas coherentes y uniformes hacia las PYMES.** Se ha dicho incansablemente que parte de los problemas inherentes al desarrollo de las PYMES en Latinoamérica se debe a la falta o a la no-coordinación del conjunto de políticas e instituciones de apoyo a la PYMES: consecuentemente, no hay una visión a largo plazo hacia estas empresas *vis à vis* la política de desarrollo nacional. Asimismo, existen otros problemas clave: la duplicidad de funciones, la falta de programas de apoyo independientes, transparentes y periódicos a las PYMES, de una coordinación de políticas mínima hacia los Estados y de una inversión paralela destinada al apoyo técnico y financiero hacia las PYMES por parte de todos los niveles gubernamentales

## **BIBLIOGRAFÍA**

Secretaría de Economía (2002). Plan Nacional de desarrollo 2001-2006.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2002). Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006.

Dussel, E. (2001). Claroscuros. Integración Exitosa de las Pequeñas y Medianas Empresas en México. Editorial Jus. México.

Andrews K.R. (1971). The Concept of Corporate Strategy. Homewood, Irwin.

Bauer, M. (1993). Les patrons des PME: Entre le pouvoir, l'entreprise et la famille. Inter-Editions.

Thompson A., & Strickland A.W. (1998). Strategic Management, Concepts and Cases. McGraw-Hill, Tenth Edition.

Gruben W.C., & Kiser S.L. (2001). The Border Economy: NAFTA and Maquiladoras, Is the Growth Connected? Dallas: Banco de la Reserva Federal de Dallas.

Mundo Ejecutivo (1999), Hecho en México: México y sus Empresas, 1999-2000, Tomo I. México D.F.: Ediciones Mundo Ejecutivo.

Hamel G., & Prahalad C.K. (1989). Strategy Intent. Harvard Business Review, May-June, 63-76.

Andrade L.F. & Barra J.M. & Elstsrodt H. (2001). All in the *familia*. McKinsey Quarterly, 4.

Peres W. & Stumpo G. (1999). Las Pequeñas y Medianas Empresas Industriales en América Latina y El Caribe en el Nuevo Modelo Económico. Santiago: CEPAL.

# LOS AGRONEGOCIOS Y RED DE VALOR EN MÉXICO. UN ESTUDIO EXPLORATORIO EN DOS REGIONES AGRÍCOLAS PARA DETERMINAR LOS FACTORES RELEVANTES EN LA RELACIÓN

Ernesto Lozano Martínez<sup>1</sup>

El presente artículo presenta resultados de un estudio que explora la relación entre agronegocios y una red de valor en su región. Destaca en el presente estudio que una red de valor regional es importante para los agronegocios. El presente estudio presenta también los factores que influyen en el éxito de alianzas productivas, presenta un modelo de la manera en que deben progresar las alianzas productivas y describe los problemas genéricos presentes en la cooperación, en la naturaleza humana y en el ambiente. Asimismo, el presente artículo remarca que la valuación socioeconómica es importante para soportar las decisiones, identificando los precios y costos sociales en las decisiones. Este último criterio, puede justificar con claridad algunos programas del desarrollo del campo que no se aplican por un ambiente de precios mentirosos.

Palabras clave: Agronegocios, Red de Valor, Alianzas

## 1. Introducción

Se le llama agronegocio a cada conjunto de actividades realizadas desde “la preparación para la producción agrícola” hasta el “consumidor final”. La palabra “agronegocio” se acuñó en Harvard y representa a un tipo de actividad económica que tiene particularidades con relación a: 1) sus productos; siendo en su mayoría perecederos, voluminosos, de calidad variable dependiendo de la temporada y lugar de producción, altamente sustituibles, en su mayoría no diferenciados (commodities), etc; 2) sus mercados; caracterizados por muchos consumidores, muchos oferentes, pocos canales comerciales, transacciones evolucionadas en cuanto a mecanismos de intercambio (bolsas), etc; y 3) su producción; siendo dominada por regiones en temporadas específicas, que requiere prácticas de manejo, agregado de valor y transporte efectivas y eficientes, así como que es vulnerable a eventos no controlables por un sistema productivo en determinada región.

El concepto agronegocio, incluye a todo el encadenamiento productivo, no solo a las operaciones agropecuarias, es decir, agronegocio NO es sector primario pero SI es cualquier operación de negocio

---

<sup>1</sup>Dr. Ernesto Lozano Martínez, Profesor EGADE del Campus Monterrey del ITESM. ernesto.lozano@itesm.mx

relacionada con el sector primario. En esta clasificación se incluye la industria alimentaria, que dicho sea de paso, es el mayor sector industrial de todo Estados Unidos con novecientos mil millones de dólares (novecientos millardos o novecientos billones en el sistema inglés) de valor de su producción anual.

Para la mejora de los agronegocios, son relevantes los temas de: Mejoramiento de las operaciones actuales; Identificación, generación y capitalización de opciones reales; Diversificación de riesgos; Balance de poder negociador y defensa contra la apropiación de quasirrentas; Economía regional; y Competitividad con encadenamientos de otras regiones. Algunos de estos temas rebasan el área de influencia de un administrador de operaciones en agronegocios y dejan abierta la posibilidad de que la supervivencia de sus operaciones dependa de factores fuera de su área de influencia.

Alchian (1950) [1] presenta que para sobrevivir, los negocios deben operar generando riqueza. Hace notar que en presencia de incertidumbre, pierde relevancia el criterio de maximización de utilidades. La ciencia de estrategia se ha desarrollado presentando la generación de riqueza en tres grandes vertientes del pensamiento: a) La de factores externos; b) La de factores internos; c) La de economía en las transacciones. La de factores externos se presenta por la corriente de "Organización industrial moderna", representada por Michael Porter (1979) [2] y basando la generación de riqueza en renta monopólica, economías de escala y apropiación de quasirrentas correspondientes a vecinos en una red de valor. La de factores internos se presenta por la corriente de "Estrategia basada en recursos" y representada por Wernerfelt (1984) [3] y Teece, Pisano & Shuen (1990) [4], basa la generación de riqueza en rentas ricardianas, economías de enfoque y economías de riesgo. La de economía de transacciones se presenta por la corriente denominada "Teoría de contratos" representada por Williamson (1975) [5] y basa la generación de riqueza en economías de las transacciones, el problema de negociación (Teoría de juegos de suma no-cero, Nash, 1950 [6]), y las economías de red y de aglomeración.

Sin ser la intención de discutir las diferentes propuestas anteriores de las corrientes del pensamiento, simplemente podemos apuntar que a veces la riqueza generada de manera privada no implica que la riqueza se genere también de manera social (es decir, que las utilidades de una empresa provengan de apropiación de quasirrentas más que de generación de valor), y que para que la riqueza se genere de manera privada y de manera social al mismo tiempo, depende de: a) Decisiones de la administración respecto a lo que está bajo su control (recursos, capacidades y sendas); b) Factores externos contenidos en una red de valor en la que la empresa participa.

En publicaciones académicas recientes, dominan conceptos tales como redes, capacidades dinámicas, estrategia como evolución guiada, alianzas, competencia y cooperación, y rentas. Estos temas académicos no son todos los existentes en el campo de la estrategia, pero sí son algunos que dan soporte al modelo de redes valor aquí presentado.

El modelo de redes de valor se ampara dentro del enfoque de procesos de decisión estratégica, representado por Linblom (1959), Mintzberg (1978), Hambrick y Mason (1984) y Fredrickson (1984) [7, 8, 9, 10], entre otros. Es decir, un tema muy relevante de una red de valor son sus procesos.

El realizar una investigación, donde en su primer etapa identifique cualitativamente los factores externos que influyen en la supervivencia, permite en posteriores investigaciones cuantificar su efecto así como permite valorar socio-económicamente los esfuerzos por mejorar sus condiciones y que mejoren las posibilidades de supervivencia de los agronegocios. En base a eso, los objetivos planteados para la presente investigación son:

Evaluar la influencia de las redes de valor en la competitividad de los agronegocios.

Proponer una alternativa de promoción del desarrollo de agronegocios.

Evaluar la política actual de dejar todo al mercado y su impacto en los agronegocios y proponer una alternativa.

Describir un escenario esperado en base a tendencia basado en la situación de los agronegocios en México.

## **2. Metodología**

El presente trabajo explora y clasifica los factores relevantes en la relación “agronegocios” y “red de valor”. Para ello, se reunieron 2 grupos de enfoque de operadores de agronegocios, uno en Celaya, Gto. y otro en Los Mochis, Sin. y se trabajó con ellos a principios del 2002 con patrocinio de la FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). A cada uno de los grupos se les dio una conferencia y posteriormente se realizó una sesión de trabajo para identificar las áreas de trabajo necesarias para promover el desarrollo de los agronegocios fortaleciendo la red de valor en la que participan. La información fue agrupada por afinidad y de la misma, se identificaron objetivos y se ordenaron en fases secuenciales para poderse instrumentar. Se identificaron los problemas potenciales y se revisaron a la luz de la literatura relevante. Todo el análisis se presenta en los resultados organizado y soportado de acuerdo a la literatura relevante para los diferentes factores que interactúan.

## **3. Resultados y discusión**

### **Red de valor**

Los grupos focales identificaron un punto vulnerable en las cadenas de agronegocios. En muchos encadenamientos de agronegocios sucede que una sola alternativa domina el flujo de operaciones y eso le presenta alto riesgo. El contar con alternativas reales, transforma una cadena de valor (relaciones biunívocas) a una red de valor. Esto amerita que se formule un modelo de red de valor.

El modelo de red de valor se construye basado en la literatura de cluster industriales. La diferencia principal radica en que los cluster industriales parten de un supuesto producto o servicio estrella y de un grupo de agentes económicos detrás del mismo como responsables de su éxito. El modelo de redes de valor presentado aquí enriquece e incorpora al de cluster industriales: a) La posibilidad de participación de agentes económicos de fuera de una región; b) El concepto de opciones reales como instrumento central en la planeación. La planeación en una red de valor debe identificar, generar y capitalizar opciones reales; c) No se centra en un producto o servicio estrella, sino en operaciones, capacidades, recursos, infraestructura dura y suave, productos y mercados que son fuentes de opciones reales.

Como referencia, Dyer y Nobeoka (2000) [11] presentan la manera en que Toyota creó y administra una red de conocimiento compartido de alto desempeño. En primer término y para antes de iniciar, identifican 3 problemas potenciales planteados a manera de preguntas: 1) ¿cómo motivar a miembros individuales y autointeresados a compartir su conocimiento?; 2) ¿cómo manejar asuntos relacionados con la acción colectiva, como el problema del “free rider”?; 3) ¿cómo maximizar la eficiencia en la transmisión del conocimiento?.

Elaborando en los problemas potenciales, identifican que una red de valor exitosa debe: 1) motivar a los miembros a participar; 2) prevenir “free riders”; 3) reducir el costo de encontrar y asimilar los diversos tipos de conocimiento valioso. Para crear la red, Toyota la subsidió con conocimiento y recursos en sus estadios iniciales, estableció normas, de tal manera que nadie pueda acceder a conocimientos de la red si no está dispuesto a aportar. Lo anterior sujeto a penalidades económicas al ser invitados a incorporarse los proveedores de Toyota. Al final, la compañía creó una red efectiva y eficiente de intercambio de conocimiento que es clave para la competitividad de los productos y servicios de la red de valor de Toyota.

La red de valor de Toyota, fomenta la identidad, promueve la interacción, inclusive en terrenos de lo social, y construye valor en la red. Para ello, utiliza cuatro grandes procesos: 1) la asociación de proveedores; 2) equipos de consultoría de expertos de varias empresas para resolver problemas a manera de proyectos; 3) grupos de estudio voluntarios entre los principales proveedores (reorganizados cada 3 años); y 4) transferencia de empleados entre empresas de la red. Sus procesos los combinan con ciertas reglas de apropiación de valor, dejando en el corto plazo (2 años) que el valor quede en propiedad del proveedor y esperando que en el mediano plazo repercuta en Toyota. El autor remarca esto como diferencia con empresas americanas similares. Comenta el autor que si un proveedor da acceso a una empresa americana y ésta se entera de ahorros, inmediatamente va a querer negociar la transferencia de dichos ahorros. Los autores recomiendan a la red de valor como mejor unidad de análisis para estudiar ventaja competitiva.

El modelo de redes de valor cobra relevancia en un entorno de globalización. La competencia relevante sucede ahora entre encadenamientos productivos de diferentes partes del mundo de manera más impactante que entre vecinos dentro de una región que realizan operaciones similares. Al igual que una empresa individual, una red de valor debe: adecuarse al cliente; adecuarse a la competencia; adecuarse a la tecnología; adecuar sus recursos; y adecuar su organización. El modelo de red de valor debe enfocarse a tomar decisiones para lograr estas cinco adecuaciones que están presentadas y descritas por Itami (1987) [12].

Driven (2000) [13] presenta un esquema de estados de desarrollo de una red de valor en agronegocios en Latinoamérica usando como ejemplo la producción de leche. Tipifica cuatro factores clave (exportaciones; insumos; maquinaria; e ingeniería) y para cada uno presenta cuatro estados de avance para cada uno de los factores. El desarrollo sucede cuando la región: no exporta, sino invierte en otros lugares; no importa insumos, sino exporta insumos sofisticados; no importa maquinaria, sino exporta maquinaria a mercados sofisticados; y no depende de tecnología, sino la exporta a los mejores productores del mundo. Este modelo es muy útil como guía para hacer una evaluación de la red de valor sujeta a estudio e identificar las posibles áreas de oportunidad que orienten las decisiones de una red de valor regional.

Un tema relevante de una red de valor y determinante de su éxito es la toma de decisiones y la gobernancia. Humphrey y Schmitz (2000) [14] presentan una discusión muy valiosa al respecto al mismo tiempo que revisan la literatura relevante de cluster y la de cadena de valor. Ellos recomiendan un sistema de quasi-jerarquía para la gobernancia de grupos organizados alrededor de redes de valor en los países en desarrollo. Eso demanda la presencia de una política industrial.

La política industrial debe fomentar alianzas. Las alianzas permiten que el zapatero se concentre en los zapatos, pero siendo parte de un equipo ganador. Deben construirse una red de alianzas para generar rentas aprovechando todas las economías posibles que fueron previamente presentadas.

En agronegocios, se identifican redes exitosas que tienen presencia en todo el mundo, donde de manera deliberada, el común denominador es la integración de empresas individuales en redes de valor. Ejemplos como el vino francés, el chileno y el de California, las frutas chilenas, la manzana de Washington, los lácteos de Holanda, el kiwi, la carne y los lácteos de Nueva Zelanda, nos muestran esos esquemas exitosos. Decisiones como la de rendirse, cuando se pueden desarrollar más ciclos agrícolas que los competidores más al norte, o cuando podemos producir más edulcorante en campo por año, o el hecho que otra red de valor nos compre becerros y luego nos venda la carne, demuestran debilidad de las redes de valor y los participantes generalmente pierden riqueza potencial y se frustran ejecutando su actividad.

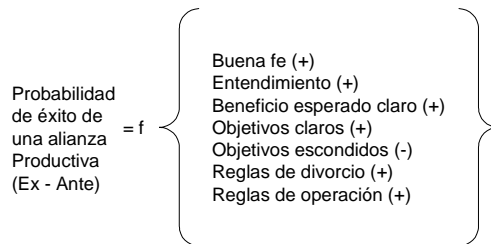
Una red de valor debe integrarse mediante varias alianzas. Para lograrlo, debe existir la disposición a aliarse. Para tener disposición, debe ser claro el incentivo de beneficios económicos para todos. Deben potenciarse los recursos críticos compartidos. Debe haber una aportación balanceada para evitar desequilibrios a la hora de repartir los beneficios.

## **Alianzas productivas**

Ante el fenómeno de la globalización, la competencia y competitividad se salen de las fronteras de las empresas individuales y sucede al nivel de redes de valor regionales. Las redes de valor regionales pueden tener la suerte de que de manera casual, operen con competitividad. El pronóstico es que, dejándolo a la suerte, la competitividad no se sostiene en el tiempo de manera automática y que requiere procesos de decisiones para mantener, aprovechar o mejorar la posición competitiva. El sostenimiento y mejora de la competitividad, exige que regionalmente se formen alianzas productivas tal que se integren redes de valor orgánicas. Estas redes de valor deben evolucionar de manera deliberada y debe existir un grupo de decisión que dirija dicha evolución. El requisito de formar un grupo de decisión trae a la mesa el tema de gobernanza como relevante.

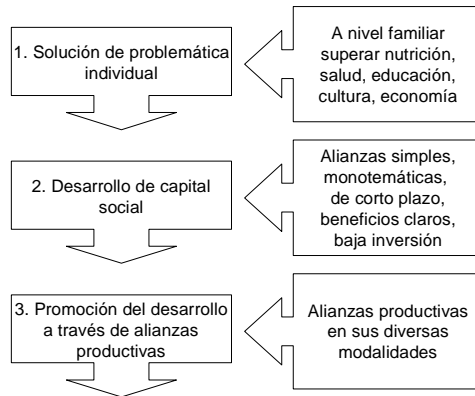
Jacobson (1992) [15] elabora en la escuela de economía de Austria representada por Carl Menger y Joseph Schumpeter y presenta la escuela de estrategia de Austria. Esta se basa en reforzar y estudiar los fenómenos de innovación e imitación, el desequilibrio y la evolución. Lovas y Ghoshal (2000) [16] presentan 5 elementos importantes de la estrategia como una evolución guiada: 1) La unidad de selección, donde están las iniciativas estratégicas deliberadas, el capital humano y el capital social; 2) La posición futura deseada, que define la dirección de la empresa; 3) Los sistemas administrativos, que incluyen estructuras y rutinas organizacionales; 4) Las fuentes de variación, que incluyen aquellas alternativas con conocimiento relevante de donde surgen alternativas de acción; y 5) Los agentes de selección y retención, que incluyen a quienes deciden las acciones a seguir. Un punto relevante de la aportación de los autores es la atención prestada al proceso. Es relevante que el proceso ofrezca dirección en el largo plazo, que permita la adaptación, que se conozcan las alternativas, se tomen las decisiones y se realicen las acciones pertinentes.

De acuerdo a la literatura y a los resultados, la figura 1 describe los factores que de manera ex – ante influyen en la probabilidad de éxito de una alianza productiva para conformar una red de valor.



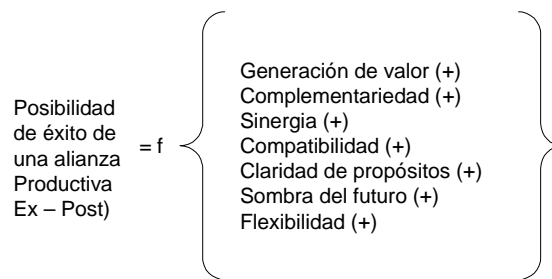
**Figura 1.** Prerrequisitos para el éxito de alianzas productivas.

En opinión de los grupos focales y de la literatura, la figura 2 presenta las diversas fases de objetivos a ser superados para lograr el desarrollo de alianzas productivas y formar una red de valor.



**Figura 2.** Fases para el involucramiento en alianzas

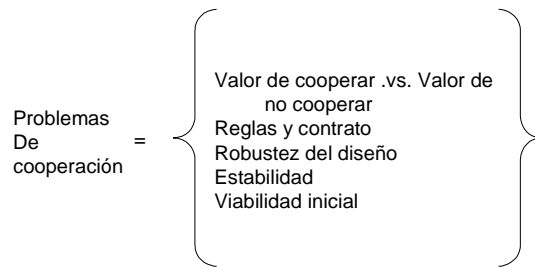
Los grupos focales y la literatura concuerdan en los factores que influyen en el éxito de las alianzas. La figura 3 describe los factores que de manera ex – post influyen en la probabilidad de éxito de una alianza productiva para conformar una red de valor.



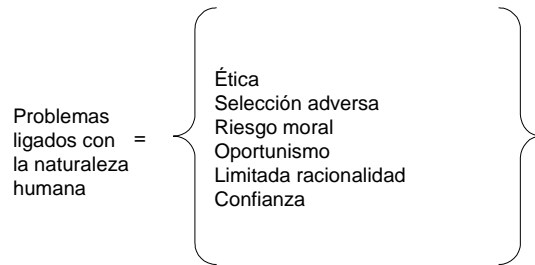
**Figura 3.** Factores que influyen en la posibilidad de éxito de una alianza

Las alianzas son frágiles, y particularmente en agronegocios, los grupos identifican muchos problemas potenciales. Estos problemas se presentan en tres grupos en las figuras 4, 5, y 6. La figura 4 lista los problemas potenciales de cooperación que surgen en alianzas. La figura 5 lista los problemas potenciales de naturaleza humana que surgen en alianzas. La figura 6 lista los problemas potenciales del ambiente que surgen en alianzas.

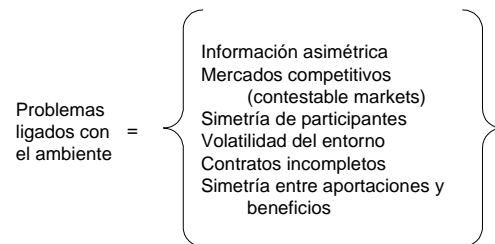




**Figura 4.** Problemas de las alianzas relacionados con la cooperación.



**Figura 5.** Problemas de las alianzas relacionados con la naturaleza humana.



**Figura 6.** Problemas de las alianzas relacionados con el ambiente.

Otro problema identificado en agronegocios se refiere al uso de precios internacionales y los términos de intercambio con otros países, particularmente con Estados Unidos. Este problema está identificado en la literatura en la teoría de bienes públicos y las herramientas y criterios de valuación socioeconómica. La teoría dice que los mecanismos de precios del mercado aseguran una asignación óptima de recursos siempre y cuando: a) Existan mercados eficientes; b) Existan estructuras de mercado de competencia perfecta; c) Existan títulos de propiedad de lo que se intercambia (principio de exclusión); d) Exista un mercado eficiente de externalidades; e) No exista apropiación de quasirentas; f) No existieran subsidios e impuestos que distorsionen los precios o los incentivos; g) Los recursos naturales se aprovecharan de manera balanceada. Si todo lo anterior se satisficiera, las decisiones de asignación basadas en precios de mercado seguirían las reglas económicas de balancear el potencial marginal de los recursos tal que para todos sea el mismo, y todas las comunidades tuvieran las mismas capacidades y oportunidades.

El concepto de bienes públicos aparece en la literatura desde el siglo 18 y se presenta incorporado en la literatura reciente. La inversión en bienes públicos se justifica cuando se emprende por todos los beneficiados más que por un individuo en particular. La adquisición de bienes públicos debe ser emprendida con recursos de todos. El desarrollar capital social en una red de valor, canales comerciales para una región, afluencia de clientes y proveedores, economías de aglomeración y demás, tiene sello de bien público y amerita considerar la inclusión de recursos fiscales de manera formal y enfocada.

El concepto de cluster industriales ha derivado a modelos de política industrial. La literatura en ciencia regional reporta que la región debe fomentar una red de efectos de aprendizaje e innovación y esto explica el fenómeno de la concentración económica y el concepto de cluster. La literatura ha estudiado los distritos industriales, tanto los de generación espontánea, como los motivados por decisiones en general.

La literatura de negocios extrapolada a regiones, atribuye el éxito de la actividad económica en una región, a la rivalidad e intensidad de competencia que se vive en esa región, tal que después de eso, los "saltos de rana" a otras regiones o mercados les permite tener éxito en su gestión. Literatura sobre modelos de desequilibrio atribuye la evolución al efecto detonador que genera la innovación y el conocimiento resultando en una nueva geografía económica.

Yrjölä y Kola (2000) [17] presentan la posibilidad y necesidad de usar un análisis de costos y beneficios sociales para la formulación de política ligada al campo. Presentan el concepto utilizado en la Unión Europea del valor multifuncional de la agricultura, donde se reconoce que la actividad agrícola genera bienes públicos no comercializables, tales como seguridad alimentaria, consideraciones ambientales, mantenimiento de flora y fauna, ética de producción y aseguramiento de la viabilidad de zonas rurales entre otras. Bajo este enfoque, recomienda se valoren los beneficios de la agricultura y se evalúen los programas de política, más que solamente se dejan a los mercados operar. Ellos observan amenazas de viabilidad para agronegocios en Finlandia si se deja solo a los mercados coordinar la actividad económica. La historia no parece muy diferente en Latinoamérica.

Los términos de intercambio son otro tema relevante. Se realiza intercambio entre campo y ciudad, entre una región y otra, entre un país y otro, y entre un país y el resto de mundo. El influir en los términos de intercambio por intereses de alguna de las partes (mantener sobrevaluada una moneda para contener la inflación, o subsidiar la oferta y exportar consistentemente excedentes), hace que la red de valor tenga que competir en términos no equitativos. En los mercados internacionales de productos agrícolas los precios mentirosos dominan a los precios sociales. Esto altera el equilibrio de los mercados. El modelo de redes de valor debe considerar un antídoto para proteger a la agricultura de la influencia de precios mentirosos. Adoleciendo de grupos de interés organizados, es imposible que los subsectores de la agricultura se puedan defender ante arbitrios de los mercados internacionales.

Hay que admitir que algunos agronegocios no podrán operar con utilidades y no sobrevivirán. Otros, lograrán sobrevivir, apoyados en las facilidades que su red de valor ofrezca. La red de valor

exitosa debe identificar, capitalizar y generar opciones reales. La figura 10 representa las fuentes de generación de opciones reales. La infraestructura dura y suave ofrece opciones, las capacidades distintivas, las operaciones realizadas y los productos y servicios exitosos generan opciones reales. El grupo tomador de decisiones en la red de valor debe ser capaz de aprovechar y construir esas opciones. Para ello debe motivar la aparición de la suficiente variabilidad entre sus opciones. Es muy difícil que las opciones reales puedan ser aprovechadas de manera individual. El mejor ejemplo es el ingreso por turismo que obtiene la industria vitivinícola de Francia. Ese ingreso ya supera a la facturación en vinos y no se dio por casualidad ni por esfuerzo de una sola persona o empresa. Aquí es donde las operaciones de agronegocios no pueden de manera aislada motivar el desarrollo rural. En México hemos visto esfuerzos individuales de verdaderos emprendedores, que no son suficientes para hacer realidad una opción. Productores de café, que realizan operaciones en lugares que el turismo apreciaría, no han podido consolidar opciones reales de negocio en ese giro. Tener que informar, vender, cobrar, mantener un nivel de flujo de turistas, etc., no es tarea que pueda ser realizada por un empresario en lo individual.

Los agronegocios supervivientes, gozarán de generar rentas aprovechando todas las economías posibles y capitalizando las opciones reales que su operación presente. Se ubicarán en redes de valor que soporten su competitividad y contribuirán a que su red enfrente y aproveche opciones reales. Controlarán sus operaciones, tanto para calidad como para costos. Tendrán sistemas de evaluación del desempeño de su personal más parecido a sociedad que a empleo. Fundamentarán sus decisiones en datos y hechos más que en métodos empíricos. Orquestrarán las diferentes instituciones y dependencias en apoyar la competitividad, mejor que los competidores. Cooperarán entre sus agentes mediante la ejecución de una estrategia común. Competirán en mercados globales privilegiando eficacia y eficiencia.

El grupo de planeación de la red de valor, diversificará productos, servicios y canales comerciales. Evitará la apropiación de ingreso por algún eslabón. Fomentará el aprovechamiento de economías potenciales. Coordinará agentes, instituciones y dependencias. La sociedad debe fomentar estos grupos, privilegiar la competitividad, y atender la posible marginación que pudiere surgir.

Con respecto a la gente, se debe cuidar el mantener una red en una tensión creativa. Tiene que haber cierto sentido de urgencia sin que llegue a ser emergencia.

El modelo de red de valor es razonablemente sencillo, pero la manera de construirse impacta muy fuerte en su desempeño final. El gran reto es construir un futuro viable, que satisfaga los deseos e intereses de quienes estarán afectados por ese futuro. Los eventos suceden y serán oportunidad o amenaza según sea nuestra actitud. El siglo 21 presenta grandes oportunidades para la creatividad y el conocimiento. Estos deben ser el cimiento de la supervivencia como agronegocios.

#### **4. Conclusiones**

La competitividad de los agronegocios individuales se ve fuertemente influenciada por la red de valor en que participan.

Las alianzas productivas en redes de valor promete ser una alternativa viable para promover la mejora en competitividad de los agronegocios.

Los precios de mercado no son buen mecanismo de coordinación de la actividad económica, particularmente los precios internacionales, que incorporan muchos subsidios, tienen alta probabilidad de ser precios mentirosos.

Los programas de promoción del desarrollo, deben valuarse tomando los precios y beneficios sociales más que los privados. Esto seguramente tenderá a reevaluar el rol del campo en la sociedad.

Es importante mejorar los términos de intercambio con el exterior y entre el campo y la ciudad. Hay que valorar el establecimiento de una contribución para el desarrollo “ad valorem” de todo producto agroalimentario importado para financiar programas de promoción del desarrollo de agronegocios a través de redes de valor. Su efecto parecería similar a un arancel pero en primer término, los fondos irían a un fideicomiso de desarrollo más que al erario público y por ningún motivo debe intentar convertirse en un impuesto. Los aranceles no se pueden imponer después de acuerdos soberanos firmados, pero el desarrollo de un cliente debe ser de interés para quien le vende, ya que su mercado se expandirá. El Estado se debe comprometer a poner más recursos, que junto con los de los proveedores de productos que contienen materias primas del campo, soporten los esfuerzos de promoción. Los esfuerzos de promoción de alianzas productivas en redes de valor demandan muchos recursos, demandan tenacidad, y tarda un tiempo en que los resultados se empiecen a ver. Fluyendo los resultados, se vuelve un proceso más dinámico y automotivante.

En segundo término, una contribución como la comentada, mejora los términos de intercambio con el exterior y favorece incentivos para que se realicen operaciones en el país más que solo se envíen productos. Esto no trae solo capital, sino entrenamiento, canales comerciales y mercados. También este modelo mejorará los términos de intercambio entre el campo y la ciudad para reorientar el rumbo hacia un desarrollo mejor balanceado, que aleje la posibilidad de que los problemas económicos se transformen en problemas sociales. Inclusive cabe la posibilidad de que una parte de las nuevas operaciones entreguen productos al extranjero. Esto es compatible con el análisis de costos y beneficios sociales presentado por Yrjölä y Kola (2000) [17] para el caso de Finlandia ante la situación del comercio mundial de productos agrícolas y ya representa un modelo definido para promover el desarrollo del campo. Una autoridad sin un modelo de trabajo se desgasta en cabildeos y termina fluyendo recursos de manera asistencial perpetuando los problemas.

Algunas operaciones agropecuarias persistirán como forma de vida, aunque implique que operan sin generar valor económico agregado, marginando de oportunidades de progreso y frustrando a los involucrados. Esto amenaza que problemas económicos se transformen problemas sociales. Los problemas sociales son más complejos, más lentos y más costosos de resolverse. Con presencia de problemas sociales es difícil que el nivel de debate se fundamente en la razón y dé cabida a alternativas de solución creativas. En esta discusión, dominan los rencores y las intransigencias así como el manipuleo de líderes sin escrúpulos. Es importante remarcar de nuevo que no debe atribuirse la responsabilidad del desarrollo rural a los agronegocios. El contar con zonas rurales estables tiene muchos beneficios para todos, beneficios que tienen sello de bien público y mayor valor social que el reflejado en los precios.

## 5. Referencias

- [1] Alchian, A. A. 1950. Uncertainty and economic theory. Journal of political Economy. V.58, pp. 211-221.
- [2] Porter, M. 1979. How competitive forces shape strategy. Harvard Business Review. March-April.
- [3] Wernerfelt, B. 1984. A resource-based view of the Firm. Strategic Management Journal. Vol. 5, pp: 171-180.
- [4] Teece, D. J., G. Pisano, & A. Shuen. 1990. Firm Capabilities, resources, and the concept of strategy. Working paper No. 90-8. University of California at Berkeley.
- [5] Williamson, O. 1975. Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications. Free Press.
- [6] Nash, J. F. Jr. 1950. The bargain problem. Econometrica. V18, pp 155-162.
- [7] Lindblom, C. E. 1959. The science of “muddling through”. Public Administrative Review. Pp. 79-88
- [8] Mintzberg, C. E. 1978. Patterns in strategy formation. Management Science, Vol 24(9):934-948.
- [9] Hambrick, D. C. and P. A. Mason. 1984. Upper echelons: The organization as reflection of its top managers. Academy of Management Review, Vol. 9(2):193-206

- [10] Fredrickson, J. W., T. R. Mitchell 1984. Strategic decision process: Comprehensiveness and performance in an industry with an unstable environment. Academy of Management Journal. Vol. 27(2):299-423.
- [11] Dyer, J. H. and K. Nobeoka. 2000. Creating and managing a high-performance knowledge-sharing network: The Toyota case. Strategic Management Journal. Vol. 21, pp. 345-367.
- [12] Itami, H. 1987. Mobilizing invisible assets. Harvard University Press.
- [13] Driven, M. 2000. Dairy Clusters in Latin America in the Context of Globalization. International Food and Agribusiness Management Review. 2(3/4) 301-313
- [14] Humphrey, J. y H. Schmitz. 2000. Governance and Upgrading: Linking industrial cluster and global value chain research. Institute for Development Studies (IDS) Working Paper 120.
- [15] Jacobson, R. 1992. The "Austrian" School of Strategy. Academy of Management Review. Vol 17(4):782-807.
- [16] Lovas, B., S. Ghoshal. 2000. Strategy as guided evolution. Strategic Management Journal. Vol 21: 875-896.
- [17] Yrjölä, T., J. Kola. 2000. WTO and the European model of Agriculture: Cost-benefit Analysis of so-called Multifunctional Agriculture. IAMA World Food and Agribusiness Congress. Consumer, Technology & Environment: Creating Opportunity and Managing Risk. Conference Paper. June, 2000. Chicago.

# COORDINACIÓN DE INVENTARIOS EN UNA CADENA DE ABASTECIMIENTO A TRAVÉS DE ÉPOCAS COMUNES DE RESURTIDO BAJO DEMANDA CONOCIDA VARIABLE

Juan Gaytán, Braulio Pliego\*

Se propone una estrategia de coordinación del abasto para un tipo de producto entre un proveedor y varios clientes, a través de épocas comunes de resurtido, y bajo un tipo de demanda determinística variable, a lo largo de un horizonte finito de planeación. El proveedor sugiere fechas de resurtido, a cambio de dar descuentos a los clientes sobre el precio del artículo. Se construye un modelo de optimización para la estrategia de coordinación de Épocas Comunes de Resurtido (ECR), y se propone un método heurístico para resolverlo. Se proporciona una evaluación de la estrategia ECR para varios escenarios formados por las combinaciones de distintos valores de los parámetros del modelo de optimización, donde se muestra el funcionamiento de la misma. Finalmente se compara la efectividad del método heurístico con respecto a la solución exacta del modelo.

Palabras clave: Coordinación de Inventarios, Administración de la Cadena de Abastecimiento.

## 1. Introducción

El creciente interés en la administración eficiente de la cadena de abastecimiento reconoce que la administración de los inventarios, basada en una mejor coordinación proveedor-cliente, es un factor crítico para un exitoso desempeño. La relevancia de la coordinación de los inventarios a lo largo de la cadena, recae en el mejoramiento de la posición de las empresas en su mercado a través de menores tiempos de entrega, mayor confiabilidad y rentabilidad de la cadena, y reducción de sus costos. En este trabajo se propone una política de Épocas Comunes de Resurtido (ECR) para el abasto de un solo producto de un proveedor a varios clientes, asumiendo que la demanda que experimentan los clientes es dinámica y el horizonte de planeación finito.

En el esquema de coordinación ECR, un conjunto de entidades (clientes) en un mismo nivel de la cadena, pueden emitir sus órdenes de resurtido a un eslabón superior (proveedor) solamente en tiempos múltiplos de un tiempo base  $T_0$  definido por el proveedor. El proveedor ahorra al consolidar varias órdenes de compra, en el procesamiento de la orden y en los costos de entrega. Por otro lado, para aceptar la estrategia ECR, los clientes reciben un incentivo por parte del proveedor, consistente en un descuento sobre el precio de los productos. El descuento compensa el gasto extra en el que incurren los clientes al no usar un período óptimo de resurtido que minimice sus costos en particular, e inclusive puede generar ahorros adicionales.

La estrategia de coordinación ECR fue propuesta por Viswanathan y Piplani [1], tomando en cuenta una cadena de un proveedor y varios clientes, donde los clientes presentan una demanda determinística estática, incurriendo en costos por almacenar y por ordenar, por su parte, el proveedor incurre en un costo por procesar un conjunto de órdenes, y otro costo por procesar cada orden en particular. Este trabajo extiende el de Viswanathan y Piplani [1] al considerar la demanda dinámica.

Diversos autores han demostrado el éxito de una buena coordinación entre proveedor-cliente. Goyal [2] sugirió un modelo JELS (Joint Economic Lot Size) donde el objetivo era minimizar los costos

---

\* Dr. Juan Gaytán. Profesor Departamento de Organización y Ciencias Sociales, ITESM Campus Toluca.  
Ing. Braulio Pliego. Estudiante de la Maestría en Ciencias en Sistemas de Calidad y Productividad, ITESM Campus Toluca.

totales relevantes para el proveedor y el cliente, esto puede ser usado cuando ambas partes pertenecen a la misma organización. Lee y Rosenblatt [3] desarrollaron un algoritmo para determinar un descuento en los precios y maximizar la ganancia de un producto, usando una política EOQ; aquí el proveedor modifica el comportamiento del cliente a través de una compensación. Lu [4] propone un modelo de inventario integrado para un proveedor y varios clientes, en el cual el objetivo es minimizar los costos anuales totales del proveedor, sujeto al máximo costo que los clientes están dispuestos a incurrir. Para el caso de una demanda dinámica, Chung et al. [5] consideran la coordinación del abasto de varios productos cuando existen costos de resurtido por toda la orden e individuales asociados a cada tipo de producto ordenado, pero adicionalmente consideran descuentos en los precios.

Otros enfoques recientes de coordinación son los relativos a la duración de la relación de los contratos entre participantes, definición de políticas de precios (Speckman [6], Choi y Hartley [7]) y coordinación de las actividades de innovación (Kim [8]). Viswanathan y Piplani [1] proponen para el caso de demanda constante conocida de los clientes, una estrategia coordinada llamada ECR (Épocas Comunes de Resurtido), donde se le pide a los clientes realizar sus pedidos a un mismo proveedor con base a épocas comunes, a cambio de recibir un descuento en el precio del producto. Reportan beneficios combinados del sistema (clientes y proveedor) de hasta el 35%.

El problema resultante en el presente trabajo, puede ser visto como uno de determinar el tamaño del lote con demanda dinámica (lot sizing), restringido a realizar el abasto a períodos fijos y a lograr un ahorro  $S\%$  sobre el costo óptimo de la política no coordinada de los clientes. Debido a que el proveedor conoce los costos y los parámetros de demanda de los clientes, puede anticipar su reacción y tomar una decisión óptima. El presente trabajo proporciona un modelo de optimización para representar el problema de coordinación, que considera como principales variables de decisión el número base de períodos entre resurtidos y el descuento que debe dar el proveedor a cada cliente, el cual asegura que al pedir ellos en períodos específicos se compense el costo extra por usar la política ECR, e inclusive se proporcione un descuento adicional sobre la no coordinada. Se propone además un método heurístico alternativo a la solución exacta del modelo. Finalmente, se presenta un análisis numérico del modelo que evalúa las bondades de la coordinación a nivel cliente, proveedor y conjuntamente como sistema. Dicho estudio se realiza usando tanto la solución exacta del modelo, como el método heurístico, con la finalidad de comparar la efectividad del método.

## 2. Metodología

Para la modelación de la estrategia ECR, se representa la cadena de abastecimiento por un proveedor y varios clientes. En la modelación se toman en cuenta los siguientes supuestos:

### ***Para los clientes***

- Experimentan una demanda determinística y dinámica. Cada cliente demanda una cierta cantidad de un mismo tipo de producto, durante un horizonte finito de  $T$  períodos.
- Los costos en los que incurren son por mantener inventario y por generar cada orden de compra.
- Los tiempos de entrega (lead times) del producto son despreciables, ya que al ser la demanda determinística, se pueden planear las entregas de tal manera que estos no afecten.
- No se permiten faltantes, y el inventario al inicio y al final del horizonte de planeación es cero.
- Sin coordinación ECR, cada cliente coloca órdenes en los períodos y en las cantidades de acuerdo a su política óptima, con la ayuda de algún método exacto, como el de Wagner y Whitin.

### ***Para el proveedor***

- Les vende un solo tipo de producto a todos los clientes, y el precio venta es el mismo para todos.
- Sin coordinación ECR, el proveedor incurre en un costo fijo  $A_s + A_i$  por procesar cada orden de cada cliente. Con coordinación, incurre en un costo  $A_i$  por cada orden procesada de cada cliente  $i$ , y cada  $T_0$  períodos (siempre y cuando uno ó más clientes hayan hecho un pedido) en un costo  $A_s$  por procesar un conjunto de órdenes.

- Conoce la demanda de cada cliente y sus costos por ordenar y mantener inventario; por lo tanto, puede determinar para un tiempo base  $T_0$  en particular, los períodos en los cuales cada cliente debe ordenar para minimizar sus costos. Como consecuencia, tiene la posibilidad de determinar el descuento mínimo sobre el precio de los productos, para que cada cliente acepte la estrategia ECR.
- Deberá dar a cada cliente  $i$  un descuento  $Z_i$  sobre el precio del producto, para compensar el incremento de los costos del cliente  $i$  por usar la política ECR, y además proveer un ahorro de 100S% sobre el costo total si no usara la coordinación ECR.

### Notación del problema

Para cada cliente  $i \in \{1, 2, \dots, m\}$ , y cada período  $t \in \{1, 2, \dots, T\}$  definimos lo siguiente:

#### Parámetros del modelo

$m$ : número de clientes

$T$ : número de períodos del horizonte de tiempo

$K_i$ : costo para el cliente  $i$  por ordenar

$r_i$ : costo para el cliente  $i$  por mantener en inventario durante un período, una unidad de \$ de artículo, dado en \$/(\$/período)

$D_{it}$ : demanda del cliente  $i$  en el período  $t$ , en unidades/período

$v$ : costo unitario del producto, dado en \$/unidad

$A_s$ : costo fijo para el proveedor por procesar un conjunto de órdenes

$A_i$ : costo fijo para el proveedor por procesar una orden del cliente  $i$

$T_0$ : número base de períodos entre resurtidos, tal que  $T_0 \in \Omega$

$\Omega$ : conjunto de valores posibles para el número base de períodos entre resurtidos  $T_0$ , tal que  $\Omega = \{x | 2 \leq x \leq T, x \text{ entero}\}$

$S$ : ahorro para cada cliente sobre el costo total de no usar la coordinación ECR, dado en \$/\$

$N_i, M_1, M_2$ : constantes positivas elegidas adecuadamente

#### Variables de decisión

$I_{it}$ : inventario del cliente  $i$  al final del período  $t$ , dado en unidades/período

$Q_{it}$ : cantidad ordenada por el cliente  $i$  para ser surtida al inicio del período  $t$ , dada en unidades/período

$I_{i0}$ : inventario inicial del cliente  $i$

$$Y_{it} = \begin{cases} 1 & \text{si } Q_{it} > 0 \\ 0 & \text{si } Q_{it} = 0 \end{cases}$$

$$X_t = \begin{cases} 1 & \text{si } \sum_{i=1}^m Y_{it} > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$Z_i$ : descuento dado por el proveedor al cliente  $i$ , para compensar el incremento en el costo por usar la estrategia ECR, y además proporcionar un ahorro igual a 100S% sobre el costo total sin coordinación

### Formulación del Problema Sin Coordinación

Considere un solo proveedor que abastece un solo producto a  $m$  clientes. En ausencia de una política coordinada, el cliente  $i$  adquiere el producto de acuerdo a la política óptima indicada por el método de Wagner y Whitin [9] que minimiza el costo total  $g_i^n$  (en \$), compuesto del costo por ordenar y el costo por almacenamiento, durante el horizonte finito de  $T$  períodos:

$$g_i^n = \min \sum_{t=1}^T [K_i Y_{it} + I_{it} v r_i], \quad \text{para } i = 1, \dots, m$$

$$\text{Sujeto a: } I_{it} = I_{i,t-1} + Q_{it} - D_{it}, \quad \text{para } i=1, \dots, m \quad t=1, \dots, T$$

$$Q_{it} \leq N_i Y_{it}, \quad \text{con } N_i = \sum_{t=1}^T D_{it}, \quad \text{para } i=1, \dots, m \quad t=1, \dots, T \quad (\text{WW})$$

$$I_{i0} = 0, \quad \text{para } i=1, \dots, m$$



$$\begin{aligned} I_{it}, Q_{it} &\geq 0 \text{ entero,} & \text{para } i=1, \dots, m & \quad t=1, \dots, T \\ Y_{it} &\in \{0, 1\}, & \text{para } i=1, \dots, m & \quad t=1, \dots, T \end{aligned}$$

El proveedor, sin usar la política ECR, incurre en el costo  $(A_s + A_i)$  por procesar la orden del cliente  $i$ , por lo que el costo en \$ por procesar todas las órdenes de compra de los  $m$  clientes durante el

$$\text{horizonte finito de } T \text{ períodos es: } g_0^n = \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T (A_s + A_i) Y_{it} \quad (1)$$

Siendo los valores de las variables  $Y_{it}$  correspondientes a la solución del modelo (WW). Para encontrar la solución óptima al modelo (WW), se empleo el algoritmo de la distancia más corta en una gráfica acíclica formada por  $T+1$  nodos, donde los arcos que unen a cada nodo tienen asociado un peso correspondiente al costo por ordenar y mantener inventario desde el nodo origen hasta el nodo destino. Dicho algoritmo fue programado en lenguaje C, dentro del programa MATLAB [11]. el resultado de la expresión (1) fue obtenido con el mismo programa, con base en los resultados de (WW).

### Formulación del Problema Utilizando la Coordinación ECR

Considere ahora un conjunto de clientes que hacen uso de una política de resurtido coordinada ECR. Con esta política el cliente puede realizar sus pedidos únicamente en las fechas definidas por múltiplos del período base, aunque se deja la libertad de que si no le conviene en alguno de ellos, no lo haga. Asumiendo que la demanda del primer período es positiva para todos los clientes, todos colocan una orden en el primer período. A partir de ese período, el cliente  $i$  podrá realizar sus pedidos de compra solamente cada cierto múltiplo de  $T_0$  de tal forma que se minimicen los costos totales del sistema. Formalmente, los pedidos del cliente  $i$  pueden ocurrir en los períodos:

$$\{1, 1 + T_0, 1 + 2T_0, \dots, 1 + \alpha T_0\}, \text{ siendo } \alpha = \left\lfloor \frac{T-1}{T_0} \right\rfloor \text{ para } i = 1, \dots, m \quad (2)$$

El mínimo costo total (en \$) para el proveedor usando la estrategia (ECR) durante el horizonte finito de  $T$  períodos, está dado por el siguiente modelo de optimización lineal entera:

$$g_0^c = \min \left\{ \sum_{t=1}^T (A_s X_t) + \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T (D_{it} v Z_i + A_i Y_{it}) \right\} \quad (3)$$

Sujeto a:

$$\sum_{t=1}^T D_{it} v Z_i = \left[ \sum_{t=1}^T (K_i Y_{it} + I_{it} v r_i) - g_i^n (1 - S) \right], \text{ para } i=1, \dots, m \quad (4)$$

$$I_{it} = I_{it-1} + Q_{it} - D_{it}, \text{ para } i=1, \dots, m \quad t=1, \dots, T \quad (5)$$

$$Q_{it} \leq N_i Y_{it}, \text{ con } N_i = \sum_{t=1}^T D_{it}, \text{ para } i=1, \dots, m \quad t=1, \dots, T \quad (6)$$

$$I_{i0} = 0, \text{ para } i=1, \dots, m \quad (7)$$

$$Y_{it} = 0 \text{ para todo } i = 1, \dots, m, \quad j \neq \{1, 1 + T_0, 1 + 2T_0, \dots, 1 + \alpha T_0\} \quad (8)$$

$$\text{siendo } \alpha = \left\lfloor \frac{T-1}{T_0} \right\rfloor$$

$$\sum_{i=1}^m Y_{it} \leq M_1 X_t, \text{ con } M_1 = m, \text{ para } t=1, \dots, T \quad (9)$$

$$I_{it}, Q_{it} \geq 0 \text{ entero, para } i=1, \dots, m \quad t=1, \dots, T \quad (10)$$

$$Y_{it}, X_t \in \{0, 1\}, \text{ para } i=1, \dots, m \quad t=1, \dots, T \quad (11)$$

$$Z_i \geq 0, \text{ para } i=1, \dots, m \quad (12)$$

$$T_0 \in \Omega \text{ donde } \Omega \text{ está formado por elementos } (13)$$

del conjunto  $\{x | 2 \leq x \leq T, \text{ entero}\}$

La restricción (4) garantiza que el descuento  $Z_i$  recibido por cada uno de los clientes, compensa con un ahorro del 100S% sobre el costo  $g_i^n$ , el incremento por tener más inventario y/o generar más órdenes de compra al no pedir con base a su política óptima individual. La expresión (5) garantiza el balance de inventarios. Las restricciones (6) aseguran que los clientes incurran en el costo por ordenar solamente cuando ordenen una o más unidades del artículo. Las restricciones (7) inicializan los inventarios a cero al inicio del período de planeación. La expresión (8) garantiza que no se generen órdenes de compra en períodos que no son múltiplos de  $T_0$ . Las desigualdades (9) aseguran que si en cierto período se realiza al menos un pedido, el proveedor incurre en un costo fijo  $A_s$  por procesar un conjunto de órdenes. Las condiciones (10), (11) y (12) especifican los tipos de variables del modelo. La condición (13) asegura que los valores de  $T_0$  corresponden a un conjunto de unidades predefinido por el proveedor. Una manera de modelar la condición (8) es introduciendo la variable binaria  $P_{T_0}$  tal que:

$$P_{T_0} = \begin{cases} 0, & \text{si } Y_{it} = 0 \text{ para } t \neq \{1, 1+T_0, 1+2T_0, \dots, 1+\alpha T_0\} \text{ siendo } \alpha = \left\lfloor \frac{T-1}{T_0} \right\rfloor \\ 1, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (14)$$

para todo  $i=1, \dots, m \quad T_0 \in \Omega$

Para lograr (14), se debe cumplir que:

$$\sum_{k=2}^{T_0} Y_{ik} + \sum_{k=T_0+2}^{2T_0} Y_{ik} + \sum_{k=2T_0+2}^{3T_0} Y_{ik} + \dots + \sum_{k=nT_0+2}^w Y_{ik} \leq P_{T_0} M_2, \quad \text{para } i=1, \dots, m \quad T_0 \in \Omega \quad (15)$$

$$\text{con: } M_2 = T-1, \quad n = \left\lfloor \frac{T-2}{T_0} \right\rfloor, \quad w = \min\{(n+1)T_0, T\}$$

$$\sum_{T_0 \in \Omega} P_{T_0} = (H-1), \quad \text{donde } H \text{ es igual al número de elementos de } \Omega \quad (16)$$

$$P_{T_0} \in \{0, 1\}, \quad \text{para todo } T_0 \in \Omega \quad (17)$$

En este trabajo utilizamos las restricciones (15), (16) y (17) en lugar de la (8). Es importante señalar que de la restricción (16) podemos deducir que el valor de  $T_0$  que el modelo (3)-(17) arroje como el óptimo, será aquél para el cual  $P_{T_0}=0$ . El costo  $g_i^c$  del cliente  $i$  usando la estrategia ECR, se obtiene a partir de la solución del modelo (3)-(17), usando la siguiente expresión:

$$g_i^c = \sum_{t=1}^T [K_i Y_{it} + I_{it} v r_i - D_{it} v Z_i], \quad \text{para } i = 1, \dots, m \quad (18)$$

donde  $Y_{it}, I_{it}$  y  $Z_i$  se obtienen de la solución del modelo (3)-(17). El modelo (3)-(17) fue resuelto con el paquete computacional LINDO [10]. Para analizar los resultados arrojados por LINDO [10] y calcular la expresión (18), se programó una rutina en lenguaje C dentro de MATLAB [11].

### Método Heurístico

Aunque el modelo de optimización (3)-(17) puede ser resuelto con paquetes computacionales comerciales como LINDO [10], es conveniente usar algún método heurístico para resolverlo, ya que al ir incrementando la cantidad de clientes  $m$  y períodos de análisis  $T$ , el número de variables  $(3mT+m+2T-1)$  y restricciones  $(3mT+m+T+1)$  aumenta de forma cuadrática en  $m$  y  $T$ . A continuación se propone un método heurístico para resolver el modelo (3)-(17):

**Paso 0.** Definir  $\Omega, S, A_i, A_s, v, r_i, K_i$  y  $D_{it}$ , para  $i=1, \dots, m, t=1, \dots, T$

**Paso 1.** Calcular  $g_i^n$  para cada cliente, con base en el modelo (WW)

**Paso 2.** Calcular  $g_i^n(T_0)$  para cada cliente y cada  $T_0 \in \Omega$ , usando el modelo de Wagner y Whitin restringido a que los clientes solo pueden ordenar cada  $T_0$  períodos. Al resolver el modelo se obtienen de manera implícita los períodos en los que se ordena  $Y_{it}(T_0)$ , en función del valor de  $T_0$

**Paso 3.** Calcular el descuento  $Z_i(T_0)$  para cada cliente y cada  $T_0 \in \Omega$  de acuerdo a la siguiente expresión, usando los valores de  $g_i^n(T_0)$  obtenidos en el paso 2:

$$Z_i(T_0) = \frac{g_i^n(T_0) - (1-S)g_i^n}{\sum_{t=1}^T D_{it}V}, \quad \text{para } i=1, \dots, m \quad T_0 \in \Omega \quad (19)$$

**Paso 4.** Calcular  $g_0^c(T_0)$  para cada  $T_0 \in \Omega$  por medio de:

$$g_0^c(T_0) = \sum_{t=1}^T (A_s X_t(T_0)) + \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T [D_{it}VZ_i(T_0) + A_i Y_{it}(T_0)], \quad \text{para } T_0 \in \Omega \quad (20)$$

donde  $Y_{it}(T_0)$  y  $Z_i(T_0)$  corresponden a los valores obtenidos en el paso 3 y 4 respectivamente, para cada  $T_0 \in \Omega$ . Por su parte,  $X_t(T_0)$  se obtiene de acuerdo a la siguiente definición:

$$X_t(T_0) = \begin{cases} 1 & \text{si } \sum_{i=1}^m Y_{it}(T_0) > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}, \quad \text{para } t=1, \dots, T \quad (21)$$

**Paso 5.** Calcular  $g_0^{c*}$  entre los valores de  $g_0^c(T_0)$  y el valor óptimo correspondiente de las variables de decisión  $T_0^*$ ,  $Z_i^*$ ,  $I_{it}^*$ ,  $Q_{it}^*$ ,  $Y_{it}^*$  y  $X_t^*$ :

$$g_0^{c*} = \min \{g_0^c(T_0)\} \quad \text{para } T_0 \in \Omega \quad (22)$$

El valor de  $T_0$  del  $g_0^c(T_0)$  escogido en (22), corresponde al tiempo base de resurtido que minimiza los costos del proveedor al usar la estrategia ECR (de ahora en adelante  $T_0^*$ ). La variable  $X_t^*$  resulta del Paso 4 siendo  $X_t^* = X_t(T_0^*)$ , y las variables  $I_{it}^*$ ,  $Q_{it}^*$  y  $Y_{it}^*$  se obtiene del Paso 2 siendo  $I_{it}^* = I_{it}(T_0^*)$ ,  $Q_{it}^* = Q_{it}(T_0^*)$  y  $Y_{it}^* = Y_{it}(T_0^*)$ .

**Paso 6.** Obtener los  $g_i^{c*}$  correspondientes al valor  $T_0^*$  elegido en el Paso 5, usando la siguiente fórmula:

$$g_i^{c*} = g_i^n(T_0^*) - \left[ \sum_{t=1}^T D_{it}VZ_i(T_0^*) \right], \quad \text{para } i=1, \dots, m \quad (23)$$

donde  $g_i^n(T_0^*)$  y  $Z_i(T_0^*)$  son valores obtenidos en el paso 2 y 3, respectivamente.

Con el fin de realizar el análisis numérico del método heurístico, éste fue programado en lenguaje C dentro de MATLAB [11].

### 3. Resultados y discusión

Para evaluar los beneficios de la estrategia ECR y observar el efecto de la variación de los parámetros del modelo coordinado, se realizó un estudio numérico con 10 clientes ( $m=10$ ) y 12 períodos de planeación ( $T=12$ ), resolviendo 570 distintos problemas (o escenarios diferentes) correspondientes a cada una de las combinaciones de los parámetros con los que cuentan los modelos (WW) y (3)-(17). La estrategia de coordinación fue analizada obteniendo, para los mismos escenarios, la solución óptima y la aproximada del modelo de optimización (3)-(17), a través de LINDO y del método heurístico propuesto, respectivamente. Además se realizó una comparación entre las soluciones óptimas y las aproximadas, con el fin de evaluar la efectividad del algoritmo heurístico.

Para definir los escenarios, se variaron los parámetros  $A_s, A_i, r_i$  y  $D_{it}$  como sigue:  $A_s=[0,500,1500,3000]$ ,  $A_i=[0,100,500,1000]$  (iguales para todos los clientes  $i$ ),  $r_i=[0.01,0.02,0.03]$  (igual para todos los clientes  $i$ ). Se tomaron en cuenta los siguientes tipos de demanda dependiendo de la estructura de la serie y el valor del Coeficiente de Variabilidad (CV) [12]:

$$D_{it} = \begin{cases} \mu_i + \varepsilon_{it} & \left\{ \begin{array}{l} CV \leq 0.2 \text{ .....tipo 1} \\ CV > 0.2 \text{ .....tipo 2} \end{array} \right. \\ (\mu_i + b_i t) F_t + \varepsilon_{it} & \left\{ \begin{array}{l} CV \leq 0.2 \text{ .....tipo 3} \\ CV > 0.2 \text{ .....tipo 4} \end{array} \right. \end{cases} \quad \text{con:} \quad \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_i^2)$$

$$CV = \frac{\text{varianza de la demanda por período}}{\text{cuadrado del promedio de la demanda por período}}$$

donde, para  $i=1,2,\dots,10$  y  $t=1,2,\dots,12$ :

$\mu_i = \{1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000\}$  (para los cuatro tipos de demanda)

$F_t = \{1, 1.3, 1.6, 1.5, 0.7, 0.9, 1, 1.3, 1.6, 1.5, 0.7, 0.9\}$  (para demanda tipo 3)

$F_t = \{1, 2, 3, 1.8, 0.3, 0.9, 1, 2, 3, 1.8, 0.3, 0.9\}$  (para demanda tipo 4)

$b_i = \{15, 40, 50, 80, 85, 70, 90, 50, 36, 60\}$  (para demanda tipo 3)

$b_i = \{450, 400, 650, 700, 850, 950, 1200, 1250, 1560, 1660\}$  (para demanda tipo 4)

$\sigma_i^2 = \{70000, 400000, 700000, 1250000, 1500000, 2000000, 6500000, 4365000, 7000000, 4500000\}$   
(para demanda tipo 1)

$\sigma_i^2 = \{550000, 3200000, 8500000, 6050000, 9600000, 10900000, 13750000, 12565000, 17600000, 125600000\}$  (para demanda tipo 2)

$\sigma_i^2 = \{15000, 50000, 100000, 80000, 150000, 200000, 135000, 236500, 300000, 400000\}$  (para demanda tipo 3)

$\sigma_i^2 = \{150000, 500000, 1000000, 800000, 1500000, 2000000, 1350000, 2365000, 3000000, 4000000\}$   
(para demanda tipo 4)

Con el fin de disminuir la complejidad del modelo (3)-(17) y resolver en LINDO cada escenario con un mucho menor número de iteraciones, el parámetro óptimo  $T_0^*$  fue encontrado de manera indirecta. Es decir, en lugar de que la solución del modelo (3)-(17) diera de manera implícita el valor óptimo de  $T_0^*$  de entre los valores posibles  $T_0 \in \Omega$ , se consideró  $T_0$  como un parámetro más de variación, agregando la restricción  $P_{T_0}=0$  correspondiente en cada escenario. De lo anterior, resulta la siguiente variación del parámetro  $T_0$  en nuestro análisis  $T_0 = [3, 4, 6]$ , y el número de escenarios a resolver en LINDO aumenta a  $192 \times 3 = 576$ . Los parámetros restantes de los modelos (WW) y (3)-(17), que se mantuvieron fijos para todos los escenarios, fueron  $v=10$ ,  $S=0.1$ ,  $K_1=600$ ,  $K_2=2400$ ,  $K_3=600$ ,  $K_4=3000$ ,  $K_5=600$ ,  $K_6=1250$ ,  $K_7=600$ ,  $K_8=7500$ ,  $K_9=600$ ,  $K_{10}=6000$ .

Obteniendo la solución óptima para los 576 escenarios, el valor de  $T_0^*$  que minimiza (3)-(17) fue para todos los casos  $T_0^*=3$ . Por lo tanto, se analizaron los resultados de los 192 escenarios con dicho período base, para obtener los siguientes ahorros y decidir con base en estos las ventajas de la coordinación ECR.

$$\text{Ahorro del proveedor} = \frac{g_0^n - g_0^c}{g_0^n} \times 100\%, \quad \text{Ahorro de los clientes} = \frac{\sum_i g_i^n - \sum_i g_i^c}{\sum_i g_i^n} \times 100\%,$$

$$\text{Ahorro del sistema} = \frac{\left( g_0^n + \sum_i g_i^n \right) - \left( g_0^c + \sum_i g_i^c \right)}{\left( g_0^n + \sum_i g_i^n \right)} \times 100\%$$

Se observa que independientemente a los demás parámetros ( $A_i$ ,  $r_i$ ,  $D_{it}$ ) de un cierto escenario, el ahorro del proveedor y el sistema siempre aumenta al incrementarse el valor de  $A_s$  (figuras 1 y 3). Se dedujo que a medida que el valor de  $A_s$  ó  $A_i$  aumenta, el ahorro del proveedor y el sistema se mantiene estable independientemente del valor de  $r_i$  y  $D_{it}$  (figuras 1 y 2, y figuras 3 y 4). Por otro lado, conforme  $A_s$  disminuye, los incrementos en el valor de  $A_i$  y/o la disminución de  $r_i$  representan cada vez un mayor incremento en el ahorro del proveedor (figuras 1 y 2), este mismo comportamiento se observa para el sistema (figuras 3 y 4), pero con la diferencia que para éste el incremento es más lento. Se puede decir también que el tipo de demanda 4 es el único que visiblemente modifica el ahorro del proveedor y el

sistema, ya que dado un cierto escenario definido por  $A_i$ ,  $A_s$ ,  $r_i$ , los ahorros son similares ya sea que se analice la demanda tipo 1, 2 ó 3.

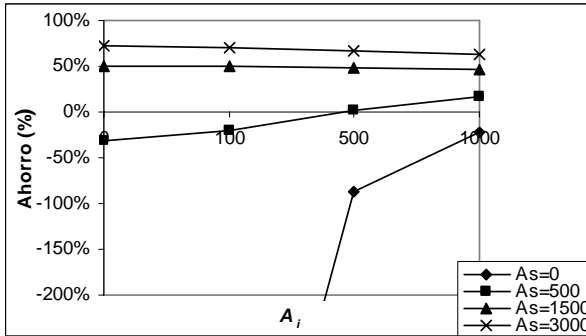


Figura 1. Ahorro del Proveedor,  $D_{it}$ :tipo 1,  $r_f=0.01$

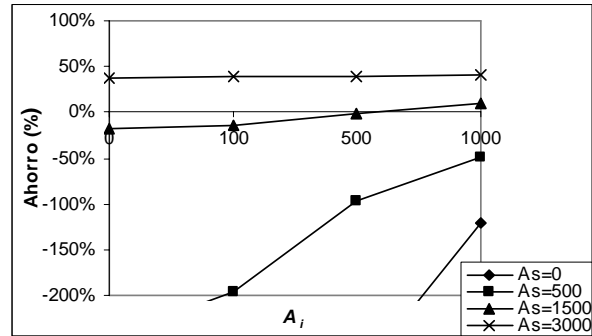


Figura 2. Ahorro del Proveedor,  $D_{it}$ :tipo 3,  $r_f=0.03$

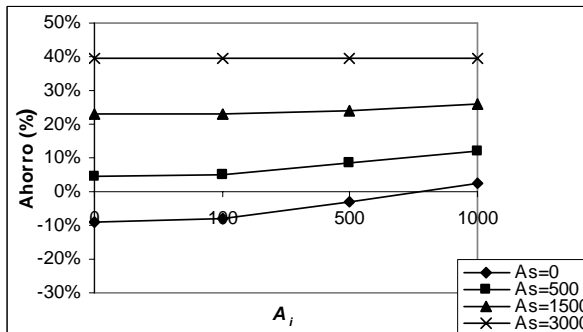


Figura 3. Ahorro del Sistema,  $D_{it}$ :tipo 1,  $r_f=0.01$

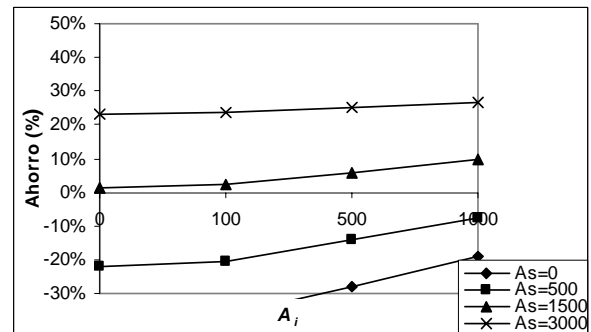


Figura 4. Ahorro del Sistema,  $D_{it}$ :tipo 3,  $r_f=0.03$

En las primeras 4 columnas de las tablas 1 y 2 se presentan los parámetros considerados del modelo coordinado y en las últimas tres se muestran los ahorros obtenidos para el proveedor, para los clientes en conjunto y para el sistema. Las mismas tablas muestran los escenarios en los cuales existe un ahorro positivo tanto para el sistema como para el proveedor; es decir, en 76 de los 192 escenarios evaluados la política ECR es exitosa ya que beneficia a ambas partes de la cadena. Cabe señalar que el ahorro de los clientes siempre va a ser del 10%, debido a que la restricción (4) así lo obliga. Se observa que entre más grande es  $A_s$ , mayor es la posibilidad de un ahorro positivo, mientras que para  $A_s=0$  siempre se presenta un ahorro negativo (gasto). Para los tipos de demanda 1, 2 y 3, existen aproximadamente la misma cantidad de escenarios con ahorros positivos, pero para la demanda tipo 4 son sólo cuatro los escenarios con esta característica de los 76 posibles. Por último, para los distintos valores de los parámetros  $A_i$  y  $r_i$ , se mantiene la misma cantidad de escenarios con ahorros positivos, pero se puede distinguir que a medida que el valor de  $A_s$  es menor, la proporción de escenarios con ahorros positivos es mayor para aquellos escenarios con  $A_i$  más grande y  $r_i$  más pequeña.

Los descuentos  $Z_i$  para cada cliente, oscilan entre 0.21% y 2.92%, para los escenarios de las tablas 1 y 2. Las figuras 5 y 6 corresponden a la desviación en porcentaje de los ahorros obtenidos por el proveedor y por el sistema haciendo uso del algoritmo heurístico, en relación a la solución óptima. Se encuentra que para el proveedor y el sistema en el 27.08% de los escenarios hay diferencias entre el algoritmo heurístico y la solución óptima. Además, el promedio y la desviación estándar del error en los ahorros obtenidos al usar el heurístico es de 1.20% y 5.42% para el proveedor y de 1.68% y 10.66% para el sistema.

A <sub>s</sub>	A <sub>i</sub>	D <sub>it</sub>	r <sub>i</sub>	Ahorro		
				Provee.	Client.	Sist.
500	500	1	0.01	2.57%	10.00%	8.26%
500	1000	1	0.01	15.76%	10.00%	11.81%
500	1000	1	0.02	4.76%	10.00%	8.28%
500	1000	2	0.01	4.35%	10.00%	8.31%
500	1000	3	0.01	11.61%	10.00%	10.51%
1500	0	1	0.01	50.79%	10.00%	22.84%
1500	0	1	0.02	36.20%	10.00%	18.61%
1500	0	1	0.03	5.32%	10.00%	8.58%
1500	0	2	0.01	44.62%	10.00%	20.34%
1500	0	2	0.02	15.90%	10.00%	11.71%
1500	0	3	0.01	46.00%	10.00%	21.37%
1500	0	3	0.02	15.72%	10.00%	11.79%
1500	100	1	0.01	49.78%	10.00%	23.08%
1500	100	1	0.02	36.89%	10.00%	19.22%
1500	100	1	0.03	7.86%	10.00%	9.32%
1500	100	2	0.01	43.69%	10.00%	20.52%
1500	100	2	0.02	17.17%	10.00%	12.17%
1500	100	3	0.01	45.43%	10.00%	21.68%
1500	100	3	0.02	17.65%	10.00%	12.50%
1500	500	1	0.01	47.44%	10.00%	24.22%
1500	500	1	0.02	38.96%	10.00%	21.43%
1500	500	1	0.03	15.48%	10.00%	12.01%
1500	500	2	0.01	41.03%	10.00%	21.23%
1500	500	2	0.02	21.12%	10.00%	13.92%
1500	500	2	0.03	0.48%	10.00%	6.58%
1500	500	3	0.01	44.23%	10.00%	23.04%
1500	500	3	0.02	23.43%	10.00%	15.08%
1500	1000	1	0.01	46.38%	10.00%	25.78%
1500	1000	1	0.02	40.63%	10.00%	23.76%
1500	1000	1	0.03	21.57%	10.00%	14.87%
1500	1000	2	0.01	39.21%	10.00%	22.12%
1500	1000	2	0.02	24.48%	10.00%	15.86%
1500	1000	2	0.03	8.83%	10.00%	9.52%
1500	1000	3	0.01	44.16%	10.00%	24.85%
1500	1000	3	0.02	28.24%	10.00%	17.88%
1500	1000	3	0.03	8.92%	10.00%	9.55%
3000	0	1	0.01	71.55%	10.00%	39.47%
3000	0	1	0.02	65.32%	10.00%	37.36%

A <sub>s</sub>	A <sub>i</sub>	D <sub>it</sub>	r <sub>i</sub>	Ahorro		
				Provee.	Client.	Sist.
3000	0	1	0.03	49.96%	10.00%	28.62%
3000	0	2	0.01	68.05%	10.00%	36.69%
3000	0	2	0.02	54.50%	10.00%	30.00%
3000	0	2	0.03	40.52%	10.00%	23.95%
3000	0	3	0.01	69.49%	10.00%	38.55%
3000	0	3	0.02	55.12%	10.00%	31.53%
3000	0	3	0.03	38.27%	10.00%	23.12%
3000	0	4	0.01	24.81%	10.00%	16.90%
3000	100	1	0.01	70.36%	10.00%	39.40%
3000	100	1	0.02	64.74%	10.00%	37.52%
3000	100	1	0.03	49.83%	10.00%	28.88%
3000	100	2	0.01	66.82%	10.00%	36.59%
3000	100	2	0.02	53.91%	10.00%	30.09%
3000	100	2	0.03	40.54%	10.00%	24.21%
3000	100	3	0.01	68.44%	10.00%	38.52%
3000	100	3	0.02	54.85%	10.00%	31.77%
3000	100	3	0.03	38.65%	10.00%	23.53%
3000	100	4	0.01	25.46%	10.00%	17.33%
3000	500	1	0.01	66.67%	10.00%	39.32%
3000	500	1	0.02	62.74%	10.00%	38.11%
3000	500	1	0.03	49.39%	10.00%	29.86%
3000	500	2	0.01	62.66%	10.00%	36.24%
3000	500	2	0.02	51.97%	10.00%	30.47%
3000	500	2	0.03	40.61%	10.00%	25.17%
3000	500	3	0.01	65.13%	10.00%	38.58%
3000	500	3	0.02	53.90%	10.00%	32.64%
3000	500	3	0.03	39.95%	10.00%	25.05%
3000	500	4	0.01	27.70%	10.00%	18.93%
3000	1000	1	0.01	63.60%	10.00%	39.51%
3000	1000	1	0.02	60.81%	10.00%	38.76%
3000	1000	1	0.03	48.96%	10.00%	30.95%
3000	1000	2	0.01	58.81%	10.00%	35.95%
3000	1000	2	0.02	50.21%	10.00%	30.96%
3000	1000	2	0.03	40.81%	10.00%	26.30%
3000	1000	3	0.01	62.47%	10.00%	38.94%
3000	1000	3	0.02	53.10%	10.00%	33.66%
3000	1000	3	0.03	41.20%	10.00%	26.72%
3000	1000	4	0.01	29.88%	10.00%	20.69%

Tabla 1 y 2. Escenarios para los cuales se logra un ahorro para el proveedor y el sistema

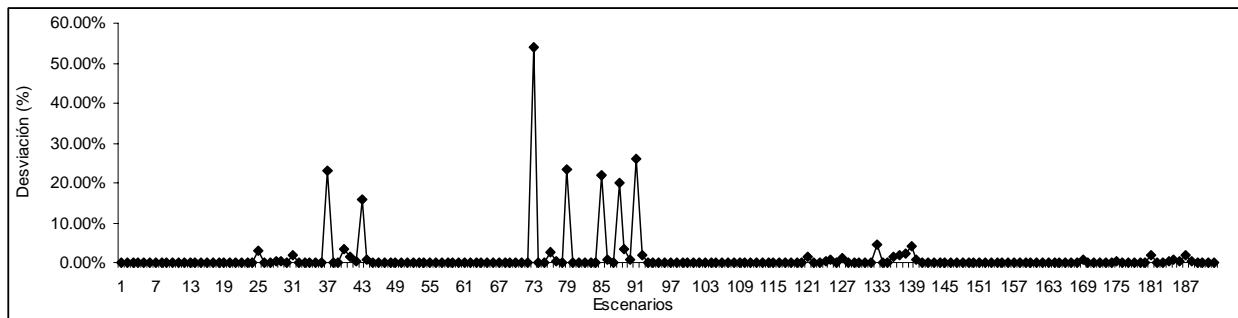


Figura 5. Desviación en porcentaje de los ahorros obtenidos por el método heurístico con respecto al exacto, para el caso del proveedor

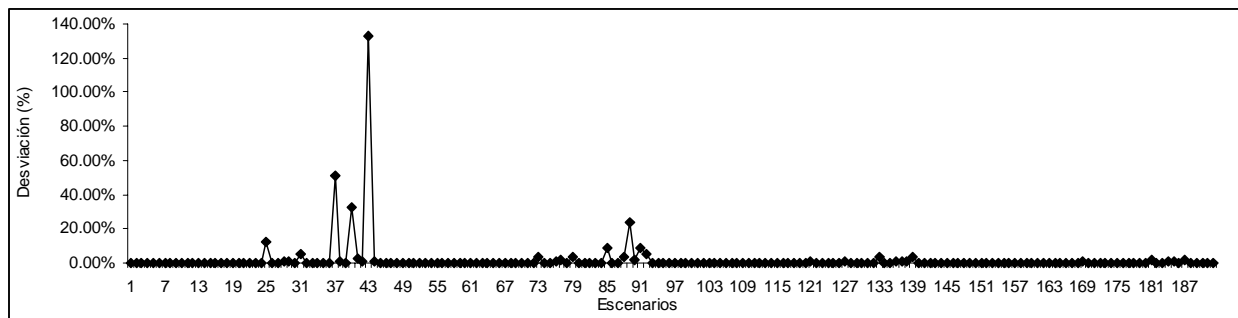


Figura 6. Desviación en porcentaje de los ahorros obtenidos por el método heurístico con respecto al exacto, para el caso del sistema

## 4. Conclusiones

En este trabajo se modela una política de resurtido basada en la coordinación del abasto de un proveedor a sus clientes en épocas comunes. Este trabajo extiende el publicado por Viswanathan y Piplani [1] al considerar la demanda variable en el tiempo. El modelo resultante es uno de programación lineal entera, el cual puede ser resuelto con algún programa comercial como LINDO. Un método heurístico que resuelve el problema es propuesto y proporciona soluciones de muy buena calidad, encontrándose que, del total de escenarios propuestos, se obtiene el óptimo en el 72.92% de los casos, y en los que no se obtiene el óptimo, la desviación media del error entre los ahorros obtenidos por el heurístico y los de la solución óptima, es del 1.20% para el proveedor y de 1.68% para el sistema.

Para conocer la influencia de los diferentes parámetros del modelo en la política ECR, se condujo un detallado trabajo numérico que revela que la política ECR proporciona ahorros para el proveedor, los clientes y por consecuencia para el sistema, en 76 de los 192 escenarios analizados, y que los ahorros para el proveedor y el sistema (clientes y proveedor) son de hasta el 71.55% y 39.51%, respectivamente.

Los experimentos indican también que los ahorros del proveedor y el sistema se mantienen constantes a medida que aumenta el costo por procesar las órdenes, independientemente de la estructura de la demanda y los costos de almacenamiento, aunque se observa que para una cierta demanda y costo de almacenamiento, existe un valor de los costos de procesamiento de las órdenes por debajo del cual los ahorros son negativos, es decir, no conviene ser usada la estrategia ECR.

Se observa que al aumentar los costos de almacenamiento de los clientes, el ahorro del proveedor y del sistema disminuye, y que de los 4 tipos de modelos de demanda analizados, solamente el tipo 4 produce variaciones significativas en los resultados de la coordinación. La demanda tipo 4 sólo produce ahorros positivos al proveedor y al sistema en 4 de los 48 escenarios en los que se evalúa esa demanda, mientras que para los otros 3 tipos de demanda, en la mitad de los casos, se obtuvo ahorro positivo.

## 5. Referencias

- [1] Viswanathan, S. y Piplani, R. Coordinating supply chain inventories through common replenishment epochs. *European Journal of Operational Research* 129: 277-286 (2001).
- [2] Goyal, S.K. Determination of Optimum Packaging Frequency of Items Jointly Replenished. *Management Science* 21(4): 436-443 (1974).
- [3] Lee, H.L., and Rosenblatt, M.J. A generalized quantity discount pricing model to increase suppliers profits. *Management Science* 32: 1177-1185 (1986).
- [4] Lu, Lu. A one-vendor multi-buyer integrated inventory model. *European Journal of Operational Research* 81: 312-323 (1995).
- [5] Chung, C., Hum, S. y Kirca, O. The coordinated replenishment dynamic lot-sizing problem with quantity discounts. *European Journal of Operational Research* 94: 122-133 (1996).
- [6] Speckman, R.E. Strategic supplier selection: Understanding long-term buyer relationships. *Business Horizons* July-August: 75-81 (1988).
- [7] Choi, T. Y., Hartley, J. L. An exploration of supplier selection practices across the supply chain. *Journal of Operations Management* 14: 333-343 (1996).
- [8] Kim, B. Coordinating an innovation in supply chain management. *European Journal of Operational Research* 123: 568-584 (2000).
- [9] Wagner, H., Whitin, T.M. Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. *Management Science* 5 (1): 89-96 (1958).
- [10] LINDO API User's Manual. Lindo Systems, Inc. (2002).
- [11] MATLAB User's Manual. MathWorks, Inc. (1999).
- [12] Silver, E. A., Pyke, D. F., Peterson, R. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 754 pp. (1998).

# ASIGNACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE BASADA EN UN MÉTODO DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS DE SERVICIO AL CLIENTE

Héctor Sotomayor G., Oscar Garza G.

En los últimos años hemos sido partícipes de la importancia que ha tomado el servicio al cliente como parte de la estrategia competitiva de las empresas. Es común observar que cada vez más las empresas buscan asegurar sus metas a través de la optimización de su cadena de suministro, transmitiendo con ello valor al cliente final. En el presente trabajo se diseñó y validó una metodología para la evaluación del servicio de entrega de los productos fabricados por una empresa manufacturera, en donde la empresa depende de líneas de transporte externas para distribuir sus productos. La evaluación del servicio de distribución contribuye a la mejora del servicio al cliente final facilitando la asignación de entregas a líneas de transporte.

Palabras clave: Cadena de Suministro, Logística y Distribución

## 1. Introducción

En el mercado competitivo actual las empresas continuamente tienen dudas sobre la mejor forma de generar lealtad en los clientes, y algunos de los principales cuestionamientos son: ¿Cómo poder asegurar que las prácticas operativas en los procesos de las organizaciones sean las adecuadas para obtener el mayor beneficio como negocio y como prestador de servicios? ¿Cómo poder asegurar la lealtad mediante el servicio ofrecido al cliente? ¿Cómo poder generar un valor tangible a la organización cuando se cuentan con tantos intermediarios externos a la empresa que tienen contacto directo con los clientes? La fuerte presión existente en las organizaciones latinoamericanas por subsistir ha orillado a utilizar procedimientos que en algunos casos no benefician directamente al cliente final, por lo que no hay consistencia en las operaciones o se presenta una ruptura en los eslabones de la cadena de suministro.

De acuerdo con Parasuraman [1], el marco conceptual de la cadena de calidad-valor-lealtad enfocada al servicio utiliza los determinantes fundamentales de la lealtad del cliente, el cual es el valor percibido y que está compuesto de un componente de obtención (get), que son los beneficios que el cliente deriva de la oferta de un vendedor y un componente de dar (give), que son los costos monetarios y no monetarios para el comprador. Se sabe que en el pasado el valor percibido se enfocó sobre la calidad del producto como el componente de la obtención (get) y el precio como el componente de dar (give); sin embargo la calidad del servicio es un motor fundamental del valor percibido. En tal contexto se agregan las dimensiones de calidad, las cuales son confiabilidad, tiempo de respuesta, aseguramiento, empatía y tangibilidad. Parasuraman [2] también menciona que el componente del valor

---

M.A. Héctor Sotomayor, Planeación y Control de Operaciones.  
Dr. Oscar Garza G., Profesor de la Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas,  
ITESM Campus Monterrey, ogarza@itesm.mx



percibido se divide en cuatro valores. Estos son el valor de adquisición, que son los beneficios que el comprador cree que obtuvo, el valor de la transacción, el valor en o del uso, que es la utilidad derivada del uso, y el valor de redención o residual posterior en que terminó la vida esperada del servicio o producto.

A su vez, según Christopher Lovelock [3], en la actualidad la mayoría de los negocios ofrecen a sus clientes paquetes que algunas veces son referenciados como el producto aumentado. El paquete engloba el producto fundamental más un arreglo de otros elementos de servicio. Se menciona también que el incremento de la competencia y la industria madura genera la tendencia de que los servicios fundamentales se conviertan en “commodities”. Consecuentemente la búsqueda de una ventaja competitiva en una industria madura enfatiza el desempeño sobre los elementos suplementarios de servicio que son empaquetados con el “core service”, por lo mismo algunos elementos son necesarios para facilitar el uso, mientras otros son diseñados para extender el atractivo y utilidad del mismo, pero finalmente todos enfocados a generar un distinguo entre un producto y otro.

La empresa “Aceros MX” (nombre ficticio para ocultar su verdadera identidad) atiende a las industrias manufactureras, de la construcción y automotriz. Produce alambrones de alto y bajo carbono y varilla corrugada en diámetros diversos, para usarse como refuerzo de concreto, así como barras y alambrones especiales para automóviles. Aceros MX maneja actualmente el 80%-85% de sus ventas a través de la asignación, el embarque (envío) y la distribución del material, lo que significa que las entregas de estos productos se manejan casi en su totalidad por líneas externas de transporte terrestre.

Antes de la realización del presente trabajo, Aceros MX no manejaba ningún método de evaluación del transporte hacia los atributos de servicio importantes para el cliente, como podrían ser la exactitud en fecha y en cantidad entregada. La retroalimentación que recibía de los clientes eran comúnmente quejas en casos serios de falla en el servicio, lo cual resultaba en acciones correctivas solamente, descuidando el potencial de las acciones preventivas para fortalecer el eslabón de servicio de entrega de productos al cliente. Aunado a esto, la asignación del servicio de transporte estaba en función de la percepción subjetiva del departamento de Logística y Embarques existiendo dudas sobre la parcialidad en dicha asignación, tanto de la misma empresa como de los proveedores del servicio de entrega. En resumen y dado que tampoco existía un compromiso formal entre los transportistas y Aceros MX para ofrecer al cliente un servicio de entrega satisfactorio, no se estaba generando un valor perceptible para el cliente, afectando muy posiblemente la lealtad del cliente.

El departamento de Logística y Embarques de Aceros MX tiene como función principal el satisfacer las necesidades de distribución mediante la programación y entrega de producto a las diferentes zonas de ventas. Son también funciones de este departamento la asignación y control de existencia de las diferentes presentaciones del producto, su correcta y oportuna distribución en el mercado e informar sobre pedidos y embarques. Por tanto, es responsabilidad del departamento el asegurar asignar una línea de transporte y entregar el material ofreciendo un servicio de excelencia.

Basado en algunos de los conceptos propuestos por Michael Porter [4] sobre la cadena de valor, el modelo utilizado por Aceros MX menciona que para estar orientado al cliente se debe utilizar un enfoque de demanda-jala en donde el cliente mueva a toda la cadena a través de la generación de demanda, logrando alcanzar con ello información oportuna para los clientes al mínimo costo. Ahora, para ir generando ese valor a lo largo de la cadena es indispensable la búsqueda de la *optimización de la cadena* (ver Figura 1), para poder entregar con ello además de un buen producto, un servicio de primera tanto al momento de hacer la negociación, como hasta que el transporte entregue el producto final al cliente.

# Administración de la Cadena de Valor

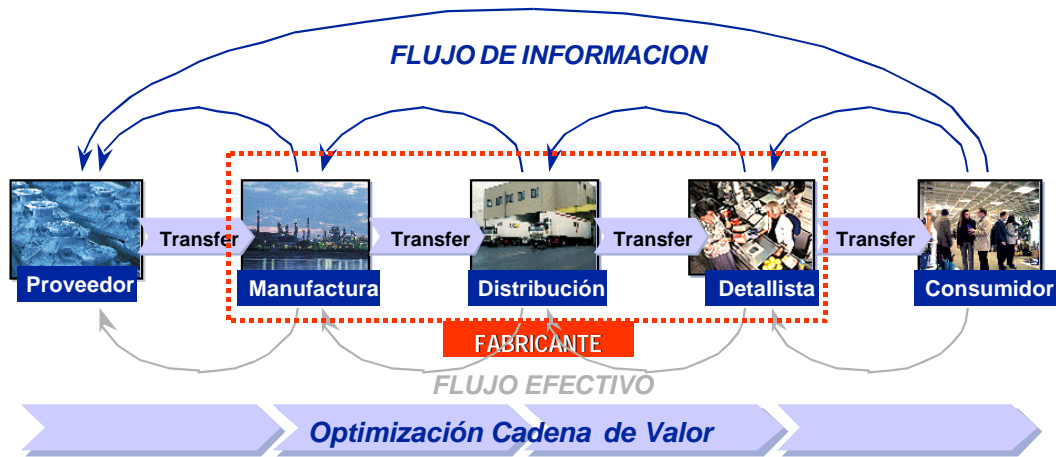


Figura 1. Cadena de Valor

El presente trabajo tiene como objetivo principal el diseñar y validar una metodología para la evaluación del servicio de entrega de pedidos al cliente final en la empresa Aceros MX, y posteriormente, validar dicha metodología para garantizar el éxito en su implementación. El contar con una evaluación de las empresas transportistas hecha por los clientes finales contribuirá al mejoramiento continuo en la entrega de pedidos al favorecer a las empresas transportistas que obtengan las mejores evaluaciones, facilitando a la empresa Aceros MX la asignación de entregas a las empresas transportistas.

Para lograr su objetivo, el presente trabajo contempla el siguiente alcance:

- Definir los atributos de servicio relevantes al cliente final.
- Diseñar una "Boleta de Medición" que incorpore los atributos definidos en (a).
- Definir una ponderación de los atributos incluidos en (b) para obtener una evaluación global que incluya todos los atributos.
- Validar la metodología mediante una prueba piloto.

## 2. Metodología

### 2.1 - Definición de los atributos de servicio relevantes.

El punto de partida es el detectar realmente lo que el cliente espera del servicio de transporte y entrega de sus pedidos. Para lograr esto, se realizó una encuesta a los 10 principales clientes de Aceros MX para determinar las expectativas reales del servicio. Estos clientes representan aproximadamente el 24% de los clientes y el 80% del volumen de ventas. Los resultados se incluyen en la Tabla 1:

Expectativas del Servicio de Transporte	Fecha	Cantidad	Equipo	Operador
Oportunidad	x		x	
Exactitud		x		
Comunicación				x
Confiabilidad	x	x	x	x
Tiempo de Respuesta	x		x	x
Equidad		x		
Cordialidad				x
Atención			x	x
Flexibilidad			x	x

Información Generada mediante 10 encuestas a los principales clientes

**Tabla 1.** Resultados de encuestas a clientes principales

Como puede apreciarse, las expectativas del servicio definidas por los principales clientes y validadas por los agentes comerciales se pueden clasificar en cuatro atributos o dimensiones de calidad que pudiéramos englobar de la siguiente forma:

1. Cumplimiento en Fecha de Entrega (Fecha). Se refiere a que el producto llegue al destino definido por el cliente en la fecha comprometida con el agente de ventas
2. Entrega Completa y Exacta del Producto (Cantidad). Se refiere a que el producto recibido por el cliente corresponda al peso facturado.
3. Equipo Funcional y Adecuado para carga, descarga y maniobras (Equipo). Se refiere a que el equipo de transporte utilizado para realizar todas las maniobras del manejo del producto sea el adecuado a las necesidades del cliente.
4. Operadores confiables, responsables, con disposición y buen trato (Operador). Se refiere a la flexibilidad, disponibilidad y cordialidad de los operadores del transporte en cuanto a la revisión de producto, las maniobras de operación y la solución de problemas al momento de entregar el material en el destino.

### 2.2 - Diseño de la Boleta de Medición.

Una vez definidos los atributos de servicio, se optó por diseñar una boleta para medir el impacto de estos atributos. Dicha boleta debería ser fácil de contestar para el cliente final pues cada pedido a entregarse iría acompañado de una de estas boletas. Además, para facilitar el análisis posterior, se tomó la decisión de utilizar solamente una pregunta con dos campos de respuesta (lo tiene o no lo tiene) para cada uno de los cuatro atributos. Esto obligó a redactar cada una de las preguntas en forma bastante exacta para evitar confusión a la hora de evaluar.

La boleta de medición de atributos debería contener información suficiente para rastrear cualquier anomalía que pudiera presentarse con determinada entrega, es decir, la fecha, la línea de transporte, el nombre del operador, el destino y el tipo de plataforma. Además la boleta debería incluir un espacio para permitir al cliente indicar observaciones y/o sugerencias, para no limitarlo solamente a contestar las cuatro preguntas básicas sobre los atributos ya identificados.

El diseño final de la boleta de medición de atributos se presenta en la Figura 2:

<b>Aceros MX</b>		
<b>Embarques y Distribución</b>		
<b>Cliente</b>	<b>Número Remisión</b>	
<b>Destino</b>	<b>Número Guía</b>	
<b>Línea Transporte</b>		
<b>Nombre del Operador</b>	<b>Número Carro</b>	<b>Plataforma</b>
<b>Fecha de Salida</b>	<b>Fecha de Llegada</b>	<b>Hora</b>
<p>Estimado cliente: El siguiente cuestionario tiene como objetivo el que nos permita retroalimentar a nuestras líneas de transporte para poderle asegurar con ello un mejor servicio, por lo que le agradecemos nos haga el favor de llenarlo al recibir su remisión.</p>		
<b>ATRIBUTOS DE SERVICIO</b>		
<p>Marque cada atributo con una "X" a aquel que mayor refleje el servicio otorgado por la línea de transporte</p>		
<b>1. CUMPLIMIENTO EN FECHA DE ENTREGA (Tiempo de Tránsito)</b>		
Se refiere a que el producto (alambón, varilla, barra y/o billet) llegue al destino definido por el cliente en fecha comprometida.		
<input type="checkbox"/>	1.a. El producto llegó en la fecha acordada	
<input type="checkbox"/>	1.b. El producto llegó después de la fecha acordada	
<b>2. ENTREGA COMPLETA / EXACTA DEL PRODUCTO:</b>		
Se refiere a que el producto recibido por el cliente corresponda al peso facturado.		
<input type="checkbox"/>	2.a. El peso del embarque coincide con lo facturado o tiene una diferencia mínima permitida	
<input type="checkbox"/>	2.b. El peso del embarque no coincide con lo facturado y tiene una diferencia mayor a la permitida	
<b>3. EQUIPO FUNCIONAL / ADECUADO PARA CARGA Y DESCARGA:</b>		
Se refiere a que el equipo de transporte utilizado para realizar todas las maniobras del manejo del producto sea el adecuado.		
<input type="checkbox"/>	3.a. El equipo de transporte cumple satisfactoriamente con todas las necesidades de descarga	
<input type="checkbox"/>	3.b. El equipo de transporte no cumple ni es apropiado para las necesidades de descarga	
<b>4. OPERADORES CONFIABLES, CON DISPOSICIÓN Y BUEN TRATO:</b>		
Se refiere a la flexibilidad, disponibilidad y cordialidad de los operadores del transporte en cuanto a la revisión de producto, las maniobras de operación y la solución de problemas al momento de entregar el material.		
<input type="checkbox"/>	4.a. El operador es activo y coopera facilitando las necesidades del manejo del material	
<input type="checkbox"/>	4.b. El operador no cumple con las necesidades del cliente y mantiene poca o nula disposición en el manejo del material	
<b>OBSERVACIONES</b>		
_____		
_____		
<b>SUGERENCIAS</b>		
_____		
_____		
_____		
<b>NOMBRE Y FIRMA DEL RECEPCIONISTA</b>		<b>SELLO CLIENTE</b>

- Información Proporcionada por el fabricante
- Información Proporcionada por la línea de transporte
- Información Proporcionada por el cliente

**Figura 2.** Boleta de medición de atributos

### 2.3 - Ponderación de los atributos de servicio

Para poder asignar una calificación global que incluya los cuatro atributos relevantes para el cliente, es necesario definir una ponderación para cada uno de dichos atributos. Para ello se decidió consultar a los principales clientes, así como también a los gerentes comerciales de cada una de las zonas de venta, y se les pidió ponderar en escala 1-100 la importancia relativa de cada uno de los atributos. Los resultados obtenidos se presentan en tres partes en la Tabla 2. En la primera parte se presentan las ponderaciones asignadas por 4 clientes de la Zona Pacífico (identificados como PAC1, PAC2, PAC3 y PAC4), 3 de la Zona México (MX1, MX2 y MX3), uno de la Zona Sur (SUR2) y uno de Exportación (EXP). En la segunda parte se incluyen las ponderaciones definidas por cada uno de los gerentes comerciales de las cuatro zonas. Por último, en la tercera parte se incluye una ponderación global considerando a los clientes con una importancia del 75% y a los gerentes comerciales con una importancia del 25%.

<b>Clientes Zona de Ventas</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Operador</b>	<b>TOTAL</b>
MX3	40%	40%	10%	10%	<b>100%</b>
PAC1	40%	30%	25%	5%	<b>100%</b>
PAC4	45%	35%	15%	5%	<b>100%</b>
PAC3	30%	35%	25%	10%	<b>100%</b>
MX1	30%	45%	10%	15%	<b>100%</b>
MX2	45%	40%	10%	5%	<b>100%</b>
PAC2	45%	40%	5%	10%	<b>100%</b>
SUR2	35%	35%	15%	15%	<b>100%</b>
EXP	35%	50%	10%	5%	<b>100%</b>
	<b>38%</b>	<b>39%</b>	<b>14%</b>	<b>9%</b>	<b>100%</b>
<b>Gerentes Comerciales Ponderación de Atributos en el Transporte</b>					
<b>Zona de Ventas</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Operador</b>	<b>TOTAL</b>
Pacífico	40%	40%	10%	10%	<b>100%</b>
México	45%	40%	5%	10%	<b>100%</b>
Sur	50%	30%	5%	15%	<b>100%</b>
Exportación	40%	40%	0%	20%	<b>100%</b>
	<b>44%</b>	<b>38%</b>	<b>5%</b>	<b>14%</b>	<b>100%</b>
<b>Ponderación de Atributos en el Transporte</b>					
	<b>Fecha</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Operador</b>	<b>TOTAL</b>
<b>75% Clientes / 25% Gerentes</b>	<b>40%</b>	<b>39%</b>	<b>12%</b>	<b>10%</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.** Resultados de la consulta sobre ponderación de atributos de servicio.

En resumen, la ponderación para cada atributo puede definirse como sigue:

1. Cumplimiento en fecha de entrega: (40%)
2. Entrega completa / exacta del producto: (40%)
3. Equipo funcional / adecuado para carga y descarga: (10%)
4. Operadores confiables, con disposición y buen trato: (10%)

Por lo tanto, La fórmula propuesta para calificar a cada una de las líneas de transporte es:

$$\frac{(\sum 1.a * 40\% + \sum 2.a * 40\% + \sum 3.a * 10\% + \sum 4.a * 10\%)}{\sum \text{Encuestas Llenadas en los Cuatro Atributos}}$$

donde:

1.a, 2.a, 3.a. y 4.a son el número de respuestas favorables para cada atributo

Aunque la fórmula esta definida para evaluar por línea de transporte, también se pudiera pensar en una evaluación por cliente, pues los criterios de evaluación pueden variar entre clientes.

## 2.4 - Prueba piloto

Una vez teniendo los atributos definidos y ponderados, se invitó a ocho de los clientes principales a participar en una prueba piloto para validar la metodología. Además se dialogó con las líneas de transporte que usualmente manejan el material para esos clientes para aclararles que se trataba de una prueba y que los resultados obtenidos no perjudicarían por el momento la asignación. Una vez contando con ambas aprobaciones, se inició la prueba piloto que tendría una duración de cuatro semanas. Para seleccionar a los clientes se utilizó el principio de Pareto (20% de los clientes con el 80% del volumen de ventas). Para el transporte se conservaron las mismas líneas que operan a los clientes principales.

## 3. Resultados y discusión

Se entregaron un total de 103 encuestas a un total de 8 clientes diferentes (MX1, MX2, PAC1, PAC2, PAC3, SUR1, SUR2 y EXP) manejados por 7 líneas de transporte diferentes (TAG, SAL, RHS, PSY, PRI, CON, CAD). La prueba piloto transcurrió sin incidentes mayores y con muy buena respuesta tanto de los clientes como de las líneas de transporte, por lo que representa una metodología viable para ser usada continuamente en ACEROS MX. Los resultados se presentan en dos partes en la Tabla 3, la primera con evaluaciones agregadas por línea de transporte y la segunda con evaluaciones agregadas por cliente:

				ATRIBUTOS					
FOLIO	CVE CTE	FECHA	REMISIÓN	1	2	3	4	CALIF	CVE TNSP
				79	95	100	89	88.42	TAG
				59	88	100	88	77.64	SAL
				100	100	100	90	99.05	RHS
				73	93	100	73	84.00	PSY
				50	92	92	92	75.00	PRI
				93	100	100	73	94.67	CON
				100	100	50	25	87.50	CAD
				<b>79</b>	<b>95</b>	<b>92</b>	<b>76</b>		

				ATRIBUTOS					
FOLIO	CVE CTE	FECHA	REMISIÓN	1	2	3	4	CALIF	CVE TNSP
	PAC2			50	86	100	86	72.86	
	EXP			100	100	100	90	99.05	
	PAC1			100	100	71	43	91.43	
	SUR1			68	100	100	84	85.60	
	SUR2			100	100	100	67	96.67	
	MX2			73	80	93	73	78.00	
	MX1			75	100	100	100	90.00	
	PAC3			82	100	100	100	92.72	
				<b>85</b>	<b>97</b>	<b>95</b>	<b>80</b>		

**Tabla 3.** Resultados de la prueba piloto.

Cabe aclarar que algunos clientes pueden ser servidos solo por una línea de transporte, como es el caso de la línea RHS que maneja al cliente EXP y que es la mejor evaluada del grupo. La mejor línea

de transporte después de RHS es CON, la cual maneja en su mayoría al cliente SUR2, el cual fue uno de los que mejor evaluó el servicio en tres de los atributos.

El atributo 2 (entrega completa y exacta del producto) resultó bastante bien evaluado en la mayoría de los casos, aunque siendo un atributo con mucha ponderación y dada la importancia del mismo, los casos especiales que no califiquen satisfactoriamente deben de manejarse individualmente, para poder con ello darle una solución y/o aclaración al cliente final, evitando así que el cliente perciba una mala imagen del fabricante (ACEROS MX).

Para ambos casos, el atributo 4 (operadores confiables con disposición y buen trato) está muy bajo, lo cual indica que se tiene que hablar con todas las líneas de transporte para que hagan conciencia sobre sus operadores para que el servicio sea de primera. De no hacerlo, la línea automáticamente estará perdiendo participación al momento de asignar el transporte.

En el atributo 3 (equipo funcional para carga y descarga) el sesgo está reflejado en su mayoría por un cliente (PAC1) y una línea de transporte (CAD). Un acercamiento tanto con el cliente como con la línea de transporte reveló que el equipo de utilizado para la descarga utilizado por dicha línea era deficiente para las condiciones requeridas por ese cliente.

#### **4. Conclusiones**

La metodología desarrollada en este trabajo, que incluye el uso de una boleta de medición y el cálculo posterior de una evaluación de las líneas de transporte, ha sido de gran ayuda a la empresa Aceros MX para mejorar el servicio al cliente final facilitando la asignación de entregas. Dicha metodología permite medir adecuadamente a las líneas de transporte en base a los atributos que son importantes para el cliente y se sigue utilizando en la empresa, ya como un procedimiento común de operación.

En caso de que exista una evaluación desfavorable para alguna línea de transporte, se debe actuar inmediatamente tanto dialogando con la línea de transporte como visitando a los clientes insatisfechos con el servicio, analizando cada una de las boletas para determinar la causa del problema, ya sea el equipo, el operador, la fecha o la cantidad. Es importante señalar que la empresa Aceros MX no pretende solamente buscar culpables y castigar líneas de transporte. Aceros MX cuida mucho a sus proveedores porque desarrollarlos a sus necesidades es un proceso complejo y costoso, por lo que lo menos que se busca es deshacerse de sus proveedores actuales de transporte. La verdadera búsqueda es la de mantener una relación ganar-ganar-ganar que beneficie a los involucrados en la cadena de suministro: Aceros MX, las líneas de transporte y los cliente finales.

Actualmente se estudia la forma de complementar la evaluación de atributos relevantes para el cliente con otros indicadores que evalúen directamente al fabricante, pues las áreas de oportunidad para la mejora no recaen exclusivamente en las líneas proveedoras del transporte.

#### **5. Referencias**

- [1] Parasuraman A. y Grewal Dhruv. The impact of technology on quality-value-loyalty chain: A research agenda.

- [2] Parasuraman, A., Grewal, Dhruv. 2000. "Serving Customers and Consumers Effectively in the Twenty-First Century: A Conceptual Framework and Overview. *Journal of the Academy of Marketing Science*. Volume 28, No.1, pages 9-16.
- [3] Lovelock, Chistopher H. Competing on service: Technology and teamwork in supplementary services. *Planning Review*. July / August 1995.
- [4] Porter, Michael E. (1985) *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.



# LA INTEGRACIÓN DE EDI EN EMPRESAS MEXICANAS Y SU IMPACTO EN EL DESEMPEÑO EN LOGÍSTICA

Arroyo López, P.E. y Franco Herrera, F.\*  
ITESM Campus Toluca

El intercambio electrónico de datos (EDI) es una tecnología que facilita el intercambio de información entre las organizaciones que conforman una cadena de abasto. El uso de EDI en la cadena de abastecimiento se asocia con la eficiencia en el procesamiento de órdenes, reducción en errores de captura, papel y costos de transacciones. Sin embargo beneficios indirectos y a un nivel superior como mejoras en las operaciones de la cadena de abasto y las relaciones interorganizacionales demandan de una integración de la tecnología a los sistemas internos y los procesos de la empresa que lo usa. Este trabajo investiga el impacto que el grado de adopción o integración de EDI tiene sobre el desempeño en las operaciones logísticas, considerando a la integración como un concepto multidimensional que afecta las percepciones de valor o beneficios derivados de su uso. A partir de datos de encuestas a empresas mexicanas, se construyen modelos de regresión lineal que describen cómo diferentes dimensiones de integración de EDI impactan la confiabilidad del servicio logístico, la tasa de rotación del inventario, facilitan la planeación y control de las actividades en la cadena de abasto y a un más largo plazo consolidan la relación entre socios de negocios e influyen sobre la percepción de una relación positiva costo/beneficio para el uso de EDI.

Palabras clave: EDI, Desempeño en Logística, Integración de la Tecnología, Análisis Factorial, Análisis de Regresión

## 1. Introducción

La logística contribuye a la ventaja competitiva de una organización al manejar la red de espacio-tiempo que vincula a la empresa con sus socios de negocios. Los requerimientos de los clientes se comunican a la empresa a través de información sobre demandas y órdenes, siendo esta información traducida hacia planes de producción y compra específicos que implican el flujo de más información hacia proveedores y hacia otras áreas funcionales dentro de la empresa. El uso de tecnologías de información facilita la planeación y el control del sistema logístico (cadena de abasto), permitiendo incrementar la calidad y cantidad de la información que se intercambia, además de fortalecer las relaciones entre socios comerciales. Entre las tecnologías que contribuyen a la coordinación entre empresa y proveedores, en particular para las actividades de transmisión de órdenes de compra y facturación está el Intercambio Electrónico de Datos (EDI). EDI se define como el intercambio electrónico de documentos de negocios en un formato estandarizado entre socios comerciales o entre unidades de negocios, directamente de computadora a computadora (Ferguson, et al. [1]).

---

\* Ing. Froylan Franco Herrera, Profesor Auxiliar del Departamento de Organización y Ciencias Sociales del ITESM Campus Toluca, este trabajo está basado en su proyecto de tesis para la Maestría en Ciencias en Sistemas de Calidad y Productividad del ITESM Campus Toluca. froylanfranco@hotmail.com  
Dra. Pilar Arroyo López, Profesor Asociado del Departamento de Organización y Ciencias Sociales del ITESM Campus Toluca. pilar.arroyo@itesm.mx

Los antecedentes de EDI se deben a la necesidad de intercambiar información rápidamente entre empresas que comercializaban entre sí, sin embargo al principio hubo problemas en su uso debido a la falta de estandarización de formatos de intercambio y a la poca inversión en tecnología. Aún cuando EDI surgió en los 60's, fue hasta 1979 que con la intervención del American National Standard Institute (ANSI) se crearon normas (por ejemplo ANSI X12), que contribuyeron al crecimiento de EDI como herramienta para ayudar a las empresas a comercializar entre sí (Walton, et al. [2]). Por otra parte, la oferta de proveedores de redes de valor agregado (VAN's) permitió reducir el problema tecnológico. Como EDI reemplaza las comunicaciones escritas y verbales por comunicación directa de computadora a computadora, los beneficios inmediatos de su uso se relacionan con el ahorro de papel, de tiempo y los errores de captura y re-captura (Smith, et al. [3]). Beneficios mayores derivados del uso de EDI en las actividades de logística han sido tema de investigación en varios trabajos; y se han relacionado además con la etapa de implementación de EDI en que se encuentre la empresa (Lummus [4]). En estos trabajos se ha reconocido que el avance progresivo en la integración de EDI con los sistemas de información y recursos organizacionales resulta en beneficios no sólo transaccionales sino también operativos y estratégicos. Arunachalam [5] por ejemplo encontró que a mayor experiencia (tiempo de uso) y mayor proporción de clientes conectados vía EDI, corresponde una mejora en el servicio al cliente. Walton y Marucheck [6] reportan mejoras en las órdenes entregadas (tiempo, calidad y composición) a mayor número de proveedores enlazados vía EDI y mayor cantidad de información compartida respecto a planes de producción e inventario. La percepción de los administradores es que los usuarios de EDI no sólo pueden lograr mejoras en la entrega de órdenes, sino también lograr menores tiempos de resurtido y reducir los casos de faltantes [7], esto bajo la premisa de que los usuarios harán algo más que automatizar los procesos existentes, estando dispuestos a re-estructurar sus sistemas y procesos internos para aprovechar los enlaces electrónicos inter-firma [8], [9]. Chatfield y Yetton [10] a través de un estudio multi-caso reportan evidencia empírica que indica que para lograr tiempos de respuesta más rápidos en toda la cadena de abasto (y competir en tiempo) es necesario que EDI esté "embebido" en la organización. Esto implica que las organizaciones enlazadas vía EDI están involucradas en una relación de cooperación, donde los participantes comparten bases de datos internas que les permiten apoyar la solución conjunta de problemas. Sin embargo, hay estudios donde la calidad de la relación entre empresas se ha considerado no un mediador de los beneficios resultantes de EDI sino como un resultado a largo plazo del uso más intenso de esta tecnología [11]. De la literatura revisada, se establece que el éxito de un sistema EDI, medido como el valor percibido al utilizarlo, es dependiente del nivel de adopción que hayan alcanzado los usuarios.

En México, el uso de EDI fue promovido por empresas multinacionales a principios de los 90's, siendo el sector automotriz el principal usuario. En 1997, el comité EDI México y la Asociación Mexicana de Estándares para el Comercio Electrónico (AMECE) iniciaron una campaña de impulso al uso de EDI, logrando su difusión hacia los sectores financiero, comercio, seguros, salud, transporte y gobierno. De acuerdo a la exploración realizada por Erosa [12] sobre empresas que asistieron al Primer Congreso EDI-México, al menos la mitad de las empresas mexicanas usuarias reportaron percibir beneficios del uso de EDI en el sentido de incremento en la eficiencia (reducción de tiempos y costos de operaciones, y aumento en la productividad), mejora en procesos y en las relaciones entre socios comerciales. Sin embargo estos beneficios fueron enunciados de forma general y no particularizados a actividades específicas de la empresa, además de que no se relacionaron con la etapa de instrumentación o adopción de EDI. Dada esta situación, y considerando que el uso de EDI facilita los flujos de información entre los integrantes de la cadena de abasto, este trabajo tuvo como objetivo principal evaluar el impacto que la integración de EDI tiene en los procesos específicos del área de logística. En particular, las siguientes dos hipótesis de investigación fueron planteadas para este proyecto:

H1: Un mayor grado de avance en la integración de EDI influye positivamente sobre el desempeño en logística

H2: Los diferentes aspectos (dimensiones) de integración de EDI afectan a diferentes componentes del desempeño en logística

## 2. Metodología

La primera etapa de la metodología fue la propuesta de definiciones operacionales apropiadas para los dos conceptos (constructos) de interés a este estudio: integración de EDI y desempeño en logística. El concepto de integración o adopción de EDI ha sido considerado un concepto multidimensional por autores como Masseti y Zmud [13] y Williams et al. [14] en un esfuerzo por conceptualizar y entender como el uso y el desarrollo de aplicaciones de EDI resulta en beneficios a diferente nivel (transaccional a estratégico). Williams et al. proponen tres dimensiones para la adopción de EDI: rango, amplitud e intensidad, las cuales son compatibles con tres de las cuatro dimensiones que proponen Masseti y Zmud (M&Z): diversidad, alcance y volumen. Estando estas dimensiones trabajadas a un nivel más conceptual en el trabajo de M&Z y mejor expresadas con indicadores manifiestos por Williams et al. En consecuencia, ambos trabajos fueron considerados como base para definir las dimensiones de integración de EDI que se emplearon en este trabajo, además de haberse considerado también la cuarta dimensión de integración elaborada por M&Z, la cual fue denominada como "profundidad". Aparte de estas dimensiones de integración de EDI, se incluyó también información sobre el tiempo de uso del sistema, en acuerdo con otros estudios [5] que han considerado esta variable como evidencia de avance en la adopción. La descripción y forma de cuantificar estos componentes de integración de EDI se da a continuación, correspondiendo las denominaciones a las empleadas por M&Z:

Diversidad: Es la apertura de la organización hacia establecer relaciones comerciales con sus socios empleando EDI. Se midió como el porcentaje de socios comerciales (clientes y proveedores por separado) enlazados actualmente a través de EDI

Volumen: Se refiere al volumen de uso de EDI en cada una de las transacciones de negocios que realiza la empresa. Se midió como el porcentaje total de transacciones (documentos intercambiados) realizadas vía EDI con respecto al total de transacciones de la empresa con sus socios

Amplitud: Se define como el grado en el cual EDI se emplea para propósitos o actividades múltiples. Se midió como el número total de diferentes tipos de documentos (independientemente del estándar empleado) intercambiados vía EDI

Profundidad: Se refiere al grado de consolidación electrónica que se ha establecido entre socios comerciales, en términos de la apertura hacia los intercambios de información. Para medir esta dimensión se elaboraron nueve reactivos sobre una escala tipo Likert de siete categorías, los cuales investigan la naturaleza de los intercambios que realiza la empresa usando EDI (órdenes, pagos, facturación, consulta, rastreo). Estas reactivos están encaminados a definir hasta donde la información recibida vía EDI se incorpora automáticamente a bases de datos internas que se emplean para completar los procesos de negocios de las organizaciones que se enlazan.

El concepto de desempeño en logística también se considera multidimensional (Mentzer, et al. [15], y Bowersox y Cross [16]) siendo relevante considerar medidas enfocadas a resultados y desde un punto de vista de servicio al cliente, y también medidas sobre costos de operaciones y generación de capital. Dado que la información sobre costos y tasas de retorno es considerada confidencial y requiere de esfuerzo adicional para ser determinada, se optó en este estudio por incluir reactivos que permitan evaluar el valor percibido para EDI, en términos de su contribución a una mejor administración de la cadena de abasto (planeación y control de la producción, costos de procesamiento de información y rotación promedio del inventario) y al fortalecimiento de las relaciones entre socios comerciales. En total se elaboraron once reactivos, cuatro de ellos cuestionando sobre la oportunidad y calidad de los órdenes entregados (perspectiva servicio al cliente), y uno más para definir el nivel de rotación del inventario. Los otros seis se formularon para determinar el valor percibido del uso de EDI en el contexto de las operaciones de logística y fueron elaborados empleando también la escala tipo Likert de siete categorías (1 = total acuerdo a 7 = total desacuerdo).

En total, el cuestionario elaborado incluyó 31 reactivos, ya que seis más fueron incorporados para definir el perfil de la empresa usuaria (sector, tamaño, origen del capital) y sus razones de adopción del sistema. El cuestionario fue remitido a un panel de cuatro profesores, para

una evaluación de su validez de contenido y facial. Las correcciones y sugerencias hechas por el panel fueron incorporadas al cuestionario, al cual también se integró una carta de presentación y solicitud de participación.

Un total de 2,240 empresas registradas en la base de datos del sistema 800 de Telmex o que cuentan con página web fueron contactadas telefónicamente y se les preguntó si utilizaban actualmente EDI con el propósito de definir la población elegible para el estudio. 672 empresas indicaron que si empleaban EDI, por lo que se les invitó a participar en el estudio, procediendo a enviar el cuestionario elaborado ya sea por fax ó e-mail únicamente a este grupo. Después de dos meses de espera y dos llamadas de seguimiento para aquellas empresas que no respondieron a la encuesta después de un mes, se obtuvieron 82 cuestionarios, lo que corresponde a una tasa de respuesta del 11.8 % la cual se juzgó aceptable para encuestas de empresas en México. Las empresas participantes resultaron ser principalmente de tamaño mediano a grande (86% del total) dentro del sector manufactura (42%) y con más de 200 proveedores y clientes. Las gráficas en las Figuras 1, 2 y 3 describen la composición de la muestra de empresas que respondió a la encuesta.

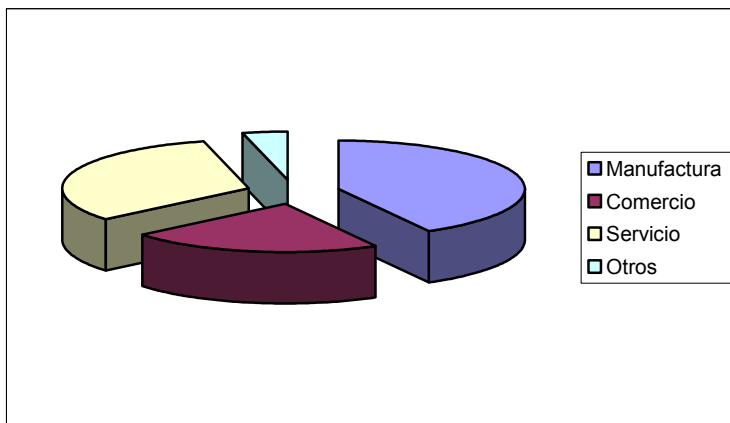


Figura 1. Distribución de empresas encuestadas según su actividad económica

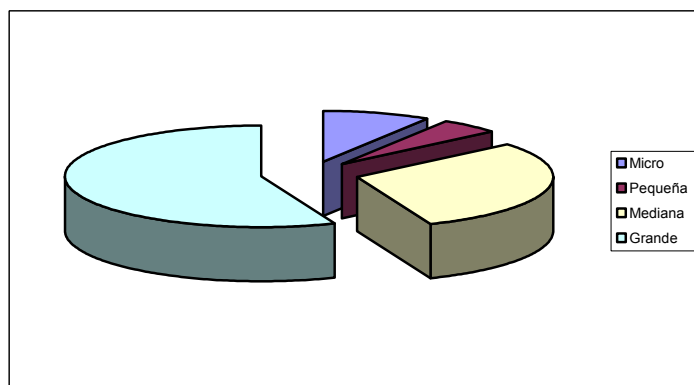


Figura 2. Distribución de empresas encuestadas según su tamaño (número de empleados)

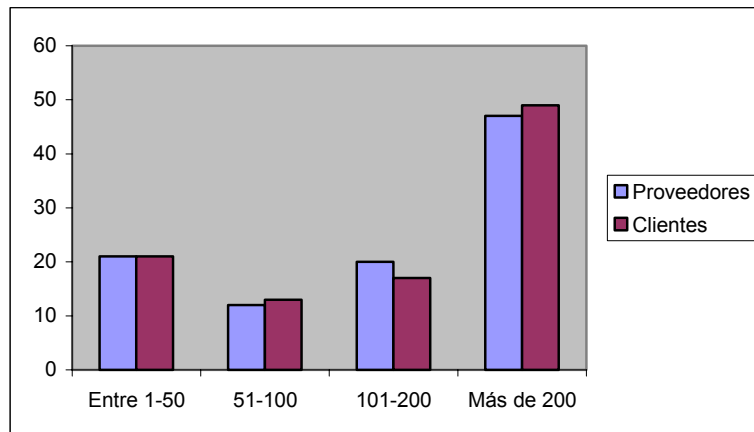


Figura 3. Número de proveedores y clientes en cartera para las empresas encuestadas

La mayoría de estas empresas (32%) indicó haber adoptado EDI para aumentar su competitividad en el mercado, siendo otras importantes razones para la adopción, el lograr una mejora en sus procesos (29 %) y atender a la solicitud de sus clientes (26%). Este perfil está en cercana correspondencia al de las empresas mexicanas identificadas como usuarios de EDI según el estudio de Erosa [12], lo que indica que se logró captar a la población de interés en esta encuesta.

### 3. Resultados

La primera etapa en el análisis de datos consistió en la aplicación del Análisis Factorial [17] con el propósito de crear variables agregadas (variables) que describan apropiadamente a las respuestas originales obtenidas para los nueve reactivos diseñados para cuantificar el componente “profundidad” en la adopción de EDI y también para los 7 reactivos que determinan el valor percibido de EDI en las operaciones de logística. Además de que estos componentes incluyen un gran número de respuestas individuales altamente interrelacionadas y por tanto susceptibles de agregación, no se tenía al momento de su planteamiento una definición operacional tan precisa como la disponible para otros componentes.

El contenido de la multiescala de nueve reactivos construida para medir la “profundidad” en la adopción de EDI se muestra en la tabla 1, reportándose también los promedios y desviaciones estándar correspondientes a cada reactivo. Para aquellas actividades que implican la integración automática de la información recibida vía EDI con los sistemas internos de la empresa, el nivel promedio de acuerdo es cercano a 4 puntos, lo cual de acuerdo a la escala corresponde a una situación de indecisión con respecto a si la empresa tiene ese nivel de integración para EDI. En contraste, para actividades que refieren sólo a consulta de información los promedios son cercanos a 3 puntos, es decir que hay un cierto acuerdo en las empresas en que este tipo de servicio, el cual no demanda el crear vínculos automáticos con los sistemas internos, está siendo ofrecido por la empresa. También es apreciable que los promedios son más favorables (menores) cuando es la empresa la que tiene implementada la aplicación para sus clientes, en tanto que cuando ésta corresponde a los proveedores, el nivel de acuerdo decrece, por ejemplo para la colocación de pedidos por parte de los clientes de la empresa el promedio es de 2.866 en tanto que cuando es la empresa la que envía a través de EDI sus pedidos a los proveedores, el nivel de acuerdo decrece, correspondiendo a un promedio de 3.683. Esta situación sugiere que las empresas encuestadas iniciaron la implementación de EDI, en tanto sus proveedores pueden estar en una etapa inferior de

implementación debido a que iniciaron el uso de EDI respondiendo a la solicitud de la empresa cliente. En general, los promedios calculados indican un bajo nivel de “profundidad” en la adopción de EDI, ya que el menor valor de la escala es de 1 punto el cual corresponde a un total acuerdo en que se ha desarrollado la aplicación o servicio que describe cada reactivo.

Tabla 1. Contenido y estadísticas descriptivas de la multiescala empleada para medir profundidad

Descripción del reactivo	Promedio	Desviación estándar
Los clientes de esta empresa pueden colocar pedidos en línea	2.866	2.083
Esta empresa puede colocar pedidos en línea a sus proveedores	3.683	2.084
Esta empresa cuenta con recepción de pagos electrónica (vía EDI)	3.646	2.385
Esta empresa realiza sus pagos a proveedores vía EDI	4.159	2.333
En esta empresa los clientes reciben sus facturas vía EDI	4.024	2.272
Los proveedores de esta empresa remiten la facturación vía EDI	4.207	2.254
Los clientes de esta empresa pueden consultar electrónicamente el estatus de sus pedidos	2.866	1.917
Los proveedores de la empresa han implementado la consulta electrónica de los pedidos que reciben	3.085	2.184
En esta empresa la información de los pedidos colocados vía EDI por los clientes es procesada automáticamente para actualizar pronósticos y planes de producción	3.780	2.143

En una primera etapa del análisis de datos, se factorizó la matriz de correlación para los nueve reactivos de la multiescala de “profundidad”, empleándose múltiples criterios (scree plot, valor característico y porcentaje de varianza explicada) para definir el número de dimensiones subyacentes (factores) que permitan sustituir adecuadamente los reactivos originales. La solución en tres factores, extraídos con el método de componentes principales resultó satisfactoria, y contribuye a explicar el 63.8% de la varianza original. Después de aplicar rotación varimax, se procedió a analizar el contenido de los reactivos con cargas significantes en cada factor, concluyéndose que la consolidación electrónica entre organizaciones conectadas vía EDI (profundidad) está formada de las siguientes facetas:

Vinculación de actividades en cadena de abasto (interfase logística-producción): la información sobre pedidos colocados y sus modificaciones es empleada por los proveedores para actualizar automáticamente sus pronósticos de demanda y planes de producción

Facturación electrónica: los pagos y facturas para proveedores son generados, enviados y procesados automáticamente

Procesamiento de órdenes de clientes: se refiere a que los clientes pueden hacer modificaciones automáticas a sus pedidos y recibir sus facturas vía electrónica, pero ambos servicios requieren del procesamiento manual de las modificaciones

Cabe indicar que Masseti y Zmud [13] consideraron en su estudio tres niveles de profundidad en la adopción de EDI, los cuales tienen correspondencia con los intercambios específicos al contexto de logística que constituyen las facetas de “profundidad” derivadas en este trabajo. Por ejemplo la “facturación electrónica” se puede asociar a un tipo de intercambio aplicación-aplicación, en donde los documentos recibidos vía EDI son directamente procesados para la elaboración de facturas y órdenes de pago que se re-envían electrónicamente al proveedor, en tanto que en el “procesamiento de órdenes de clientes”, las modificaciones de pedidos enviadas electrónicamente no permiten la actualización automática sino que se procesan manualmente. Después de este análisis, el total de variables relacionadas a la “integración de EDI” es de siete: dos para definir diversidad (% clientes y % proveedores enlazados vía EDI), una para volumen (% de transacciones electrónicas), una para amplitud (número de diferentes documentos

intercambiados) y tres para profundidad (correspondientes a las tres facetas o variables agregadas (variates) derivadas del análisis factorial.

En la Tabla 2 se muestra el contenido de los reactivos que integran la multiescala elaborada para evaluar el valor derivado del uso de EDI en logística, los promedios indican que las empresas que usan EDI están de acuerdo (1 = total acuerdo a 3 = parcial acuerdo) en que han derivado beneficios de su uso y que los beneficios derivados de su uso han excedido los costos de su implementación, ya que la declaración para esta relación se formuló negativamente y el promedio correspondiente indica desacuerdo con ella.

Tabla 2. Contenido y estadísticas descriptivas de la multiescala empleada para medir el valor de EDI en las actividades de logística

Descripción del reactivo	Promedio	Desviación estándar
El uso de EDI ha contribuido a fortalecer las relaciones entre los socios comerciales de la empresa	2.476	1.751
Los costos de la implementación de EDI son superiores a los beneficios derivados de su adopción	4.183	2.109
Los costos asociados al procesamiento de órdenes (papel, captura, errores, etc.) han decrecido con el uso de EDI	2.634	1.689
El uso de EDI facilita la planeación y control de operaciones de producción en la empresa	2.451	1.694
El uso de EDI ha contribuido a mejorar la administración de la cadena de abasto directa (proveedores y clientes) de la empresa	2.512	1.650

El análisis factorial aplicado a esta multiescala de evaluación del valor de EDI en logística resultó en la identificación de dos factores o dimensiones. El mismo método de extracción de factores, rotación y criterios para elegir número de factores que para la escala anterior fueron empleados. Los factores fueron nombrados como sigue:

Beneficios operativos en logística: para este factor puntajes altos indican un alto valor percibido para el uso de EDI asociado a reducción en costos de procesamiento de transacciones, mejor planeación de actividades y en general mejoras en la administración de la cadena de abasto

Beneficios estratégicos: este factor o dimensión considera el valor del uso de EDI en el fortalecimiento de las relaciones con socios comerciales y la percepción de una razón costo/beneficio favorable al uso del sistema, lo que implica la percepción de una ganancia a largo plazo que compensa la inversión

Además de estas dos variables agregadas, los cuatro reactivos que cuantifican la “confiabilidad” del sistema logístico fueron también combinados (promedio aritmético) en un único índice. Cuatro indicadores fueron el resultado de esta etapa, los cuales describen diferentes aspectos o dimensiones del “desempeño en logística”, tres de ellos son agregados de los reactivos originales (beneficios operativos, beneficios estratégicos y confiabilidad) y el último corresponde a la rotación del inventario, expresada como número de veces que el inventario se renueva en un período de un mes.

En una segunda etapa del análisis, se construyó la matriz de correlación para todas las variables de interés. Se obtuvieron coeficientes de correlación significantes entre varias de las parejas de variables relacionadas a las dimensiones de integración, por ejemplo empresas con bajos volúmenes de transacciones manejadas electrónicamente también tienden a intercambiar una limitada cantidad de documentos (baja amplitud) y a estar comunicados vía EDI con un bajo porcentaje de sus socios comerciales. Las organizaciones con estas características se califican como con un bajo nivel de integración de EDI. Con respecto a la “profundidad” en la adopción de

EDI, esta dimensión de integración demanda de esfuerzos adicionales para combinar la información recibida vía EDI con los sistemas internos, por lo que en general todas las empresas participantes alcanzaron bajos puntajes en los tres componentes de esta dimensión.

En la tercera etapa del análisis se construyeron modelos de regresión en los cuales las variables de “integración de EDI” se consideraron los predictores (variables independientes) para el valor percibido de EDI en el desempeño en logística. La matriz de correlación fue empleada para seleccionar aquellas variables independientes relevantes a incluir en los modelos de regresión, esto es aquellas que tienen coeficientes de correlación significantes con alguna de las cuatro variables de respuesta que cuantifican las cuatro dimensiones del desempeño en logística (variables dependientes) asociado al uso de EDI. Cuatro modelos de regresión, uno para cada una de las variables dependientes fueron estimados. En la Tabla 3 se reportan los resultados obtenidos, todos los coeficientes de regresión –cuyo intervalo de confianza al 90% se reporta en la última columna de la tabla- son positivos, indicando que un incremento en cierta dimensión de integración de EDI conlleva un incremento en una dimensión del desempeño logístico. Estos resultados dan apoyo empírico a la primera hipótesis de investigación de este proyecto, concluyéndose que las empresas mexicanas que han avanzado en algún aspecto de la adopción o integración de EDI reportan también haber alcanzado un mejor desempeño en sus operaciones de logística, es decir han derivado valor del uso de esta tecnología.

Aún cuando todos los modelos de regresión son significantes, el coeficiente de determinación correspondiente (datos en la segunda columna de la Tabla 3) está por debajo del 10%, indicando que el desempeño en logística es resultado de un complejo agregado de actividades, siendo la adopción de EDI una de las acciones que afecta el desempeño.

Tabla 3. Modelos de Regresión que Describen los Beneficios en Logística Como Resultado de la Integración de EDI

Modelo estimado	Valores P (una cola) y coeficiente de determinación	Intervalo de confianza para el coeficiente de regresión
Tasa de rotación de inventario = 1.91 + 0.137 Volumen	P = 0.055 R <sup>2</sup> = 3.2	0.0001 a 0.3031 más rotación por cada 1% más de transacciones electrónicas
Confiabilidad en la entrega = 3.53 + 0.235 Amplitud (clientes)	P = 0.005 R <sup>2</sup> = 8.2	0.0600 a 0.4099 más confiabilidad por cada 1% más clientes enlazados
Beneficios estratégicos = 2.61 + 0.175 Procesamiento de órdenes de los clientes	P = 0.025 R <sup>2</sup> = 4.8	0.0001 a 0.3505 más beneficios estratégicos percibidos por cada incremento en el índice de la faceta de profundidad
Beneficios operativos = 1.26 + 0.443 Vinculación de actividades de cadena de abasto	P = 0.000 R <sup>2</sup> = 15.6	0.2056 a 0.6796 más beneficios operativos percibidos por cada incremento en el índice de la faceta de profundidad

Hay que notar que cada uno de los modelos de regresión involucra dimensiones de integración diferentes, lo cual da apoyo a la segunda hipótesis de investigación formulada. Así tenemos que el ampliar el número de clientes que intercambia información vía EDI con la empresa contribuye a que se entreguen pedidos a tiempo y en la composición, cantidad y calidad requeridas. Esto se explicaría en términos de la eliminación de errores clericales en la captura de las órdenes, ya que éstas son enviadas directamente por el cliente. Si se considera que ya no es el agente de ventas el que toma la orden para después transmitirla a la empresa, entonces habría un



menor tiempo en su procesamiento lo que implica una reducción en el tiempo total para su entrega. Dado que diferentes dimensiones de integración impactan a distintas categorías de beneficio, los modelos anteriores dan una guía a la empresa de cuáles aspectos de integración debe perseguir dependiendo del tipo de beneficio ó aspecto de desempeño que le interesa atacar. Considerando otro ejemplo, a menos que la empresa haga esfuerzos e invierta para que la información recibida vía EDI se transmita automáticamente a sus bases de datos y se incorpore en la elaboración de planes de producción (vinculación de actividades de la cadena de abasto), el uso de EDI no derivará en una mejor planeación y reducción de costos (beneficios operativos).

#### **4. Conclusiones**

EDI fue introducido en México a principios de los 90's y alcanzó fuerte difusión a finales de esa década. Aún cuando las empresas usuarias perciben beneficios directos e indirectos por su adopción, éstos no se habían relacionado con el nivel de avance en la integración de la tecnología de EDI con los procesos de negocios y las aplicaciones computacionales internas. Para comprender el avance en la integración de EDI, en este trabajo se propusieron cuatro dimensiones para el concepto: diversidad, volumen, amplitud y profundidad. Indicadores tangibles para cada dimensión fueron elaborados con base a la revisión de la literatura, para posteriormente evaluar su impacto sobre el desempeño en las operaciones de la cadena de abasto (logística). Como el concepto de desempeño en logística es también complejo, se consideraron los componentes de confiabilidad en las órdenes que recibe el cliente, la tasa de rotación del inventario y la percepción de una mayor eficiencia en la administración de la cadena de abasto asociada al uso de EDI.

La encuesta aplicada entre empresas mexicanas indica que las principales usuarias de EDI son empresas de medianas a grandes (86% de total) quienes ejercen influencia para que sus socios comerciales integren esta tecnología. Además, las empresas mexicanas que adoptan EDI son principalmente las manufactureras (42% del total) que tienen una cartera de más de 200 proveedores y clientes.

El uso de la metodología estadística de Análisis Factorial permitió analizar la estructura de la dimensión "profundidad" en la integración de EDI y construir variables agregadas que resumen las respuestas individuales proporcionadas. La misma metodología fue aplicada para definir dimensiones relevantes para el desempeño en logística, identificándose que además de la confiabilidad en las órdenes entregadas y la rotación del inventario, el desempeño se cuantifica también en términos de ganancias operativas (reducción de costos, mejor planeación y control de actividades) y estratégicas (fortalecimiento de las relaciones entre integrantes de la cadena y valor financiero de la tecnología).

Algunas de las dimensiones de integración resultaron correlacionadas entre sí, por lo que puntajes bajos en indicadores de volumen, amplitud y diversidad se pueden considerar evidencia de una baja integración de EDI en la empresa. El análisis de correlación y regresión aplicado a los datos permitió concluir que las diferentes dimensiones de integración tienen un impacto sobre distintos componentes de desempeño en logístico. Los resultados indican que cuando una empresa realiza un mayor volumen de sus transacciones comerciales vía EDI, aumenta su tasa de rotación del inventario; si la integración mejora en el sentido de un enlace con una fracción mayor de clientes, entonces el beneficio se da en términos de una mejora en el nivel de confiabilidad de las órdenes entregadas. Por otra parte, para obtener beneficios operativos la empresa tendrá que vincular sus bases de datos con las de sus proveedores para que éstos puedan ajustar sus planes de producción. Finalmente, los beneficios estratégicos resultaron ser explicados en términos de actividades enfocadas a permitir a los clientes la consulta, modificación de pedidos y facturación electrónica.

Otros indicadores del nivel de integración de EDI como nivel de experiencia y diversidad de documentos intercambiados no resultaron tener un impacto sobre el desempeño en logística. Esto se explica considerando que aún cuando una empresa intercambio múltiples documentos no todos

ellos se relacionan al proceso de logística. En tanto que una empresa que reporta estar usando EDI por mucho tiempo, puede simplemente estar limitando su uso a la transmisión y recepción electrónica de documentos que posteriormente son re-capturados manualmente en los sistemas internos de la empresa. De donde se infiere que para analizar el avance en la utilización de EDI se requiere ahondar más en la forma en que la documentación intercambiada se integra a los sistemas de producción, reabastecimiento de inventarios o procesamiento y pago de facturas. Ya que esto permite determinar el impacto que tiene la tecnología sobre las varias actividades del proceso de logística y también definir una estrategia de integración que incida sobre los componentes de beneficio que sean más relevantes para una empresa que opta por introducir EDI. Una implicación más de esta investigación es el reconocimiento de que los clientes al emplear EDI no sólo compran ya los productos sino beneficios de servicio adicionales, lo que representa un valor agregado al producto.

## 5. Referencias

- [1] Ferguson, D.M., Hill, N.C. y Hansen, J.V. "Electronic Data Interchange: Foundations and Survey Evidence on Current Use." *Journal of Information Systems*, Spring: 59-69, (1990).
- [2] Walton, S. V., Marucheck, A.S. y Wilkins, A.M. "International Purchasing Transactions Through Electronic Data Interchange Systems," publicado en *Global Information Technology Applications: Focus on the Organization and Its Functional Areas*, C. Deans y K. Karwan (eds.), Idea Group Publishing, (1994).
- [3] Smith, L.M., Strawser, R. H. y Wiggins, C.E. "Readings and Problems in Accounting Information Systems", Irwin Co., (1991).
- [4] Lummus, R. R. "The Evolution to Electronic Data Interchange: Are There Benefits at all Stages of Implementation?" *Hospital Material Management Quarterly*, 18 (4): 79-83, (1997).
- [5] Arunachalam, V. "Electronic Data Interchange: Issues in Adoption and Management." *Information Resources Management Journal*, Spring: 22-31, (1997).
- [6] Walton, S.V. y Marucheck, A. S. "The Relationship Between EDI and Supplier Reliability." *International Journal of Purchasing and Materials*, Summer: 30-35, (1997).
- [7] Stern, L. W. y Kaufmann, P.J. "Electronic Data Interchange in Selected Consumer Goods Industries: An Interorganizational Perspective." Publicado en Buzzell, R. (ed.) *Marketing in an Electronic Age*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press, (1985).
- [8] Monczka, R. M. y Carter, J. R. "Implementing Electronic Data Interchange," *Journal of Purchasing and Materials Management*." Vol. 25 (1). 26-33, (1989).
- [9] Davenport, T. y Whort, J. "The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign." *Sloan Management Review*. Summer, 25-36, (1990).
- [10] Chatfield, A. T. y Yetton, P. "Strategic Payoff from EDI as a Function of EDI Embeddedness." *Journal of Management Information Systems*, 16 (4): 195-224, (2000).
- [11] Larson, P. D. y Kulchits, J. D. "The Use and Impact of Communication Media in Purchasing and Supply Management." *Journal of Supply Chain Management*, 36 (3): 29-39, (2000).
- [12] Erosa-Martín, V.E. "El Uso de EDI en México: Beneficios Percibidos por su Adopción." *Boletín de Política Informática*, 3, (1999).
- [13] Massetti, B. y Zmud, R. W. "Measuring the Extent of EDI Use in Complex Organizations: Strategies and Illustrative Examples." *MIS Quarterly*, 20 (3): 331-345, (1996).
- [14] Williams, L. R., Magee, G. D. y Suzuki, Y. "A Multidimensional View of EDI: Testing the Value of EDI Participation to Firms." *Journal of Business Logistics*, 19 (2): 73-87, (1998).
- [15] Mentzer, J. T., Flynt, D.J., Kent, J.L., "Developing a Logistics Service Quality Scale", *Journal of Business Logistics*, 20(1): 9-32, (1999).
- [16] Bowersox, D. J. y Cross, D. J. "Logistics Management: The Integrated Supply Chain Process." McGraw-Hill, (1996).
- [17] Hair, Tatham y Anderson. "Análisis Multivariante." Prentice-Hall, (2000).

# ONLINE CONSULTING FOR THE DEVELOPMENT OF A LEARNING ORGANIZATION

José I. Icaza<sup>1</sup>

Management consulting is usually thought of as a face-to-face activity. Here we describe an ambitious on-line effort to help transform a particular organization towards the Learning Organization (LO) vision. A web site was developed in which Division and department heads accessed learning materials and interaction technologies under the guidance of an online consultant, in order to help them visualize the kind of changes they had to make in their respective units; then they actually acted on those changes, and shared actions and results with their colleagues. The web site was pictured on the screen as a museum to present an exploration metaphor. The effort was only partially successful; we share several lessons learned. The method that we describe can be useful for other process-consulting situations.

Keywords - Learning organizations, on-line management consulting, process consulting, organizational development, metaphor-based online learning

## 1. Introduction

**Background.** Peter Senge [1] defines a Learning Organization as "an Organization where people continually expand their capacity to create the results they truly desire, where new and expansive patterns of thinking are nurtured, where collective aspiration is set free, and where people are continually learning to learn together". He further states that the LO is not so much "a type of organization" as it is a vision, a future state to work towards.

Implementing the LO concept is usually a difficult, long-term effort. It is not just an organization that does "more training". It involves a change of perception and a change of organizational culture to enable this vision of continuous learning of employees, groups and the organization itself. It is an effort that may pay high dividends, particularly in organizations that need flexibility and quick adaptation to a changing environment.

¿How does one go about achieving this vision? Senge defines five "disciplines" in his first book: personal mastery, mental models, shared vision (learning must be directed towards the organization's vision, shared by all employees), team learning and systems thinking. In his second book [2], he gives some actual strategies or assorted "how-to's" to implement the five disciplines. Other authors (Maquardt [3], Nevis and Dibella [4], Garvin[5] among others) have continued this work and specify different ways of framing the LO concept and of implementing the vision.

As organizations become geographically distributed, it becomes an interesting problem to try to implement these concepts in widely distributed units. With the use of hypermedia and collaboration tools on an intranet, it might be possible for an on-line consultant to communicate with his clients and guide them in the implementation of the LO concept. One of the advantages of using the internet for communication is that all conversations get stored for further analysis and sharing among organizational participants and possibly future consulting clients. We therefore present as our objective:

---

<sup>1</sup> Dr. José I. Icaza. Profesor, Centro de Investigación en Informática. ITESM Campus Monterrey. Afiliado a la Universidad Virtual. jicaza@campus.ruv.itesm.mx

**Objective.** To develop a method for helping an organization approach the Learning Organization vision, based on an on-line consulting mode; illustrate the application of this method to a particular organization and discuss results. We also comment on the generalization of this method to other kinds of consulting work, in particular Schein's "Process consulting" [6]

**Contribution and importance of this work** - Consulting is often thought of as a face-to-face activity. ¿Can it be done online? ¿how? ¿to what extent? ¿with what advantages and disadvantages? ¿for what kinds of situations is the online consulting mode feasible and convenient? Clearly these are all very interesting questions. If online consulting were shown to be feasible, consultants might work at home attending perhaps several clients simultaneously. Organizations would benefit from enhanced and easier access to consultants. We do not claim to have all the answers. We only present a case where online consulting was attempted with some encouraging results. The case involved the Learning Organization concept, but the approach need not be restricted to this kind of work.

## 2. Methodology

Consultants often have available assorted educational materials that they use with clients as they see the need. It was thought that this on-line consulting work would need some on-line learning materials, since most of the participants of the client organization were not knowledgeable about Learning Organization concepts. Therefore, a web-site was developed to hold these learning materials. We used an online learning design methodology for the development of these materials, and the case-study approach for the implementation of the consulting work. The research questions included the ones cited on the previous paragraph; further, we were of course interested to know whether this method to approach the LO transformation actually worked and to what extent. We will describe the structure and development of the web site and then the actual consulting that took place. But first, it is necessary to give some background on the organization that participated in this experience.

**The organization.** The Virtual University (UV) of ITESM develops satellite and on-line based courses for several bachelor, master's and Ph.D. degrees, and also for continuing education. It is a large organization reaching by satellite several thousand sites in Mexico and Latin America. The environment of UV is in constant flux; educational approaches and technologies keep evolving, and the customer base has been constantly expanding since the UV started 12 years ago. This changing environment demands a flexible organization able to adapt quickly to new needs: a Learning Organization.

Ing. Carlos Cruz Limon, the Dean of UV, read about these organizations and convinced the heads of the divisions about the need to move UV towards the learning organization vision. Most of the directors were familiar with on-line internet technologies, so it was natural for UV to try out an on-line consulting approach. The author of this article was contacted as consultant to develop this approach and help move UV towards the LO vision. It was agreed that both division and department heads would participate simultaneously in this effort.

**The web site.** A few preliminary face-to-face interviews revealed that the participants had differing degrees of knowledge of LO concepts, and different needs. It was decided that the web site would house a variety of learning materials, diagnostic questionnaires and descriptions of LO implementation techniques. The participants would explore the site to learn what they felt they needed and decide on implementation actions for their administrative units under the guidance of the consultant. Actions and results would be shared on the web site with other participants in order to dialog about them and achieve organizational-wide synergies. Thus the dictum was "explore, learn, *act* on your learning and share"

The web site took the form of a museum called the ExploratoriumOA (figures 1 and 2). People go to all kinds of museums to explore what they like and learn something about what they find while having a good time; so it was natural to use this metaphor. The participants took the roles of museum visitors. Each floor of the museum was dedicated to some aspect of the learning organization. Figure 3 shows one of the floors. Clicking on one of the paintings in the wall, the participant would be taken to an expanded version of the painting (Figure 4) that included a recorded narrative, a description of the LO concept or

technique related to the painting, and suggestions about organizational actions that the participant might take upon learning the material. The actions suggested were very general, and further refined through interaction with the consultant or other participants.



Figure 1 - Entrance to the ExploratoriumOA. Educational materials used during consulting were organized around a museum metaphor

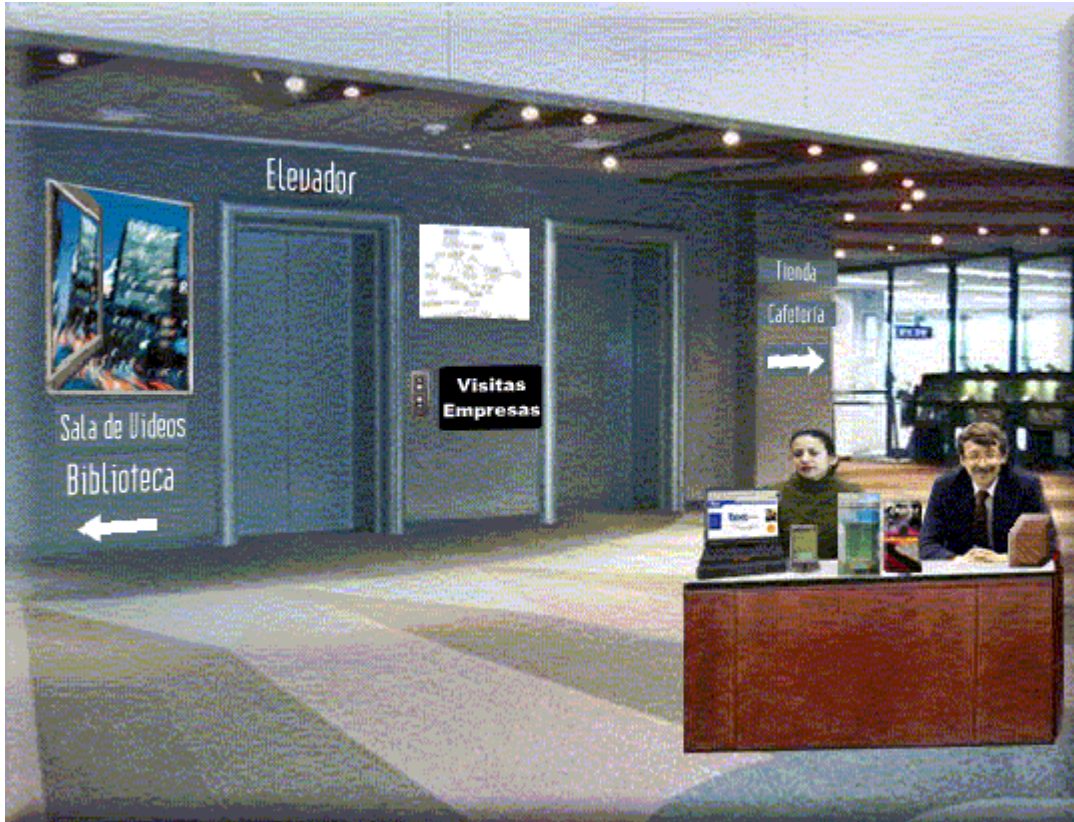


Figure 2. Museum lobby. In the information desk at the right, visitors (employees from the client Organization engaged in consulting) can register, pick up their virtual PalmOA, the museum leaflet and Tour descriptions, ask the guides or deposit suggestions.



Figure 3. One of the museum's floors. Paintings denote themes associated with learning materials used during the consulting process. This is Senge's floor. The paintings' titles are shown as one hovers over with the cursor.



**Figure 4.** The visitor has clicked on the third painting. The painting caption shows that this is related to Senge's Mental Models discipline. Clicking again, the visitor would "enter the painting" and find learning materials and suggested activities or changes that he could make in his administrative unit to implement whatever is learned. The materials are business-oriented.

A special effort was made to guide visitors in several ways so as to enable them to quickly find what they needed. One possibility was to visit the museum floor by floor; in this way one could get an approximate historical vision of the Learning Organization concept. So the first floor was dedicated to

Organizational Learning pioneers, the second to Senge [1,2], the third to Di Bella and Nevis [4], the fourth to Maquardt [3], the fifth to Garvin [5], the sixth to Knowledge Management and the seventh presented case-studies.

Other possibilities were more oriented towards business concerns that the visitors might have. For instance, one could take one of the guided tours available in the Information Desk. These tours directed the visitor towards certain paintings related to a given theme, such as Diagnostic Questionnaires for learning capability of an organizational unit. These were very popular. A third way was to go to the museum's teletransportation station where one found lists of questions and paintings that would answer each question. For instance, if the visitor clicked on the question ¿What actions might I take immediately to start my unit on the LO way of life?, he would be transported with a single click to Garvin's floor, in front of the painting related to his suggestion about starting with the development of a Learning Agenda. Finally, there was a Concerns section in the same tele-transportation station, where lists of possible concerns that the participants might have were listed and again lists of paintings that would address each concern were offered for the teletransportation trip. The consultant was always on line in order to answer questions from the visitors and guide them in implementing their actions.

The museum was built upon a web tool called Twiki [7]. This tool enables people to directly edit web pages after a click to the Edit link that appears on every page. Twiki was used to enable visitors to edit and improve the learning materials; to add in their own questions or concerns in the teletransportation section, and to write in a palm pilot organizer simulated on the screen. On the Palm they could add personal notes and also access a section shared among all the Palms that were lent to visitors upon entrance to the museum. The shared section was used for collaboration and for sharing experiences about the implementation of the actions that each visitor had chosen for his administrative unit. In fact, twiki made the whole museum extensible. One could add more paintings to a floor or extra floors as the need arised.

Other parts of the museum included the virtual store, video saloon, cafeteria and library. A museum journal periodically sent to the participants served to emphasize actions and results obtained by participants. The museum itself was organized as a Learning Organization. On the seventh floor, one of the paintings was a mural depicting museum personnel. This enabled visitors to hear pre-recorded interviews with museum employees about the way they handled their jobs within the museum-as-LO.

The ExploratoriumOA web site was built using the e-learning design methodology of the virtual university itself. The design work involved a team composed of an instructional designer, graphic artist, web programmer, TV producer for the videos and the consultant.

### 3. Results and discussion

I would like to present the results first as a general methodology for certain types of on-line consulting; second, I will discuss the specific results of the case study with the UV organization.

**The methodology.** This methodology involves building an extensible web-site holding learning materials that the client-participants are expected to use as the consulting process goes on. This site includes interaction technologies to enable participants to interact with the consultant and to interact among themselves. The methodology also requires clients to act on what they learn as soon as possible after they learn it and share actions and results with the other participants. The kind of learning materials needed would naturally depend on the particular requirements of the consulting process, and the site is easily extensible to enable the consultant to add on materials as needed.

Schein[6] presents a model of the kinds of consulting jobs, dividing them into "expert consulting" where the company calls on an expert consultant to receive advice; "doctor-patient consulting" where the consultant first diagnoses what is the problem with the "patient" and then prescribes a solution; and "process consulting", where the main goal of the consultant is to have the client learn how to diagnose and solve his problems under the guidance of the consultant. Process Consulting is usually done within



the Organizational Development framework. Our approach is more adequate for this last kind of consulting, since Learning is a goal of the consulting work. In the online world, our approach blurs the difference between consulting and online learning: both take place centered around the web site, and both have (or should have...) as a goal to enrich the action possibilities of the participant.

We don't intend to trivialize the effort needed to implement organizational changes. Requiring clients to act immediately on what they learn can be distressing, or plainly impossible. But remember that it is the client him/herself that finds out learning material relevant to his concerns, diagnoses his situation and chooses what to do under the guidance of the consultant. This increases the probability that changes will actually be implemented.

**The application of the methodology to the UV organization.** Forty UV directors attended as visitors to the Exploratorium with the purpose of implementing LO transformation steps in their organizational units under the guidance of the consultant, during a period of 8 weeks. The time frame was very short; as we stated at the beginning, the development of a learning organization is a long term process. The intention however was to at least start UV towards this LO vision. All the process was online, with the exception of an initial satellite meeting and some interviews before and after the experience. The online consulting approach was only partially successful. Here are some comments about this experience:

- As we explained previously, the Dean of UV initially invited everybody to attend and engage their units in transformation actions towards the LO vision. Some participants indicated during post-mortem interviews that the invitation was accepted mainly because it came from the Dean rather than from a genuine interest in transformation
- The Dean himself did not participate. This affected commitment of participants.
- Many of the actions proposed by participants to implement LO concepts, were very general or ambiguous, or were framed as suggestions for other people or the organization to change. The consultant interventions were useful here, to make people focus their actions to make them small, concrete and measurable.
- Some participants did engage in actual changes in their units: Here are some of the comments, as expressed in their shared virtual Palm areas:
  - *"I learned how to identify what is a Learning Organization and to find out whether my organization and division can be so classified; further, what can I or rather what can we do to become an LO. I plan to implement immediately what I learned and make my Division personnel share this wish of becoming a Learning Division" --J. Silva*
  - *"In the next department meeting I'll ask for a list of errors (wins who brings the most) and ask people to explain what did they learn about each mistake. In this way I'll foment openness. I'd like to build a department where mistakes become learning opportunities, where we applaud whoever recognizes and learns from errors" --E. Reyes*
- However, the number of participants that did engage in these changes was not large enough to build a sense of general commitment towards these changes and the LO vision, and to enable synergies of actions between individual units. Some participants simply browsed the web site and asked some questions but didn't go to the trouble of implementing changes and sharing results.
- The most serious problem as expressed by several participants, was the time commitment needed to explore the web site, learn and act on their learning. Participants were directors of departments and divisions with severe time restrictions.
- Some participants didn't seem to like the freedom to explore and choose what to do and how to go about it. The museum tours were actually invented after the process started, to satisfy this need for more structure.
- LOs usually need to change their structures in order to be more flexible and effective. Flat, team-based or network-based organizations are usually suggested. These kind of global changes are difficult to be attempted by individual unit managers, since they are not likely to commit hara-kiri. So nobody suggested them.
- This experience was promoted by the Human Resources division of UV which also handles development courses for UV personnel. Participants expected a traditional on-line course, not a

museum to explore within an online consulting approach. This created an initial strong clash of expectations that delayed full commitment to this experience. Some participants even bounced back out of the Exploratorium after a few initial visits. Those that remained however, enjoyed the experience and took full advantage of it. Here is one of the comments:

*"The course was very useful to become conscious about the continuity implied in [organizational] learning" --R. Saucedo*

**Related work.** There are several "on line consulting" sites in the web (for instance [8,9]) where consultants or researchers answer questions for the users. The Ernie service [8] includes a database of previously asked questions. These sites do not go beyond a question-answer kind of interaction. Icaza has produced several online courses based on immersive metaphors, including editorial[10]and consulting[11] organizations where students play roles adequate to the kind of organization, much as Exploratorium client-participants play the role of visitors.

#### 4. Conclusions

We have presented a methodology suitable for certain types of online consulting and a case-study regarding the implementation of the methodology for a specific organization. This application was partially successful. The participants were already very familiar with online technologies; so the approach needs to be tested on other kinds of organizations and types of consulting work in order to generalize results. We consider however the partial results encouraging and interesting; lessons learned should guide more successful future attempts.

#### 5. Bibliography

- [1] Senge, Peter M. The fifth discipline : the art and practice of the learning organization. New York : Doubleday/Currency, c1990.
- [2] Senge, Peter M. et al. The Fifth discipline fieldbook: Strategies and tools for building a learning organization .New York : Currency, Doubleday, c1994.
- [3] Marquardt, Michael J. Building the learning organization : a systems approach to quantum improvement and global success. New York : McGraw-Hill, 1996
- [4] DiBella, Anthony J., Edwin C. Nevis. How organizations learn : an integrated strategy for building learning capability. San Francisco: Jossey-Bass, c1998
- [5] Garvin, David A. Learning in action : a guide to putting the learning organization to work. Boston, Mass: Harvard Business School Press, c2000
- [6] Schein, Edgar H. Process consultation. Reading, Mass: Addison-Wesley 1987.
- [7] Twiki tool. <http://Twiki.org>
- [8] Brian J Baum. Ernie--four years of online consulting. Consulting to Management May 2000; v. 11, n. 1, pp.: 25-29
- [9] Google Answers. <http://answers.google.com>
- [10] Icaza, J.I. Aprendizaje por inmersión en una empresa simulada en internet. Memorias del XV Intercambio de experiencias en estudios sobre educación. ITESM campus Monterrey 1997. <http://copernico.mty.itesm.mx/~jicaza/papers/inmersionIntrkmbio97.html>
- [11] Icaza, J.I.. Construcción de conocimiento en una empresa editorial virtual. Memorias del Congreso de Investigación y Extensión. ITESM campus Monterrey 2001. <http://copernico.mty.itesm.mx/~jicaza/papers/104ConstrConocimien.htm>

# APLICACIONES Y SERVICIOS ELECTRÓNICOS EN EL PROCESO DE NEGOCIO DEL BROKER DE NEGOCIOS VIRTUALES

Ricardo Mejía, Arturo Molina

Actualmente el ambiente competitivo global tiene un impacto especial en el desarrollo de negocios virtuales. Un aspecto importante en la explotación de oportunidades de negocio es el papel que desempeñan las tecnologías de Información en las empresas virtuales y dentro de las cuales se destacan aquellas que apoyan los procesos clave del Broker de Negocios Virtuales (VEB, de sus siglas en inglés: Virtual Enterprise Broker). Actualmente se han desarrollado algunas aplicaciones electrónicas (e-applications) para apoyar y optimizar los procesos de negocio del VEB. Sin embargo, es importante desarrollar Servicios electrónicos (e-Services) que sean fáciles de implementar y que tengan alto impacto en el desempeño de las actividades del VEB. Este artículo describe una metodología para evaluar, estructurar e implementar e-services que aseguren la optimización y mejoramiento de la operación de las actividades del VEB. La implementación de dichos e-services mejorará la ejecución de las actividades del VEB en la creación de cadenas integradas de abastecimiento entre Pequeñas y Medianas Empresas (miembros de los Clusters Virtuales Industriales) y OEMs (Original Equipment Manufacturers).

**Palabras clave:** Broker de Negocios Virtuales (VEB), Empresas Virtuales, Clusters Virtuales Industriales, e-applications, e-services.

## 1. Introducción

En la actualidad las grandes compañías están poniendo más atención en sus estrategias de abastecimiento, demandando de esta manera alta calidad y menores tiempos de entrega al mejor precio. De esta manera, el Broker de Negocios Virtuales (VEB) debe mejorar su proceso de explotación de oportunidades de negocio con el fin de tomar ventaja de la gran cantidad de oportunidades que el mercado de abastecimiento global puede ofrecer. Estos aspectos no son solo importantes para producción en masa sino también para proyectos especiales o la transferencia de productos a proveedores potenciales (subcontratación de manufactura). Las grandes compañías como las OEM's (Original Equipment Manufacturers) o Maquiladoras ofrecen al VEB el reto de explorar nuevas estrategias y redefinir la forma de cómo explotar las nuevas oportunidades de negocio.

El VEB debe utilizar los recursos disponibles de sus aliados para formar una entidad de negocio a través de una red de tecnologías de comunicación. Las Tecnologías de Información aumentan el espacio de trabajo hacia la globalización y dan pie a un nuevo tipo de empresa a través de Internet. El cambio en esta forma de organización requiere la administración de la tecnología correspondiente y por lo tanto debe buscar un nuevo modelo de administración y tecnología para ajustar la implementación de una Empresa Virtual (EV).

Las Tecnologías de Información son clave para el manejo de información, el cual es particularmente importante porque los componentes de una empresa (personas, partes, productos, maquinas) no pueden funcionar si la información no está accesible para tomar decisiones. A tal punto,

que la información debe ser manejada en una manera efectiva y eficiente con el fin de permitir el mejoramiento de flujo de datos dentro, a través y fuera de los sistemas de manufactura [1]. Las tecnologías de Información pueden apoyar y optimizar los procesos claves que lleva a cabo el VEB con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes a través de la creación de Empresas Virtuales. Las Empresas Virtuales serán en el futuro la forma de organización más eficiente, debido al rápido desarrollo de las técnicas computacionales y tecnologías de Información [2].

## 2. El proceso clave del Broker de Negocios Virtuales (VEB)

El Broker de Negocios Virtuales (VEB) ejecuta un papel importante en el desarrollo de Empresas Virtuales, siendo la entidad responsable de crear, administrar y disolver la EV con el fin de explotar las oportunidades de negocio. Las actividades que lleva a cabo el VEB, a través de su proceso clave, son muy importantes para el cumplimiento y la satisfacción de los requerimientos de los clientes. Por consiguiente, la creación de nuevas herramientas que asistan y apoyen las actividades del VEB es una importante área de investigación que permitirá mejorar el desempeño de la EV.

Para el apoyo de las actividades del VEB se han definido cuatro procesos claves [3]: Análisis de los requerimientos del mercado, Planeación del proyecto, ejecución del proyecto y Servicio al cliente (seguimiento). Las principales actividades ejecutadas por el VEB pueden ser analizadas a través del ciclo de vida de las empresas virtuales, el cuál está dividido en cinco fases principales: Identificación, Formación, Diseño, Operación y Disolución [4]. La tabla 1 muestra las actividades más importantes relacionadas con la explotación de nuevas oportunidades de negocio a través del ciclo de vida de las empresas virtuales.

**Tabla 1** Procesos clave del VEB

Ciclo de vida de las EV Etapa del Proceso	Identificación	Formación	Diseño	Operación	Disolución
<b>Requerimientos del mercado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda de oportunidades de negocio</li> <li>• Análisis de Inteligencia competitiva</li> <li>• Detección de las necesidades de los clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación y preselección de los aliados de negocio</li> </ul>	-	-	-
<b>Planeación del proyecto</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de las competencias tecnológicas requeridas</li> <li>• Análisis de apoyos financieros</li> <li>• Request for Quotation (Cotizaciones o propuestas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de plan de negocios</li> <li>• Acuerdos de confidencialidad</li> <li>• Cotización</li> <li>• Negociación de contratos</li> </ul>	-	-
<b>Ejecución del proyecto</b>	-	-	Planeación del Ciclo de vida del producto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideación</li> <li>• Desarrollo Básico</li> <li>• Desarrollo avanzado</li> <li>• Lanzamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación del proyecto: Administración y control</li> <li>• Ejecución del proyecto: Colaboración, supervisión e inspección.</li> <li>• Ejecución del ciclo de vida del producto</li> </ul>	-
<b>Seguimiento</b>	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregables: Tiempos de entrega y controles de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auditorias</li> <li>• Servicio al cliente</li> <li>• Análisis de desempeño</li> <li>• Retroalimentación</li> </ul>

El Broker en una EV es más que un miembro. Él actúa como Broker de información, un iniciador de negocios por el reconocimiento de nuevas oportunidades y su debida explotación a través de la búsqueda y selección de aliados competentes, apropiados y complementarios. El VEB es el coordinador

de la EV y el moderador durante la ejecución / operación de la misión de la EV, y es el principal punto de contacto con los clientes. Las tecnologías de Información son de gran importancia para apoyar al VEB en la ejecución de sus actividades claves relacionadas con su proceso de negocio. Adicionalmente, El proceso de creación de negocios virtuales se compone de tareas que pueden ser facilitadas por aplicaciones computacionales específicas con el fin de lograr la automatización de algunos de los procesos claves del VEB.

### 3. Herramientas de apoyo al proceso de negocio del VEB

En los Clusters Virtuales Industriales [5] se ha trabajado en el desarrollo de aplicaciones electrónicas (e-applications) que apoyan las actividades ejecutadas por el VEB. Dichas aplicaciones computacionales permiten al VEB tener la información correcta, en el momento correcto y en el lugar correcto. Dentro de estos desarrollos se encuentran aplicaciones como lo son [3]:

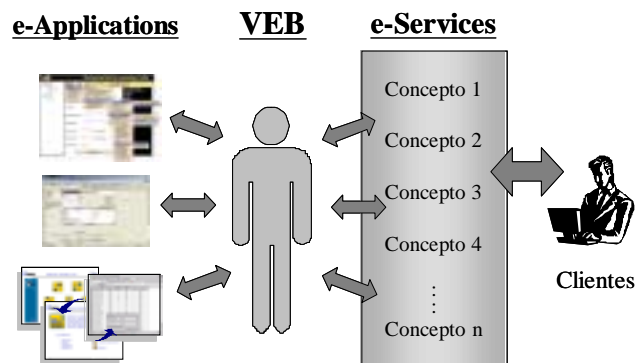
**Enterprise Core Competence Database:** También llamada “Modelo de Manufactura”, fue implementada con la idea de apoyar la selección de aliados en las empresas virtuales. El prototipo del sistema permite la captura de información de manufactura relacionada a recursos, procesos y estrategias de una compañía. La información de una empresa se puede capturar a diferentes niveles dentro de la organización, como por ejemplo plantas, piso de trabajo, celdas y estaciones. Esto es importante porque el modelo también ayuda a las compañías en la organización de esta información en la base de datos [6]

Se pueden realizar búsquedas para encontrar máquinas y procesos en la base de datos, así mismo como compañías que están en capacidad de realizar procesos o que cuentan con un recurso específico. Algunas veces para buscar proveedores en las empresas virtuales se requiere de búsqueda en algún cluster específico, como por ejemplo, aquellas compañías que puedan procesar plástico o que hacen moldes y herramientas, etc. El prototipo del modelo de manufactura es un sistema basado en Web que corre actualmente en el proyecto de los Clusters Virtuales Industriales del CSIM-ITESM llamado Mexican Industry [5].

**Enterprise Capability Broker Matrix:** Esta herramienta apoya al VEB en la evaluación y selección de los aliados correctos para ejecutar las oportunidades de negocio, pues la información de los aliados potenciales puede ser analizada y comparada. Para lograr esto, diferentes parámetros son tenidos en cuenta entre los aliados potenciales, comenzando por parámetros cuantitativos como lo son las capacidades tecnológicas de dichas compañías y además de un rango de parámetros cualitativos que permitan tener una visión general de las compañías. De esta manera se pueden identificar las empresas que potencialmente pueden proveer el producto o servicio que la EV necesita y así satisfacer sus requerimientos a través de proveedores de alto nivel. En esta aplicación las empresas pertenecientes a los Clusters Virtuales Industriales ya se encuentran perfiladas y la información relacionada a sus capacidades de manufactura está tabulada de tal manera que permita filtrar aquellas empresas que puedan cumplir demandas específicas. Actualmente se está trabajando en la integración de los parámetros cualitativos que permitirán la adecuada selección de los aliados para las EV.

**Broker Capacity Planning Tool:** Esta herramienta pretende complementar la aplicación computacional del “Modelo de Manufactura”, donde la información relacionada con la capacidad actual de un miembro de los Clusters Virtuales Industriales puede ser capturada en línea. Por lo tanto el VEB puede saber si una empresa tiene capacidad disponible para participar en una EV basado en su capacidad de proveer un volumen determinado a tiempo. La idea es llenar a través de Internet la información de las capacidades disponibles de los miembros de los Clusters con el fin de alimentar una herramienta de simulación que tiene la capacidad de determinar la capacidad semanal de la EV.

Las herramientas anteriores son consideradas Aplicaciones Electrónicas (e-applications) que son sistemas de información basados en computadora; pero no son Servicios Electrónicos (e-services). En nuestra investigación un e-service es la integración de e-applications de tal manera que permitan ofrecer el servicio de Brokerage a través del VEB. La figura 1 muestra cómo intervienen las aplicaciones y servicios electrónicos en el proceso de negocio del VEB.



**Figura 1.** Conceptos de e-Applications & e-Services

#### 4. Metodología

La metodología a continuación descrita permite al VEB evaluar y diseñar diferentes e-services de una manera sistemática, con el fin de implementar aquellos servicios electrónicos con alto potencial de mejorar el desempeño de la EV.

##### 4.1 Conceptualización

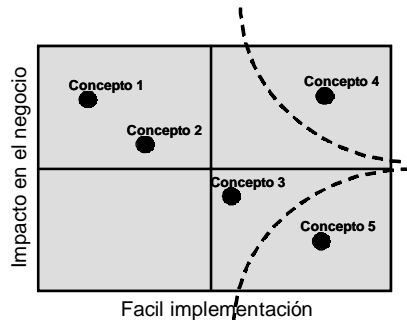
Esta fase está enfocada en una lluvia de ideas de “Servicios” con potencial, donde los conceptos generados en esta fase deben ser clasificados en cinco categorías:

- a. *Información*: Implica Información, como leyes, noticias, innovaciones tecnológicas, etc. Su implementación es muy fácil con un bajo impacto en el negocio. Es una herramienta dependiente del tiempo, requiriendo de esta manera actualización a través del tiempo.
- b. *Comunidad*: Implica interacción con expertos o líderes de diferentes industrias con el fin de compartir experiencias en la mejora de procesos productivos. Es fácil de implementar y es de impacto medio en el negocio
- c. *Directorios*: Implica acceso a bases de datos de proveedores y manufactureros. Su dificultad de implementación es media, al igual que su impacto en el negocio.
- d. *Colaboración*: Implica la interacción dinámica entre las partes de un proyecto con el fin de administrarlo. Es difícil de implementar y posee un impacto entre medio y alta al negocio.
- e. *Facilitación de proceso*: Implica la automatización de actividades clave usando una herramienta tecnológica específica. Este es muy difícil de implementar pero es de alto impacto.

Es necesario decidir cuales conceptos continuarán a través del proceso de evaluación. Dependiendo de las necesidades organizacionales actuales, el VEB utiliza dos criterios principales para decidir cuál idea será la más factible: “Facilidad de implementación” e “Impacto en el negocio”, basado en la metodología de Cisco, “Net Ready” [7].

## 4.2 Evaluación

Todos los conceptos de e-services que se generen dentro de una categoría seleccionada son evaluados nuevamente en esta etapa de manera individual a través de la metodología de Cisco. Los resultados deben reflejarse en una gráfica como muestra la figura 2. Para el caso mostrado, el concepto 4 es considerado como "criterio ganador" y el concepto 5 es considerado como "Fácil de alcanzar".



**Figura 2.** Gráfica de evaluación de conceptos de e-Services

De esta manera un concepto se selecciona y el siguiente paso es evaluar el concepto respecto a dos variables: Aspectos de proceso y aspectos económicos (Ver tabla 2)

**Tabla 2** Evaluación de los beneficios del concepto seleccionado

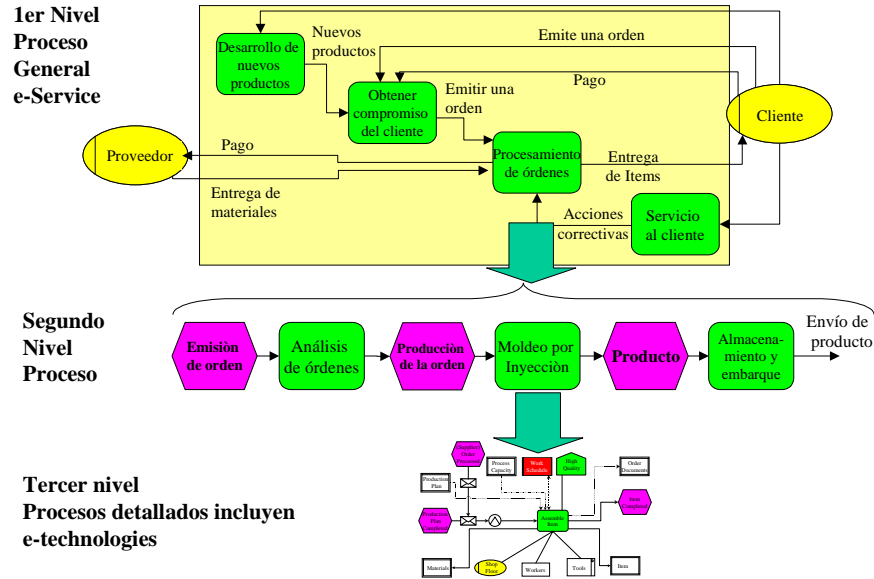
Aspectos económicos	Reducción de costos	
	Optimización de canales	
	Cubrimiento nacional	
	Reducción de fragmentación de canales	
	Integración de aliados	
Aspectos de proceso	Excelencia en el servicio	
	Apoyo de negocio	
	Reducción del tiempo de ciclo	
	Conocimiento	

## 4.3 Modelación del proceso

La modelación del proceso tiene dos niveles: a) el primer nivel define las actividades, entregables y los recursos del proceso, donde se define una lista de procesos; b) el segundo nivel es el diagrama de flujo para cada uno de los procesos (Ver figura 3).

La etapa de modelación del proceso es de gran importancia, dado que la finalidad del desarrollo de una aplicación computacional es básicamente la automatización de una metodología previamente desarrollada o identificada. Dependiendo del nivel de detalle, el proceso de modelación será cada vez más complejo, y para el responsable del desarrollo de la aplicación es importante alcanzar el nivel necesario que le permita lograr desarrollar un e-service efectivo.

En nuestra investigación, los procesos del VEB están estructurados, pero no detallados. Los expertos son los encargados de la modelación y estructuración de los procesos del VEB con el fin de diseñar una aplicación automatizada.

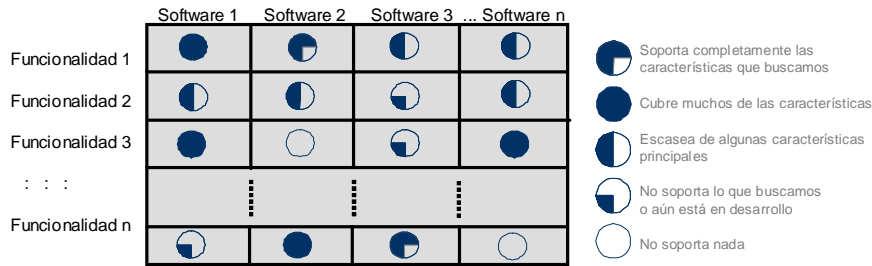


**Figura 3.** Modelación del proceso para e-services

Por esto es necesario estructurar un proceso definido de actividades que permitan cumplir de manera sistemática el objetivo buscado por una forma de trabajo preestablecida. Así mismo para las aplicaciones de servicios se debe identificar todos aquellos procesos que se involucran con el fin de estructurar la ejecución de actividades que un servicio efectivo debe llevar a cabo.

#### 4.4 Selección de la aplicación

Esta es la etapa de identificación, evaluación y selección de los proveedores de aplicaciones computacionales. Dichas aplicaciones se deben representar en una estructura funcional con el fin de evaluar el desempeño y funcionalidad para cada proveedor. La matriz de evaluación y la simbología se muestra en la figura 4.



**Figura 4.** Matriz y simbología de evaluación

#### 4.5 Diseño de la infraestructura

La descripción detallada de los requerimientos tecnológicos es llevada a cabo en esta etapa. La factibilidad técnica y económica es ejecutada una vez se terminan los Diagramas técnicos. El diseño de la infraestructura es la definición de la arquitectura y la consideración de algunos parámetros de ambiente:



- *Tecnología*: Soporta los últimos estándares?, Es una solución probada?, se diferencia de otros proveedores?, es lo suficientemente robusta?, soporta la mayoría de las plataformas de sistemas operativos?.
- *Integración*: Soporta estándares abiertos?, es una solución integrada?, el producto se puede conectar fácilmente con otros sistemas?, es de fácil migración? Tiene el producto soporte de distribuidores?, lo podemos conectar fácilmente con otros módulos de la arquitectura?
- *Escalabilidad*: Está diseñado el producto para un escenario escalable?, Soporta clusterización?, Tiene registro de soluciones probadas escalables?, Es reconocido en el mercado como una solución escalable?
- *Soporte de las aplicaciones del paquete*: Es fácil integrarle paquetes de aplicaciones nuevas?, los grandes proveedores dan soporte al producto?, Tiene registro probado de paquetes de aplicaciones incorporadas?
- *Herramientas de desarrollo, Ciclo de vida*: Tiene desarrollo de herramientas especialmente para el producto?, Es fácil desarrollar nuevas aplicaciones con el producto utilizando las herramientas existentes?, los ciclos de desarrollo reducen el tiempo de desarrollo (ciclo de vida)?, requiere de habilidades técnicas altas?, ,Las herramientas de desarrollo están integradas entre ellas? Y con el producto?.

#### 4.6 Guía de implementación

La última etapa de la metodología es la implementación de la aplicación electrónica donde se cubren las siguientes tareas:

- *Pruebas de verificación*: Verificación de instalación autónoma e instalación de las interfaces terminada.
- *Prueba de aceptación del usuario*: Instalación y verificación de laboratorio, construyendo todos los escenarios posibles y corridos por usuarios claves.
- *Beta-test (Lanzamiento inicial)*: Algunas empresas son seleccionadas para el modo Beta de prueba. Los empleados son entrenados y corren un evento piloto. Se hacen los acuerdos logísticos y el último paso es la invitación a todas las empresas.
- *Liberación*: Soporte técnico intensivo en las primeras semanas, y a su vez extensivo durante las semanas siguientes. Continua asistencia remota y presencial por requisición, administración de desempeño y reportes.

### 5. Caso de estudio

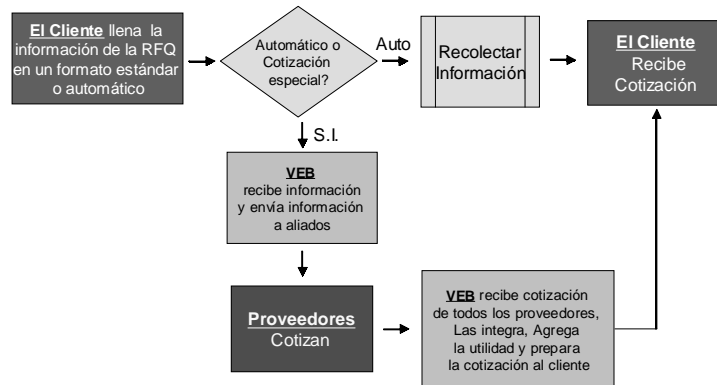
Usando la metodología descrita anteriormente, se generó una lista de nuevos conceptos e ideas con el fin de seleccionar aquellos servicios electrónicos (e-services) con alto potencial dentro del ambiente de las Empresas Virtuales considerando las características de la Pequeña y mediana industria Mexicana. Sin embargo, el tiempo de implementación depende de la complejidad de las aplicaciones que serán desarrolladas, considerando si son “configuración de sistemas” o “nuevos desarrollos”. De la lista de conceptos generada, se seleccionaron cuatro e-services basados en la metodología, con el fin de ser diseñados e implementados para las actividades del VEB en los Clusters Virtuales Industriales. Dos de los cuatro conceptos están relacionados con la categoría de “Facilitación de procesos”: e-RFQ & e-selección; y los otros dos son de “Colaboración”: e-Inspección & e-Fax.

#### 5.1 Servicio de cotización: E-RFQ (Electronic Request For Quotation)

El tiempo y la precisión pueden ser definitivos en la definición de una nueva oportunidad de negocio, necesitando de esta manera una aplicación que reduzca el tiempo de cotización a través de un servicio automatizado de cotización sobre una herramienta basada en Web. Estas herramientas reducen

el tiempo administrativo empleado para la generación manual de cotizaciones, así mismo como la negociación con proveedores con llamadas telefónicas, faxes y entrevistas personales.

La automatización del conocimiento de cotización es necesaria, donde se le permita a los clientes llenar RFQ estándares o solicitando cotizaciones especiales de forma rápida. Este proceso se muestra en la figura 5, donde las RFQ estándares van a un modulo especialmente diseñado con el fin de recibir una cotización instantánea. Las RFQ especiales se dirigen entonces hacia el VEB, y luego se distribuye entre los miembros de los clusters evaluados y seleccionados, donde seguidamente el VEB envía la cotización al cliente final. Sin embargo de esta manera la comunicación Cliente-Broker es también optimizada.



**Figura 5.** Mapeo del proceso de e-RFQ

## 5.2 Servicio de selección de aliados: e-selection

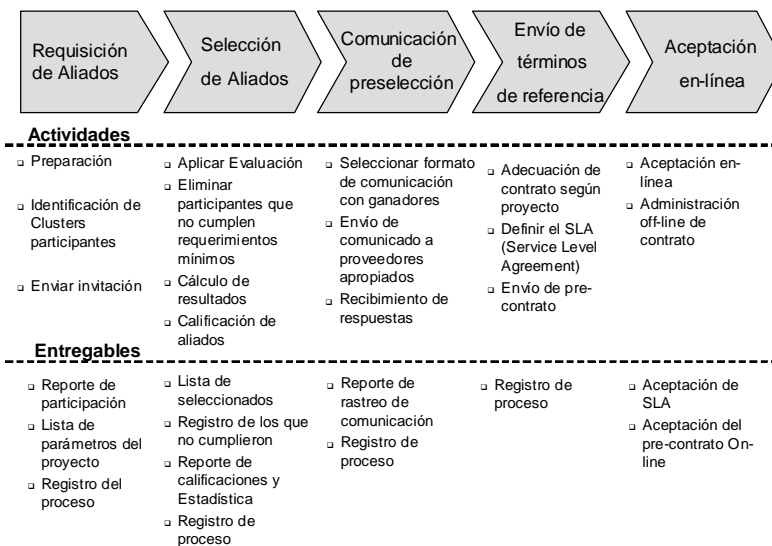
Una de las actividades más importantes llevada a cabo por el VEB es la *selección de aliados*. Las compañías involucradas en la ejecución del proyecto son los responsables directos de la manufactura, obligando al VEB a considerar a los aliados potenciales desde las primeras etapas de su proceso clave, los cuales serán evaluados para lograr satisfacer las necesidades de los clientes finales.

Es importante tener en cuenta que los parámetros de selección de proveedores deben diferenciarse para los nuevos proveedores potenciales y para aquellos que ya tienen un registro de desempeños anteriores, debido a que las variables que se evalúan son diferentes. Mientras que en los primeros se tienen en cuenta capacidades tecnológicas, precios, tiempo de entrega, procedimientos de calidad, etc; para los segundos el desempeño se mide en entregas a tiempo, reducción de costos, controles de calidad, servicio al cliente, etc.

De esta manera el VEB necesita un facilitador tecnológico con la capacidad de identificar, seleccionar, comunicar y establecer acuerdos formales entre los aliados potenciales en un proyecto específico. Así mismo permite la perfilación cuantitativa (Ranking) para futuras selecciones de aliados, basadas en desempeños anteriores. Por lo tanto se definieron cuatro procesos principales para el servicio de selección de aliados, como se muestra en la figura 6.

## 5.3 Servicio de Inspección y auditorías: e-inspección

Es común encontrar en las empresas virtuales clientes extranjeros, donde los costos de auditorías son altos debido a los gastos de viajes. Es por esto que se propone un servicio a estos clientes que les permita dar seguimiento a sus productos o auditar a proveedores potenciales para nuevos negocios. Esto se puede lograr a través de una herramienta basada en Web, utilizando una cámara de video para inspeccionar visualmente los productos a medida que están siendo desarrollados y/o probados en la empresa del proveedor.



**Figura 6.** Procesos principales de la e-selección

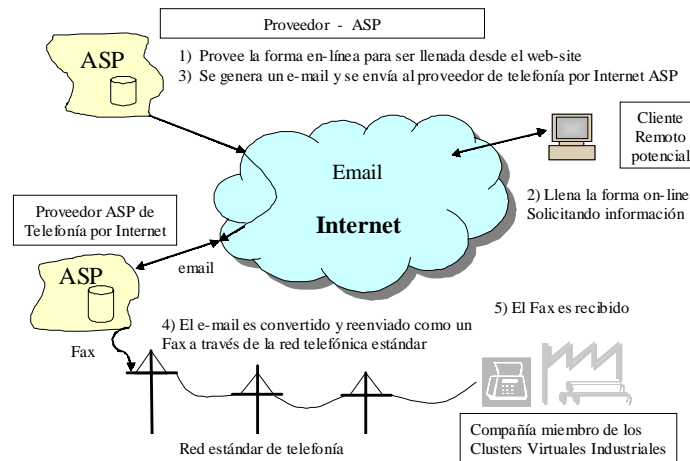
La inspección virtual estará disponible a los clientes a través de una interfase Web que provee audiciones virtuales con una Web-cam. La entrevista remota entre los clientes y las pequeñas y medianas industrias Mexicanas permite: A) Experiencia del cliente relacionada con la inspección de sus productos, B) Reducción de los costos de viaje de los clientes y C) Reducción en el tiempo de notificación al cliente (reducción del tiempo de ciclo)

#### 5.4 Servicio de certificación de comunicación: e-Fax

Uno de los más grandes problemas para la administración de los Clusters Virtuales Industriales es la falta de cultura de Internet. La Micro y pequeña industria tiende a los métodos y servicios tradicionales de comunicación para hacer negocios como lo son las entrevistas personales, el teléfono y el Fax.

El servicio propuesto actuará como un puente entre el mundo “en línea” y la “Telefonía tradicional”, permitiendo la conversión de información generada en Web, en información a través de Fax. Esta aplicación promoverá la cultura electrónica (e-culture) en el trabajo de la Pequeña y Mediana Industria. Este servicio funciona así: Un cliente envía por Internet Información importante, bien sea para solicitar información o cotización, o para dar aviso de algo importante, etc. y al enviar la información, esta se convierte en un mensaje de Fax que llegará también a la empresa, avisando de esta manera la inquietud del cliente, siendo muy probable que el empresario revise primero el Fax que la información electrónica.

Este servicio es de fácil implementación porque es una solución de comunicación de bajo costo utilizando aplicaciones comerciales existentes e integrándolas en un nuevo servicio. Dicho servicio se realizará “ensamblando” diferentes funcionalidades proveídas por diferentes y remotos ASP (Application Service Providers). De esta manera cada compañía proveerá un valor que es complementario para alcanzar el servicio final requerido: Forma de aplicación en Web, Transformación de e-mail y reenvío de Fax como se muestra en la figura 7.



**Figura 7.** Configuración de la comunicación por e-Fax

## 6. Conclusiones

Las Tecnologías de Información pueden apoyar el desarrollo de Servicios Electrónicos que ayudan al mejor desempeño de las actividades del VEB en las Empresas Virtuales. En este artículo se ha definido una metodología sistemática con el fin de desarrollar e-services que tengan gran impacto en las operaciones del VEB. Estos e-services también deben ofrecer un valor agregado a los clientes que están buscando los servicios de una entidad Broker. La metodología propuesta permite al VEB, no sólo identificar nuevos conceptos de e-services, sino también diseñar e implementar ideas potenciales en servicios automatizados. Es necesario diferenciar también que las aplicaciones electrónicas (e-applications) se enfocan en facilitar los procesos internos del broker, mientras que los servicios electrónicos (e-services) son aquellos que facilitan aquellos procesos del VEB donde interviene el Cliente, permitiéndole de esta manera ofrecerle un mejor servicio. De esta manera se han descrito cuatro e-services que son el resultado de la aplicación de la metodología y asegurando que tendrán impacto considerable en el desempeño de los servicios del VEB.

## 7. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la contribución a este trabajo, a los estudiantes de la Maestría en Global e-Management (GEM) de la EGADE.

## 6. Referencias

- [1] Gunasekaran A. and McGaughey R. "Information technology/information systems in 21st century manufacturing", International Journal of Productions Economics, 2002. pp. 1-6.
- [2] Xu W., Wei Y. and Fan Y. "Virtual Enterprise and its intelligence management", Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Sciences, Computers & Industrial Engineering, 2002. pp. 199-205
- [3] Mejia R. and Molina A. "Virtual Enterprise Broker: Process, Methods and Tools", 3rd IFIP Working Conference on Infrastructures for Virtual Enterprises (PRO-VE'02), Portugal, 2002. pp. 81-90.
- [4] Kanet J., Faisst W. and Mertens P. "Application of information technology to a virtual enterprise broker: The case of Bill Epstein". International Journal of Production Economics, 1999. pp. 23-32.
- [5] VIC Web Site (2001), (<http://www.mexican-industry.com>)
- [6] Molina A., Acosta J.L., Al-Ashaab A., Rodriguez K., "Web-based information model to support product development in Virtual Enterprises", in Digital Enterprise Challenges – Life Cycle Approach to Management and Production, , George L. Kovács, Peter Bertók, Géza Haidegger, (Eds.), Kluwer Academic Publishers, 2001, pp. 284-295.
- [7] Hartman and Sifonis. "Net ready: Strategies for success in e-economy", McGraw Hill. N.Y., 2000.

# MODELO DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE E-BUSINESS Y E-SERVICES

Eunice García, Arturo Molina.

El ambiente competitivo que existe hoy en día, y el uso constante de Tecnologías de Información basadas en Internet (e-technology) ha llevado a las empresas a desarrollar nuevas estrategias de negocio, para lograr una ventaja competitiva. La combinación de las tecnologías de información basadas en Internet y los procesos de negocios, han originado nuevos conceptos de negocio con enfoque electrónico, esto es "e-concepts". Surgen entonces, nuevos servicios basados en Internet ("e-services") que las empresas utilizan tanto dentro y fuera de su negocio para lograr una diferenciación en el mercado. La implantación de estos servicios ha impactado fuertemente a las empresas debido a que modifican los procesos de negocio. Es importante entonces realizar una planeación estratégica de las "e-technologies" que apoyarán a una empresa para alcanzar la ventaja competitiva deseada. El presente artículo propone un modelo para la planeación estratégica de "e-business" y "e-services"

**Palabras Claves:** Planeación estratégica, tecnologías de información, "e-services", "e-technology", "e-concept", estrategia.

## 1. INTRODUCCIÓN

La intervención del Internet en el ambiente, ha modificado la manera tradicional de hacer negocios, y al mismo tiempo la forma en que la información se mueve. Esto ha creado un ambiente en extremo competitivo, debido en gran parte al uso constante de Tecnologías de Información basadas en Internet (e-technology). Por tanto, las empresas se enfrentan a la necesidad de desarrollar nuevas estrategias de servicios basados en Web (e-services), para poder destacar, y no sólo cubrir con las necesidades requeridas por sus clientes, sino también por las necesidades que surgen dentro de la empresa misma.

Se presenta entonces, la necesidad de adaptar las "e-technologies" a los nuevos conceptos electrónicos (e-concepts) que se generan de acuerdo a las necesidades y giros de cada empresa. Sin embargo, las empresas se han dado cuenta que la implementación de los "e-services" no es una tarea fácil, se han encontrado con numerosos obstáculos causados por una falta de conocimiento del impacto que éstos ocasionarán a lo largo del negocio.

Un e-concept parte de una idea con respecto a la adopción de "e-technologies" involucrando procesos de negocio, dando paso así a un "e-service", el cual es establecido según las necesidades y requerimiento de una empresa. Dicha adopción es una de las tareas más largas, costosas y complejas que una empresa puede emprender. El nivel de inversión y el alto grado de incertidumbre implican que reajustes en los proyectos de implementación sean justificados. Factores como estos y otros influyen para que las empresas utilicen metodologías tales como la Planeación Estratégica, que ayudan a amortiguar los impactos presentados tanto en el presente como en futuro de un proyecto y a su vez, ayuda en la justificación de un proyecto determinado en su retorno de inversión.

La Planeación Estratégica parte de una estrategia, donde una genuina estrategia de "e-business" o "e-services" implica la participación de todos los procesos del negocio, así mismo el reajuste de estos (reingeniería). Este proceso comienza con un análisis de la situación actual de la empresa, evaluando el entendimiento de la estrategia, los procesos operativos y la aceptación del "e-service" dentro la organización, continuando con las modificaciones necesarias para adaptarse al "e-service", y la infraestructura de "e-technology" requerida, esto con el fin de mejorar la eficiencia y la productividad de la empresa. Y es así como la empresa comienza a idear la forma de mejorar sus servicios que le otorgarán una diferenciación sobre sus competidores.

Una vez realizado este proceso, se diseña la arquitectura de información que identifica las necesidades globales de información de la empresa, desarrollándose un modelo de “e-technology” que tiene como objetivo la transformación de las estrategias de negocios en una estrategia tecnológica. Posteriormente se construye la arquitectura, se definen los elementos claves, las características esenciales de la misma (hardware y software, etc.), y se continúa con el diseño a detalle de los modelos de operación del “e-services”, que describen el funcionamiento del área informática. Por último se elabora un modelo de planeación, donde se establecen las prioridades para la implementación de la “e-technology” para el “e-services” y los procesos operativos. Se define un plan de acción tomando en cuenta los riesgos y el orden de desarrollo de los proyectos, y el retorno de inversión de dicha implementación. [1]

Dentro de un modelo de planeación estratégica de “e-technologies” se visualiza una administración de las mismas, donde estas se planean inicialmente para lograr una ventaja competitiva. Esto se lleva a cabo estableciendo la estrategia de negocios deseada, enfocándose a la revisión actual de la empresa y estableciendo el punto o meta a dónde se quiera llegar y los elementos que intervendrán para lograr su objetivo.

Este artículo presenta los resultados de la tesis: Modelo de Planeación Estratégica para e-business y e-services, desarrollada por el autor (E. García). El Modelo tiene como objetivo el Crear una herramienta de apoyo basada en planeación estratégica. La herramienta será un modelo de planeación estratégica que permitirá a una empresa visualizar la factibilidad de implementación de un e-services a través del desarrollo de cada fase que compone al modelo.

Para la comprobación del modelo se tomó el caso de estudio de Mexican-Industry.com, el cual es un Cluster Virtual Industrial en México, desarrollado por el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (CSIM) del TEC de Monterrey, y a su vez, 3 e-services que el Cluster otorga dentro de su modelo de negocio.

## **2. MODELO DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARA “E-BUSINESS” Y “E-SERVICES”.**

Al mezclar “e-technologies” con conceptos tradicionales de negocio, la estructura tradicional de negocios de una empresa se ve afectada. En respuesta a este impacto, han surgido innumerables modelos de planeación estratégica de “e-technologies”, que facilitan su implementación. Los modelos de planeación estratégica han permitido a las organizaciones alinear sus estrategias de negocio a un ambiente competitivo, y les ha permitido desarrollar una ventaja competitiva.

El Modelo de Planeación Estratégica de “e-services” propuesto en este artículo, nace bajo la necesidad de crear un modelo que involucre la planeación estratégica en general, la planeación estratégica de tecnologías de información, los factores involucrados en un ambiente electrónico y los distintos modelos de negocio existentes hoy en día.

El “Modelo de Planeación Estratégica de “e-business” y “e-services” tiene como objetivo guiar a la empresa a través de conjunto de pasos ordenados que lo componen. El modelo está provisto de 4 fases partiendo de que el “e-service” proviene de una idea o concepto electrónico (e-concept) a implementar como lo muestra la figura 1.

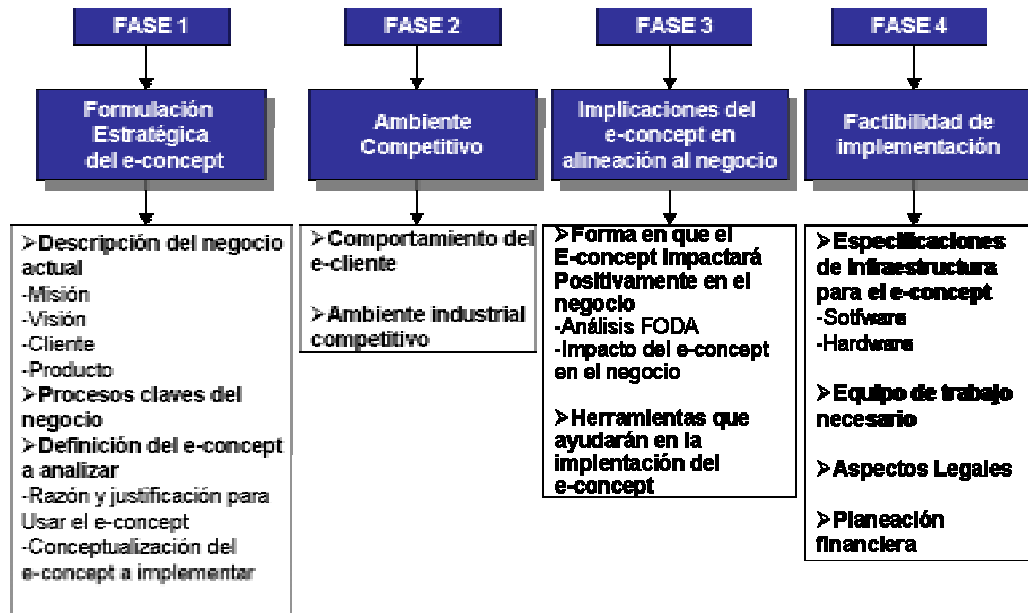


Figura 1. Modelo de Planeación Estratégica de “e-business” y “e-services”

## 2.1 FASE 1: Formulación Estratégica del “e-concept”

La estrategia consiste en el reconocimiento de las declaraciones estratégicas para el negocio, de objetivos específicos que se alcanzarán y los movimientos estratégicos necesarios para entender el futuro y las etapas por las cuales los objetivos pasarán, todo en una búsqueda incesante de la ventaja. Esta fase está compuesta por las siguientes 3 etapas, las cuales describirán la situación del negocio actual y la estrategia de “e-concept” a implementar y lo que quiere lograr con él.

### 2.1.1 Descripción del negocio actual

Para tener un panorama más específico de la empresa es necesario describir el contexto donde el “e-concept” se desarrollará, y es por lo tanto que la descripción se basa en la definición de:

- **Misión.** Es aquí donde las organizaciones tienen que responder a simples preguntas: ¿Qué es el negocio?, ¿Cuál es el propósito del negocio?
- **Visión:** A diferencia de la misión, la visión es la respuesta a la pregunta acerca del camino a seguir para responder a la pregunta: ¿Adónde quiere llegar la empresa?
- **Cliente:** Es el individuo o individuos a los cuales se les venderá, es decir, el tipo de mercado meta
- **Producto:** Es lo que la empresa desea vender u ofrecer al mercado. En donde se responde a las preguntas: ¿Qué es lo que hace el producto?, ¿Qué es el producto?, ¿A quién le sirve el producto? Y ¿Qué significa el producto para el cliente?

La formulación de la estrategia se plantea para enmarcar todos los factores dominantes de una empresa con una implicación secuencial en la misma, tanto de negocio como de perspectivas funcionales [2]. El objetivo de esta fase, es definir la estrategia basada en un “e-concept”, y el propósito de esta dentro del negocio.

### 2.1.2 Procesos claves del negocio

De acuerdo a Porter [4], los procesos claves de negocio son aquellos que aquellos procesos que hacen atractiva una industria, y les ofrece un potencial para alcanzar una ventaja competitiva sostenible, teniendo una importante interrelación con otras unidades de negocio. El objetivo de esta sección es establecer y listar los procesos claves del negocio para identificar dónde necesita enfocarse la estrategia.

### 2.1.3 Definición del “e-concept” a analizar.

Este apartado consiste en establecer:

- **La razón y justificación de utilizar el “e-concept”.** Actualmente las ventajas del negocio equivalen a un nivel superior uso de las tecnologías, y se obtiene estableciendo las razones para las cuales estas serán empleadas. En este punto es relevante establecer la razón para la cual la empresa pretende invertir en un “e-concept”, bien podría ser para bajar costos, mayor penetración en el mercado, dar valor añadido a su producto o bien, la interacción cliente y proveedor. De aquí que surja la pregunta ¿Cuál es la justificación para implementar el “e-concept”?
- **Conceptualización del “e-concept” a implementar.** Establecido el punto anterior, el siguiente y último detalle para finalizar la Fase 1, es definir por completo y a detalle el “e-concept” a implementar, donde el establecimiento del “e-concept” se clasifica en 5 categorías de intención: Información, Comunidad, Directorios y Colaboración, Facilitación de procesos. En cada categoría se establecen conceptos donde la intención de cada uno es descrita a detalle.

## 2.2 FASE 2: Ambiente Competitivo

La Fase 1, permite conocer a la empresa, así como también las intenciones que esta desea al establecer una estrategia basada en Web a través de un “e-concept” o un “e-service” determinado. Es por ello que la Fase 2 analiza el ambiente en donde el “e-concept” se desenvolverá, tanto dentro como fuera de la empresa que desee implementarlo.

Hoy en día el proceso de las decisiones de compra está básicamente basado en estímulos con respecto a la reacción del cliente y a su vez por las características del mismo, el ambiente que lo rodea, la tecnología, y la logística que existe para que él pueda realizar su compra. Por otra parte, es importante también para las empresas, no sólo evaluar el comportamiento de sus clientes, sino también el ambiente competitivo del cual se rodea, es decir conocer a sus competidores para tener éxito en su estrategia basada en “e-technology”.

Esta fase analiza 2 puntos basándose en otros modelos de apoyo:

- **Comportamiento del e-cliente:** Actualmente el consumidor o cliente representa un punto clave en el negocio. El modelo propuesto por Turban (2000) [3], hace énfasis en la relevancia que este tiene porque del comportamiento del cliente se derivará el comportamiento futuro del vendedor, es decir la empresa proveedora del servicio. Este análisis hace un enfoque del comportamiento del consumidor visto electrónicamente (e-costumer)
- **Ambiente competitivo industrial:** Este punto hace referencia al modelo tradicional de Porter (1998) [4], para análisis de los competidores. La amenaza sobre nuevos competidores, el poder de negociación de los proveedores, el poder de negociación de los compradores y las amenazas de los productos sustitutos.

## 2.3 FASE 3: Implicaciones del “e-concept” en alineación al negocio.

Existen muchas implicaciones para la implementación de un “e-service”. La importancia de las “e-technologies” que envuelven al “e-concept” son relevantes para crear un ambiente sólido. Sin embargo, existen otras implicaciones adicionales a estas que son trascendentes dentro de la empresa.



El análisis y detección de estas implicaciones es de vital importancia para lograr una alineación estratégica entre la “e-technology”, el “e-concept” con los procesos del negocio.

### 2.3.1 Forma en que el “e-concept” impactará positivamente al negocio.

Cualquier empresa posee fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en su ambiente, son comunes estos factores, y es importante el análisis de los mismos. El objetivo de este punto es detectar las oportunidades que se tendrán al implementar un e-servicio determinado y cómo este se alineará con el negocio. Muchas ideas inician con un propósito positivo, es decir una oportunidad. Lo importante de este propósito es la forma en que esta idea modificará e impactará a la empresa que la implemente. Este punto detecta el “cómo” y el “dónde” impactará un “e-concept”, y los riesgos que existirán dentro del negocio que lo implemente. Dentro de este apartado se realizan:

- **Análisis FODA.** Donde se analizan y se marcan las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas dentro de una empresa, estableciéndose una matriz de resultados en base al análisis con respecto al “e-concept”.
- **Impacto del “e-concept” en el negocio.** Impacto es medido basándose en 3 divisiones de negocio identificadas: Funcionales, Estructurales y Procesos de Negocio, donde el impacto ocasionado puede verse reflejado en Automatización funcional, Cross-Funcional y Automatización de Procesos.

### 2.3.2 Herramientas que ayudarán en la implementación del “e-concept”

Al analizar el punto anterior, se logra identificar diferentes escenarios en los que se puede mover la empresa a su conveniencia y necesidad. El objetivo de este punto es analizar qué elementos de “e-technology” se verán involucrados para lograr estos escenarios. Estas herramientas son clasificadas en:

- **Herramientas de Comunicación Electrónica** (“email”, “voice mail”, “e-fax”, “web-publishing”)
- **Herramientas de Conferencia Electrónica** (“data conferencing”, “voice conferencing”, “videoconferencing”, “discusión forums”, “chat systems”, “electronic meeting systems”)
- **Herramientas de Administración de Trabajo Colaborativo** (“Calendaring and scheduling”, “Task and project management”, “Work systems”, “knowledge management”)

## 2.4 FASE 4: Factibilidad de implementación

La factibilidad de implementación es un punto que involucra finanzas, y la factibilidad de realizar o no un proyecto determinado en cuestiones financieras. Una empresa que adopta una “e-concept” como estrategia de ventaja competitiva, debe saber a detalle qué tan económicamente posible es su realización o no. De acuerdo con Laudon (2001) y O’Brien (2002) [5,6], las prioridades de factibilidad en una organización están dadas por: Factibilidad técnica, Factibilidad operacional y el Análisis de costo/beneficio

El modelo propuesto añade a estas prioridades factores complementarios para un análisis más completo en la factibilidad de implementación de un “e-service”. Tales factores son:

- **Especificación de la infraestructura del “e-concept”:** Este punto hace referencia a la factibilidad técnica que rodea al “e-concept”. Especificaciones de hardware y software son analizados en este punto, listando todos los requerimientos necesarios para cubrir lo descrito en la fase 3.
- **Equipo de trabajo necesario.** La implementación siempre requiere de un grupo de personas que hagan posible la realización de un proyecto. Este grupo involucra tanto a la empresa misma como

a un grupo consultor y administradores de información. Algunas ocasiones, las empresas optan por especialista en algunas áreas, y realizan outsourcing.

- **Aspectos legales.** Internet ha causado modificaciones dentro del marco legal, originando así cuestiones que imposibles de regular. Cuando los compradores y vendedores no se ven entre sí, pueden existir acciones ilícitas, tales como el fraude, robo, etc., a través de Internet. Algunos países han logrado establecer reglamentos y políticas de uso, acción e implementación de servicios y tecnologías en Internet. Es indispensable para cualquier empresa que desee implementar un e-servicio conocer las regulaciones y el estatus legal que involucra tal implementación.
- **Planeación Financiera.** El análisis de factibilidad viene acompañado de un plan de financiamiento para dicha implementación, tomando en cuenta los 3 puntos anteriores. La planeación financiera establece el costo de la inversión en su totalidad y el retorno de la inversión.

### 3. MEXICAN-INDUSTRY.COM CASO DE APLICACIÓN

Mexican-Industry.com es un proyecto que implementa un modelo de negocio llamado Clusters Virtuales Industriales, el cual inició en Monterrey, México. Este proyecto está coordinado por el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (CSIM) del TEC de Monterrey. El proyecto tiene 3 años de haberse iniciado y actualmente existen 7 clusters en operación, conformado por 23 pequeñas y medianas empresas del área de metalmecánica, plástico y hule. [7]

El caso de aplicación está organizado de acuerdo a la figura 2.

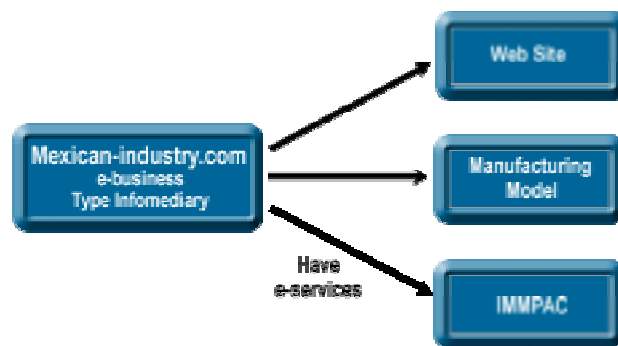


Figura 2. Mexican-Industry.com y sus e-servicios.

#### FASE 1: Formulación Estratégica de los “e-concepts” para Mexican-industry.com

Mexican-industry.com es un programa que ofrece el CSIM a través del TEC de Monterrey a las Micro, Pequeñas y Medianas empresas del sector manufacturero con el propósito de incrementar su competitividad, a través de evaluaciones tecnológicas y calificadas, implementando mejores prácticas y desarrollo de nuevos negocios con grandes empresas.

- **Misión.** Mexican-Industry.com tiene como misión el desarrollo sostenible de cada una de sus empresas asociadas a través de su desarrollo empresarial, vinculaciones industriales, desarrollo de nuevos productos, desarrollo y comercialización de tecnologías. Al integrar las competencias de nuestras empresas asociadas ofrecemos soluciones tecnológicas de proveeduría a la medida de las necesidades de nuestros clientes.
- **Visión:** Ser la mejor solución tecnológica de proveeduría de acuerdo a las necesidades de la industria

- **Cliente:** Las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (PyME) y las OEM (Original Equipment Manufacturer), Empresas Maquiladoras y Empresas de Alta Tecnología en Manufactura
- **Producto y Servicios:** Evaluación cualitativa, Desarrollo de plan empresarial, Sistema de Inteligencia competitiva, Desarrollo de Oportunidades de negocio, Desarrollo de nuevos productos, Empresas integradoras.
- **Procesos de Negocio:** Core competence deployment, Core competence selection, Core competence development y Core competence protection

e-concept	Razón y justificación del "e-service"	Conceptualización del "e-service".
<b>Mexican-industry.com Web site</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Funcionalidad a través de la satisfacción de sus clientes y visitantes</li> <li>▪ Penetración en el mercado</li> <li>▪ Promoción</li> <li>▪ Información disponible a nivel global</li> <li>▪ Imagen organizacional</li> <li>▪ Comunicación</li> </ul>	Mexican-industry.com es un portal vertical (Vortal) que busca habilitar la información que posee a nivel global de acuerdo a su modelo de negocio, sus productos y servicios. A su vez busca incrementar la comunidad que integra al cluster.
<i>Manufacturing-Model</i>	<p>Modelo de Información que describe la capacidad de manufactura de una empresa en particular. Identificando modelos, representando y capturando los datos, información y conocimiento que describe recursos de manufactura, procesos y estrategias de una empresa en particular. La razón de ofrecer Manufacturing-Model es por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ser una herramienta de búsqueda de proveedores especializada que ofrece información a nivel global.</li> <li>▪ Poseer información especializada de las PyMEs de la empresa disponible 24 x 7 Incrementar ventas.</li> </ul>	Base de datos que contiene información disponible de cada empresa que comprende al Cluster, sus recursos tecnológicos, humanos y organizacionales. Estos son representados a través de un modelo de manufactura que ofrece el acceso a un directorio con información especializada de proveedores del sector manufacturero, habilitada a través del Web site de Mexican-industry.com
<b>IMMPAC</b> (Integración y Modernización de Micros, Pequeñas y Medianas Empresas para Alcanzar la Competitividad)	Herramienta de diagnóstico Empresarial Información especializada de las empresas evaluadas. Habilitada a través de una base de datos ofreciendo información a nivel global. Un servicio de ventaja competitiva para sus clientes.	La metodología IMMPAC provee a Mexican-industry.com la facilidad de implementar el proceso de fortalecimiento apoyándose en esta herramienta. La principal intención es habilitar dentro de Mexican-industry.com Web Site y permitir que las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas pueden tener acceso a esta herramienta.

**Tabla 1. E-concepts a implementar dentro de Mexican-industry.com**

## **FASE 2: Ambiente Competitivo para Mexican-industry.com y sus "e-services".**

Como se mencionó, Mexican-industry.com tiene 2 tipos clientes, uno es directo (PyMEs) y el otro que es indirecto o usuario (grandes empresas) y que hacen uso del Web Site. Esta fase describirá lo correspondiente a cada "e-services" a implementar, en sus análisis del comportamiento del consumidor

como del ambiente competitivo industrial. En este artículo se presentará solamente el comportamiento del e-cliente Pyme con respecto al web site, así como también el ambiente competitivo industrial en el cual se desenvuelve, debido a que Mexican-industry.com ofrece tanto al Manufacturing-Model como al IMMPAC dentro de su ambiente.

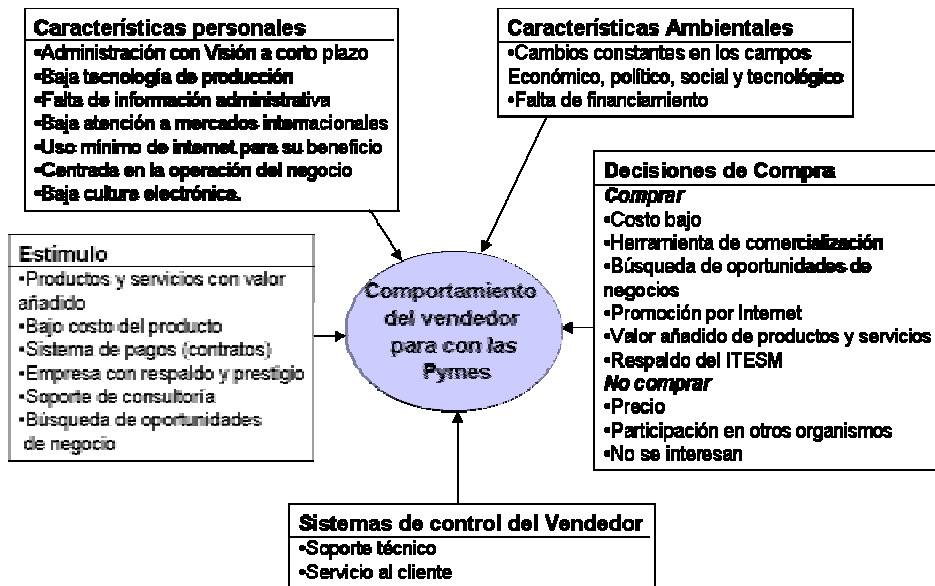


Figura 3. Comportamiento del e-cliente de Mexican-industry.com Web Site

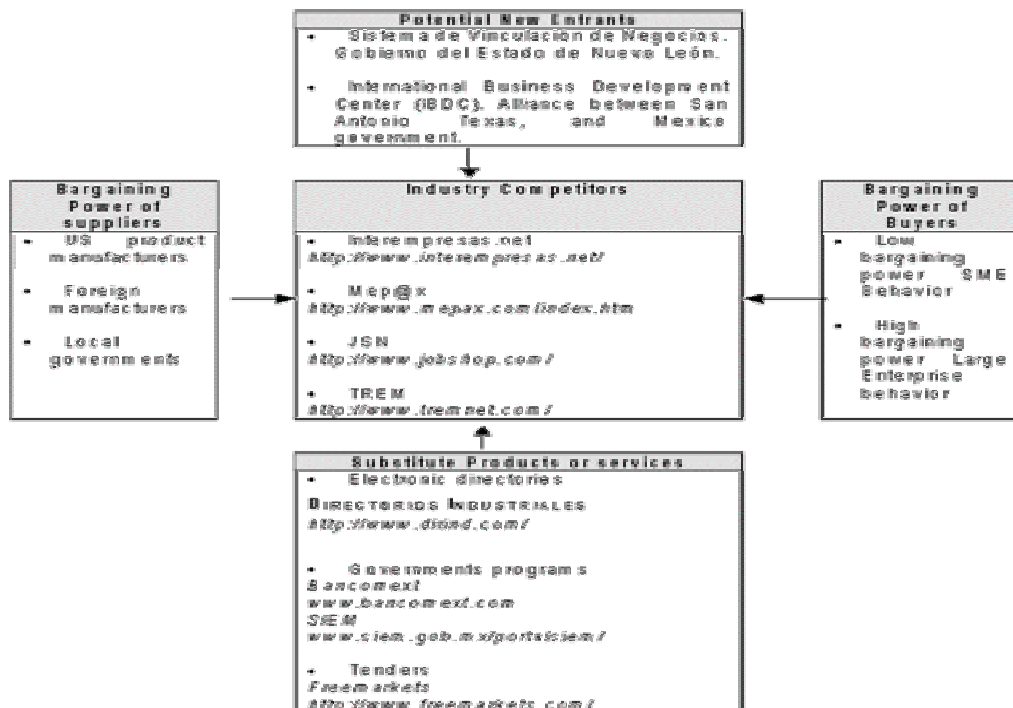


Figura 4. Ambiente Competitivo Industrial de Mexican-industry.com Web site.

### FASE 3: Implicaciones de los “e-services” en alineación a Mexican-industry.com

<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Provee información acerca de los recursos para una industria particular</li> <li>•Es una forma de abastecimiento de información enfocada a las preferencias de los clientes</li> <li>•Muchas herramientas y técnicas de mercadotecnia pueden ser habilitadas a través de él</li> <li>•Da presencia global.</li> </ul>	<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•El diseño y programación fue enfocada a los recursos de las PyMEs</li> <li>•El primer prototipo no es una herramienta interactiva</li> <li>•El web site por lo anterior sólo provee información</li> <li>•Muchas herramientas de interactividad no fueron habilitadas debido al perfil presentado por la PyME, ya que no se encontraba preparada para ciertos requerimientos que podía pedir el site</li> </ul>
<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Actualmente el enfoque de diseño y desarrollo fue enfocada al perfil de la PyME. Una oportunidad sería evaluar la posibilidad de crear un prototipo enfocada al perfil de las Grandes Empresas</li> <li>•Más interactividad colocando herramientas como cotizaciones en línea (eRFO) y activar un CRM en web.</li> </ul>	<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Falta de financiamiento para el proyecto</li> <li>•Redefinición de proyectos dentro del ITESM</li> </ul>

Análisis FODA para Mexican-industry.com Web Site

<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Información estructurada</li> <li>•Información documentada</li> <li>•Disponibilidad en web</li> <li>•Es una herramienta de diagnóstico empresarial</li> </ul>	<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Bajo interés de las empresas en comprarlo y usarlo</li> <li>•Entrenamiento a cada empresa</li> <li>•Los conceptos manejados son poco entendibles</li> <li>•No hay manual en línea</li> <li>•No está totalmente automatizado, por lo complejo</li> <li>•De los conceptos necesita el apoyo de un Consultor</li> <li>•Costo por encima del presupuesto PyME</li> </ul>
<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Más difusión y promoción</li> <li>•Considerar otros sectores industriales</li> <li>•Comercialización de la herramienta</li> </ul>	<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Falta de mecanismos de financiamiento para Las Pymes</li> <li>•Competidores</li> </ul>

Análisis Foda para IMMPAC

<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Información Estructurada</li> <li>•Las búsquedas pueden tan específicas como el cliente lo necesite</li> <li>•Mayor oportunidad de satisfacción al cliente</li> <li>•Rápida respuesta</li> <li>•Incrementa el costo-oportunidad de ganar un Cliente</li> <li>•Reduce costos de operación del Cluster</li> </ul>	<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Fue programado en java applets.</li> <li>•La base de datos sólo funciona con java o C++</li> <li>•La documentación definida en la base de datos</li> <li>•Es tan específica que las PyMEs no la poseen disminuyendo la factibilidad de la herramienta.</li> </ul>
<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•La idea del modelo es buena. Entonces puede ser migrada a otro tipo de estructuras, no orientadas a objetos</li> <li>•La mejor solución para la debilidad de applets, es convertirlos en servlets.</li> <li>•Extender el modelo a otros sectores industriales</li> </ul>	<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Actualmente corre en un servidor del ITESM. Si este es cerrado por redefinición de proyectos hay que buscar un servidor similar para que la herramienta funcione</li> </ul>

Análisis FODA para Manufacturing-Model

Figura 5. Análisis FODA para Mexican-industry.com Web Site, IMMPAC y Manufacturing Model

El impacto organizacional que tuvo Mexican-industry.com están representados por la figura 6

Clase de la Variable	Variables Convencionalmente diseñadas	Impacto y cambio causado por el e-concept
<p><b>Procesos de Negocio</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fortalecimiento</li> <li>•Comercialización</li> <li>•Vinculaciones</li> <li>•Desarrollo de nuevos productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Core competence Deployment</li> <li>•Core competence Selection</li> <li>•Core competence Development</li> <li>•Core competence Protection</li> </ul> <p>Impactando directamente en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Fortalecimiento</li> <li>•Comercialización</li> <li>•Vinculaciones</li> </ul> <p>Transfirió a otra entidad el proceso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollo de nuevos Productos</li> </ul>

Figura 6. Impactos y Cambios en Mexican-industry.com

Las herramientas que ayudarán la implementación de los “e-services” están dadas por la tabla 2.

Mexican-industry.com Web Site	Manufacturing Model	IMMPAC
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Electronic mail</li> <li>▪ Internet access</li> <li>▪ Document repositories</li> <li>▪ Web Publishing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Internet access</li> <li>▪ Corporate database</li> <li>▪ Internal business application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Internet acces</li> <li>▪ Corporate Database</li> <li>▪ Document repositories</li> <li>▪ Internal business application</li> </ul>

**Tabla 2. Herramientas que apoyarán los “e-services” de Mexican-Industry.com Web Site, Manufacturing Model e IMMPAC**

**FASE 4: Factibilidad de Implementación de Mexican-Industry.com web site, manufacturing-model e IMMPAC.**

La factibilidad de implementación de los “e-services” para Mexican-industry.com están representados por la tabla 3, en la cual por confidencialidad a la empresa, los costos de la Sección de Plan Financiero no serán publicados

E-services	Equipo de trabajo necesario	Aspectos Legales	Infraestructura
Mexican-industry.com Web Site	Un webmaster cuya función sea de Administrador de Información	<p>Compra del dominio en el NIC de EU. •<i>Mexican-industry.com</i></p> <p>Compra del dominio en el NIC de México •<i>Mexican-industry.com.mx</i></p> <p>Contrato del Web Hosting</p>	<p>Software: Macromedia Dreamweaver, Fireworks y Photoshop</p> <p>Hardware: PC para desarrollo, Web Hosting</p>
Manufacturing-Model	Desarrollador en java	Adquisición de la licencia de la Base de datos.	<p>Software: Java, ObjectStore database</p> <p>Hardware: PC para desarrollo, Servidor</p>
IMMPAC	ØContratación del outsourcing para su desarrollo.	<p>Compra del Software necesario.</p> <p>Contratación del outsourcing</p>	<p>Software: SQL Server, Visual Studio</p> <p>Hardware: Servidor NT.</p>

**Tabla 2. Factibilidad de Implementación de los “e-services” de Mexican-industry.com**

**4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Hoy en día, las “e-technologies” juegan un papel importante en un ambiente competitivo, ya que facilitan a las empresas en una forma más rápida, eficiente y efectiva la prestación sus servicios a través del uso de Internet (e-services) y de forma estar a la vanguardia y así mismo a distribuir la información generada a lo largo de la empresa. Las empresas que han identificado “e-services” como estrategias de negocio, se han dado a la tarea de enfocarse en desarrollar sus propias metodologías de planeación estratégica de “e-services”, para ajustarlas a las necesidades a las que están expuestas, y así satisfacerlas y ofrecer mejores servicios a sus clientes. Otorgándoles un valor agregado y métricas justificables de inversión.

Es por esto, que la planeación estratégica de “e-services” es una herramienta útil que permite a las empresas ajustarse a estos cambios, donde la planeación estratégica, debe ser un proceso que les permita alinear sus objetivos, misión, visión y procesos de negocio con las estrategias definidas.

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron los siguientes:

- El desarrollo de un modelo de planeación estratégica de “e-business” y “e-services”
- La implementación del modelo en un caso de estudio: Mexican-industry.com
- El desarrollo del prototipo del Web Site y la visualización de la evolución tanto del e-concept y el impacto dentro de la empresa. La imagen corporativa del cluster como Mexican-industry.com
- Desarrollo de un business plan como herramienta de apoyo, que no fue finalizado por los cambios que se originaron dentro de la empresa.

El modelo de Planeación Estratégica de “e-business” y “e-services” desarrollado en esta investigación es realmente una herramienta de apoyo que ayuda a los empresarios a visualizar la factibilidad de implementación de un “e-service” dentro de una empresa, partiendo de la idea de que el negocio ya existe y que desea analizar la implementación de un servicio basado en Web. El modelo cumple con el objetivo establecido, y al mismo tiempo posee diferentes metodologías que son empleadas a lo largo de su desarrollo.

El aprendizaje más importante en el desarrollo de esta investigación es que la tecnología por si sola no es una ventaja competitiva, tiene que estar respaldada por una buena planeación estratégica del negocio, así como también del establecimiento claro y definido de todos los procesos que involucrados.

## 5. REFERENCIAS

- [1] CLEMPNER, Kerik Julio y Gutiérrez, Tornés Agustín, Administración y Ejecución de un Plan Estratégico de Tecnología de Información [texto electrónico], Revista Digital Universitaria, URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.3/num1/art1/> (Accesado Mayo 12, 2002), Publicación en Dirección General de Servicios de Cómputo Académico-UNAM Ciudad Universitaria, México D.F. 31 de marzo del 2002 Vol. 3 No. 1.
- [2] HAX Arnoldo C, Majluf Nicolas S., The strategy concept and process. a pragmatic approachs, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1996
- [3] TURBAN Efraim, Lee Jae, King David, Chung H. Michael, Electronic Commerce. a managerial perspective, Prentice Hall, 2000
- [4] PORTER Michael, On Competition, Harvard Business School Publishing, Boston, MA, 1998
- [5] LAUDON Kennet C., Laudon Jane Price, Essentials of Management Information Systems, Transforming Business and Management, Prentice Hall, New Jersey, July 2001.
- [6] O'BRIEN James A., Management Information Systems. Managing Information Technology in the E-Business Enterprise, Fifth Edition, McGraw-Hill, 2002
- [7] GALEANO Sánchez Nathalie María, Proceso para administrar competencias claves en clusters virtuales industriales manufactureros. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Manfuactura. ITESM, Campus Monterrey, México. Junio, 2002.

# MODELO PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CLAVE EN CLUSTERS VIRTUALES INDUSTRIALES

Nathalie Galeano, Arturo Molina

Actualmente las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) buscan desarrollar ventajas competitivas para poder acceder nuevos mercados y aumentar sus ventas. Los Clusters Virtuales Industriales se presentan como una alternativa para que estas empresas unan esfuerzos y competencias en el desarrollo de oportunidades de negocio globales. Sin embargo, una vez creados los Clusters es necesario contar con un proceso estructurado que les permita identificar y desarrollar dichas oportunidades de negocio, además de mejorar internamente sus competencias y convertirse en la mejor alternativa para satisfacer las demandas de los clientes. Este artículo presenta un Modelo para Administrar las Competencias Clave de los Clusters, que actualmente es aplicado en Mexican-Industry.com, el primer Cluster Virtual Industrial en México que reúne empresas del sector metalmecánico y plástico.

Palabras clave: Clusters Industriales, Clusters Virtuales Industriales, Competencias Clave, PyMEs, Desarrollo Empresarial, Empresas Virtuales.

## 1. Introducción

Hoy en día las empresas buscan estrategias que les permita competir en un mundo globalizado y dinámico. Aunado a esto, se han estado desarrollando diferentes modelos de negocio, muchos de ellos apoyados en tecnologías de información que presentan una ventaja competitiva en muchas ocasiones. Dentro de este marco, las empresas mexicanas, especialmente las micro, pequeñas y medianas empresas buscan esquemas de cooperación que les permita unir y enfocar sus competencias claves para el alcance de sus objetivos y metas empresariales.

Un nuevo modelo de negocio que se presenta dentro del ambiente de negocios globales son las Empresas Virtuales [1], en este modelo se unen temporalmente varias empresas con el fin de unir sus capacidades para explotar una oportunidad en el mercado. Dos entidades forman parte importante de este modelo: el Broker de Negocios Virtuales (VEB, por sus siglas en inglés Virtual Enterprise Broker) y los Clusters Virtuales Industriales (VIC, por sus siglas en inglés Virtual Industry Cluster). El Broker es el agente que identificará las oportunidades de negocio y seleccionará las empresas que participarán en dicho negocio. El Cluster es la entidad que agrupa a las empresas y que proporciona la información de sus competencias claves, de tal manera que el Broker pueda seleccionarlas.

Los Cluster Virtuales Industriales son agrupaciones de empresas de diferentes industrias con competencias bien definidas, que tienen el objetivo de acceder nuevos mercados y desarrollar oportunidades de negocio mediante la nivelación de sus recursos y por ende, de sus competencias [1]. La unión de las competencias clave de las empresas pertenecientes al Cluster es la ventaja competitiva que le permite diferenciarse en el mercado global, la información estructurada de dichas competencias representa el principal producto que los Clusters Virtuales Industriales ofrecen.

Una competencia clave representa la integración de un conjunto de habilidades y tecnologías individuales de una empresa, que le permiten entregar un beneficio fundamental y diferenciado de la competencia a sus clientes, y que contribuyen a la prosperidad de la empresa en el largo plazo [2]. Dentro de este esquema, se plantea entonces, la necesidad de administrar dichas competencias dentro del Cluster, de tal manera que las empresas miembros representen las mejores opciones para un Broker durante del proceso de selección de aliados en el desarrollo de una oportunidad de negocio.

Este artículo presenta los resultados de la tesis: Proceso para Administrar las Competencias Claves en Clusters Virtuales Industriales [3], desarrollada por el autor (N. Galeano), tomando como base



el caso de Mexican-Industry.com (Clusters Virtuales Industriales en México). Mexican-Industry fue desarrollado por el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (CSIM) del TEC de Monterrey, Campus Monterrey, y actualmente tiene tres años de operación.

Los principales objetivos de este proceso de Administración de Competencias Clave son Seleccionar, Desarrollar, Utilizar y Proteger las competencias de las empresas miembros del Cluster de tal manera que puedan explotar al máximo las oportunidades de negocio que existan en el mercado global. Se pretende entonces, responder a las preguntas que surgen durante la operación de los Cluster Virtuales Industriales y el proceso de administración de sus competencias:

- Cómo seleccionar empresas a nivel mundial para el Cluster Virtual Industrial?
- Cómo asegurar que las competencias del Cluster sean mantenidas y extendidas?
- Que tipo de información de los miembros se necesita, y cómo se debe recolectar y estructurar dicha información?
- Cómo desarrollar un modelo de información que defina las competencias de los miembros, y por ende, las competencias del Cluster?

## 2. Marco Teórico

Para entender el Proceso de Administración de Competencias Clave en VIC es importante tener claros los siguientes conceptos:

**Clusters Virtuales Industriales (VIC)**, son agrupaciones de micro, pequeñas y medianas empresas cuyos objetivos principales son: complementar sus áreas de especialización y sus capacidades productivas para incursionar en nuevos mercados y en desarrollo de nuevos productos; proveer información de las capacidades tecnológicas de sus miembros para crear Empresas Virtuales; mejorar su capacidad de aprender e innovar mediante el intercambio de experiencias, información y mejores prácticas; establecer alianzas estratégicas, aumentar su poder de negociación mediante economías de escala y desarrollar sus competencias clave [4].

**Competencias Claves (CC)**, para entender mejor este concepto es importante entender el nivel de jerarquías que se presentan [2]:

- El primer nivel corresponde a los **recursos** de una empresa, que pueden ser recursos físicos (localidades, maquinaria y equipo, etc), humanos (personal, capacitación y experiencia) y organizacionales (cultura, reputación, etc)
- El segundo nivel corresponde a las **capacidades**, representan la habilidad de la empresa de administrar sus recursos. Consisten en los procesos de negocio y rutinas que administran la interacción entre los recursos de la empresa. Una capacidad reside en una función específica dentro de la empresa: capacidades de mercadeo, manufactura, empaque, etc.
- El tercer nivel corresponde a las **competencias**, la cual es la integración y coordinación de las capacidades de una empresa a través de sus funciones (cross-funcional). En empresas con UEN (Unidades estratégicas de negocio) una competencia representa las habilidades y conocimiento encontradas en cada UEN. Ej: rastreabilidad de paquetes en FedEx.
- Las **competencias clave** son el último nivel de la jerarquía. Son las habilidades y áreas de conocimiento que se comparten a través de las UENs de una empresa y que resultan de la integración de las capacidades de dichas unidades de negocio. Ej: Logística en FedEx.

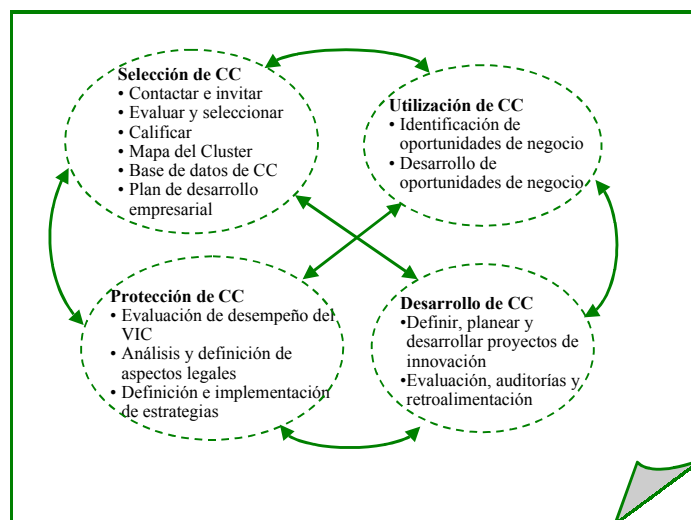
**Representación de las Competencias Clave en el ambiente de Negocios Globales Virtuales:** De acuerdo a Molina et al [5] las competencias clave en el ambiente de Negocios Globales Virtuales se pueden representar por el cumplimiento de las tareas demandadas por el mercado (identificadas por el Broker) mediante las habilidades y capacidades provistas por las empresas miembros del Cluster.

**Marco de Referencia de los Clusters Virtuales Industriales [3]:** este marco representa las cuatro etapas en el desarrollo de los VIC, estas son:

- **Análisis**, en esta etapa se realiza el análisis ambiental, económico y tecnológico del mercado, para definir el Plan Estratégico del Cluster. En este plan se plantean objetivos, metas, misión, visión, políticas, valores, estructura organizacional y planes de acción (Plan de Mercadeo, Financiero y Operacional) del Cluster.
- **Diseño**, en esta etapa se define: el Plan Operativo (actividades de mercadeo, financieras y operativas), la estructura del VIC (de acuerdo a productos, procesos o tecnologías), los productos y servicios que se ofrecerán y, las tecnologías de información y comunicación (ICT por sus siglas en inglés: Information and Communication Technologies) que apoyarán sus actividades. Finalmente se definen los siguientes aspectos: estructura organizacional, procesos de negocio, métodos y prácticas del Cluster.
- **Creación**, en esta etapa se invitan, seleccionan, evalúan y califican las empresas potenciales para crear el Cluster. Una vez creado el cluster, se realiza la base de datos de competencias claves de las empresas, se define el Plan de Desarrollo Empresarial para cada empresa miembro, y se lanza formalmente el Cluster. Paralelo a estas actividades se implementan las tecnologías de información y comunicación que apoyarán la operación del VIC.
- **Administración**, durante la operación del Cluster, se realizan tres procesos: la administración de ICT (portal, aplicaciones electrónicas, sistemas de soportes basados en Internet), la administración operativa (contratos, facturación, organización de reuniones, etc) y la administración de competencias clave del Cluster (selección, desarrollo, utilización y protección de competencias clave).

### 3. Proceso para Administrar Competencias Clave en VIC

La Administración de las Competencias Clave es el proceso más importante en la operación del Cluster. La estructura de este proceso se puede representar gráficamente como lo muestra la figura 1.



**Figura 1.** Proceso para Administrar Competencias Clave en VIC

En este modelo, los sub-procesos de Selección, Utilización, Desarrollo y Protección de las CC forman un ciclo, la secuencia de los mismos depende de la situación que se presente:

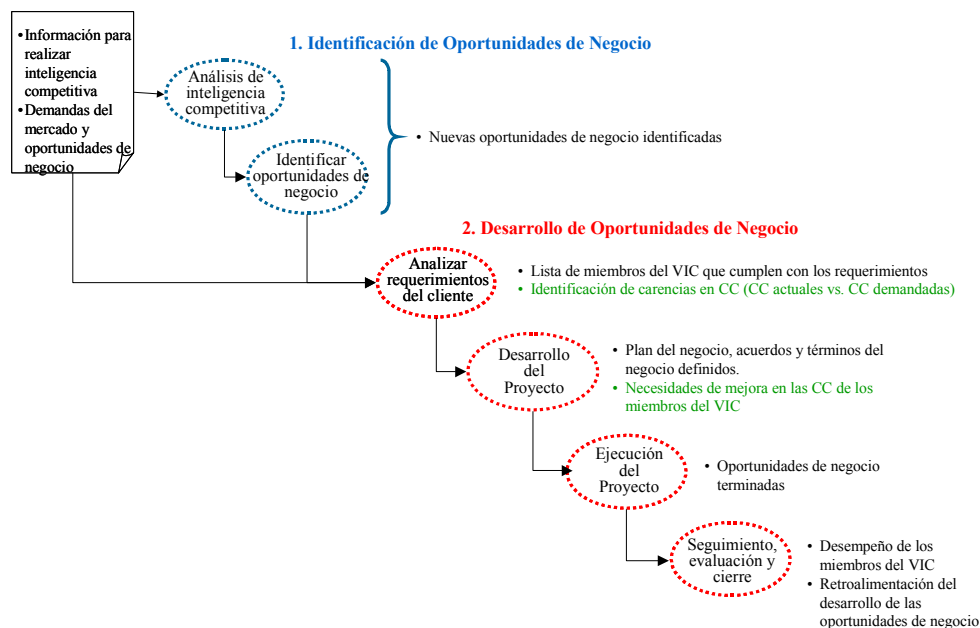
- Una vez el VIC es creado, la siguiente actividad que debe desarrollarse es la **Utilización de las CC**, cuyo objetivo es concretar oportunidades de negocio entre las empresas miembros del Cluster y clientes potenciales en el mercado global.
- El proceso de **Desarrollo de CC** puede ocurrir al mismo tiempo que el proceso de Utilización de CC. Durante la creación del Cluster, a las empresas miembros se les define el Plan de Desarrollo Empresarial, en donde se plantean proyectos de innovación que deben desarrollar con el fin de

mejorar sus CC o desarrollar nuevas CC. La implementación de dichos proyectos es lo que constituye el proceso de Desarrollo de CC.

- Los procesos de Desarrollo y de Utilización de CC impulsan el proceso de **Selección de CC**. Una vez que se identifica una necesidad de una nueva competencia en el Cluster para satisfacer una demanda del mercado, es necesario buscar la(s) empresa(s) que cuenten con dicha competencia, este proceso se conoce como Selección de CC.
- El proceso de Utilización de CC impulsa el Desarrollo de las CC, ya que cuando una empresa no cumple con los requerimientos para satisfacer una oportunidad de negocio, dicha empresa debe desarrollar las competencias que carece.
- De igual manera, cuando una nueva empresa se hace miembro del Cluster (proceso de Selección de CC), se comienza el proceso de Desarrollo de CC (mejora de sus competencias) y el proceso de Utilización de CC (búsqueda y explotación de oportunidades de negocio).
- Cuando una nueva CC de una empresa es desarrollada, una nueva oportunidad de negocio enfocada a dicha competencia puede ser identificada comenzando el proceso de Utilización de CC.
- Por último, el proceso de **Protección de CC** se realiza periódicamente con el fin de evaluar el desempeño de los miembros del Cluster y del VIC como organización. De los resultados de este análisis se definen estrategias que aseguren la mejora en la operación del Cluster.

A continuación se presentará el esquema de cada uno de estos subprocesos con sus entradas, actividades y salidas.

### 3.1 Utilización de las Competencias Clave



**Figura 2.** Representación del proceso de Utilización de Competencias Clave

En este proceso, representado en la Figura 2, las competencias claves del Cluster se utilizan en el desarrollo de oportunidades de negocio de acuerdo a las demandas del mercado, en algunos casos el negocio se desarrolla configurando una unión de empresas dentro del cluster, o simplemente se pueden dar relaciones directas uno a uno con el cliente. La metodología de Desarrollo de Oportunidades de Negocio de Molina y Mejía [6] fue adaptada para guiar este proceso.

### 3.2 Selección de las Competencias Clave

Cuando se encuentra alguna demanda que no se puede satisfacer porque las empresas miembros no tienen las capacidades o competencias necesarias, se buscan y seleccionan competencias en otras empresas del sector de tal manera que puedan satisfacer dicha necesidad. Este proceso se representa en la Figura 3.

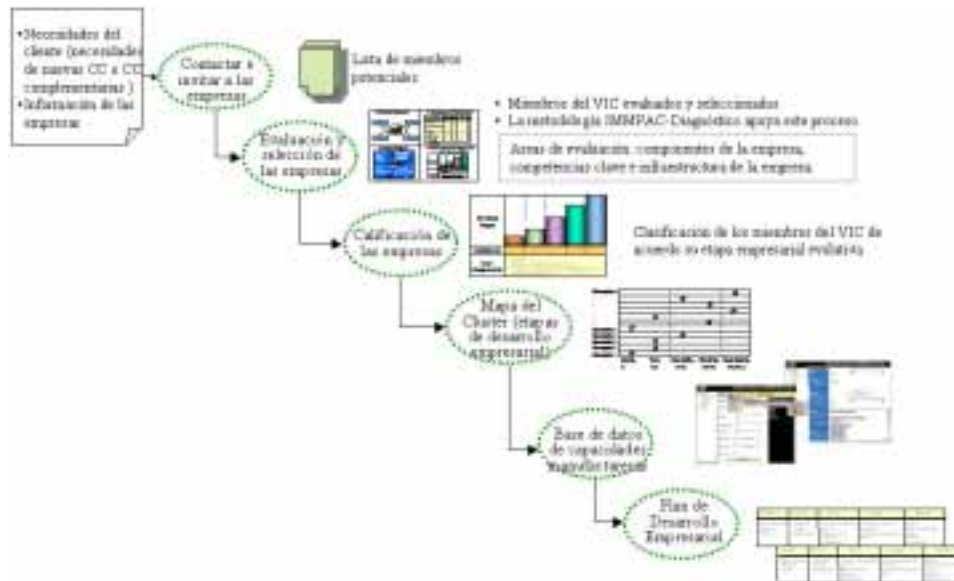


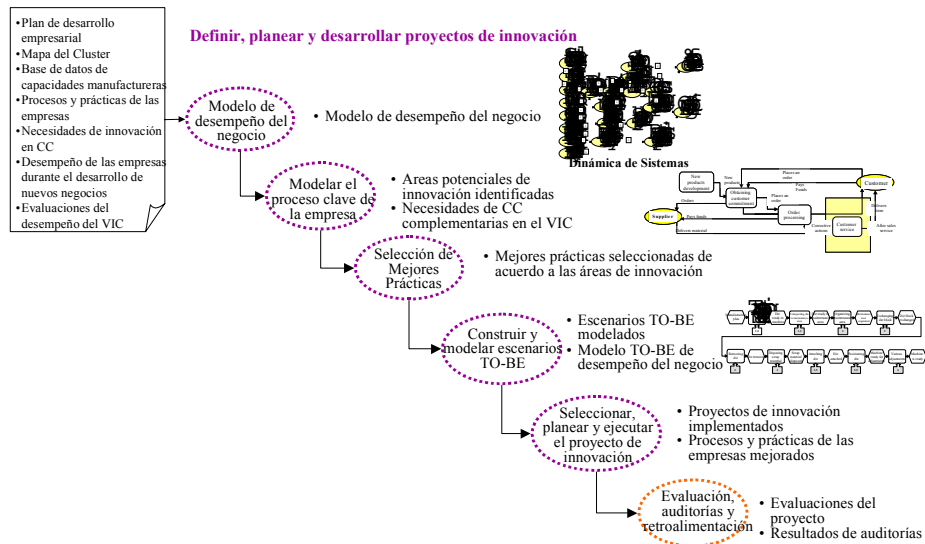
Figura 3. Representación del proceso de Selección de Competencias Clave

En este proceso, se utilizan varias metodologías y herramientas como:

- **IMMPAC Diagnóstico** [7] (<http://tamayo.mty.itesm.mx/immpac>): metodología que evalúa la posición competitiva de la empresa, sus indicadores de productividad y sus mejores prácticas para definir el Plan de Desarrollo Empresarial, en donde se plantean los proyectos de mejora e innovación que la empresa debe desarrollar.
- **Evaluación de Competencias Clave** [8]: metodología que identifica y evalúa las competencias clave de las empresas por medio de la identificación de sus recursos y evaluación de sus capacidades.
- **Mapa del cluster**: herramienta que facilita la identificación de etapa evolutiva las empresas de acuerdo a los resultados de la metodología IMMPAC [7]. Las diferentes etapas evolutivas por las que una empresa puede pasar son: Calidad, Confianza, Rentabilidad, Flexibilidad y Sostenibilidad.
- **Base de datos de las capacidades manufactureras** [9]: herramienta que permite capturar las competencias de las empresas del VIC en sus diferentes niveles: recursos tecnológicos, humanos y organizacionales, capacidades y competencias clave.
- **Plan de desarrollo empresarial**: herramienta que estructura los proyectos de mejora e innovación de las empresas en términos de modelos lógicos (actividades, resultados, efectos, impactos y beneficios) [7].

### 3.3 Desarrollo de las Competencias Clave

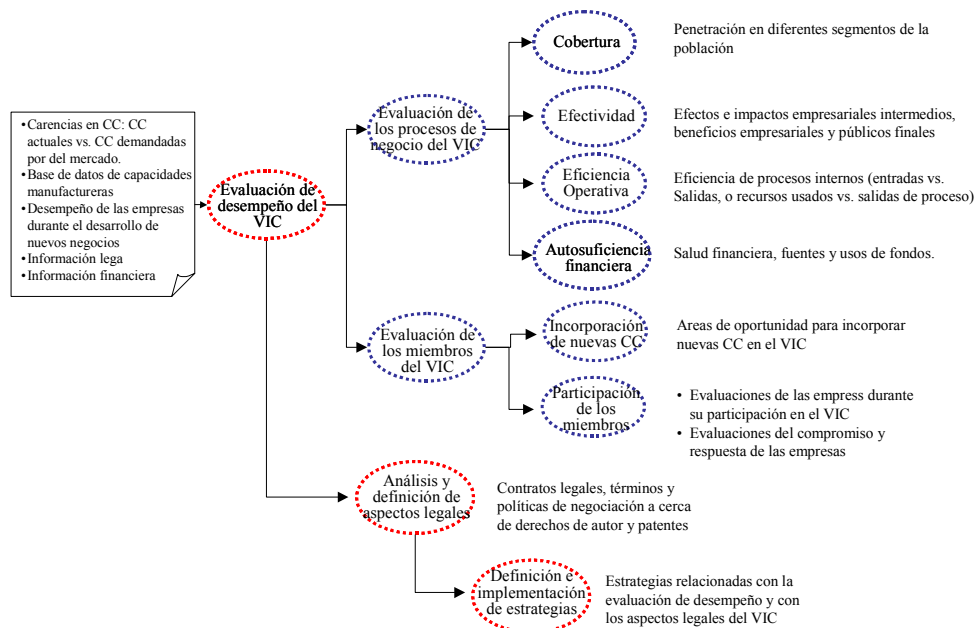
Continuamente, las competencias del Cluster deben desarrollarse por medio de realización de proyectos de mejora-innovación que pueden ser coordinados por el Cluster o pueden ser realizados independientemente por cada miembro. Este proceso llamado Desarrollo de Competencias Clave, es guiado por una adecuación de la Metodología para la Planeación e Integración de Mejores Prácticas de Manufactura y Tecnología [10], tal como se muestra en la figura 4.



**Figura 4.** Representación del proceso de Desarrollo de Competencias Clave

### 3.4 Protección de las Competencias Clave

Finalmente en el proceso de Protección de Competencias Clave, se buscan estrategias y mecanismos (operativos, financieros, organizacionales y legales) para que las empresas miembros y el Cluster, no pierdan las competencias con las que cuentan actualmente y para que se mejoren los procesos de negocio del VIC. En este proceso se realiza una de evaluación al final de cada año de operación del Cluster en términos de eficiencia operativa, autosuficiencia financiera, penetración en el mercado y efectividad, tal como lo presenta la figura 5.



**Figura 5.** Representación del proceso de Protección de Competencias Clave

## 4. Mexican-Industry.com Caso de Aplicación

Con el fin de analizar la aplicación del Proceso de Administración de Competencias Clave se estudió el caso de [www.mexican-industry.com](http://www.mexican-industry.com), (Clusters Virtuales Industriales en México), proyecto que tiene tres años de operación y reúne 7 Clusters Virtuales Industriales en los sectores metalmecánico y plástico, estos Clusters son: Plástico (PLASTIC AND RUBBERS), Troquelado (VIRTROQ), Maquinados CNC (VIRTUAL CNC), Moldes y Herramientas (DIES & TOOLS), Fundición (VIRCAST), Procesos de Acabado (FINISHING PROCESS) y Pailería - Soldadura (METALWORKING). En los siguientes apartados se describen los resultados de Mexican-Industry al desarrollar cada uno de estos procesos.

### 4.1 Utilización de CC en Mexican-Industry

Varias oportunidades de negocio se han desarrollado con el esquema del proceso de Utilización de Competencias Clave en Mexican-Industry. En la primera etapa: Identificación de Oportunidades de Negocio, Mexican-Industry realiza esfuerzos en diferentes direcciones para identificar demandas en el mercado, algunos de estos esfuerzos han sido: promoción del VIC y de sus servicios mediante visitas a clientes potenciales, participación en exposiciones de oferta-demanda, participación en eventos de desarrollo de proveedores y administración de la cadena de suministro y contactos con cámaras de comercio, entre otros. Este proceso se evalúa de acuerdo indicadores como número de empresas contactadas o visitadas, número de oportunidades de negocio detectadas, entre otros.

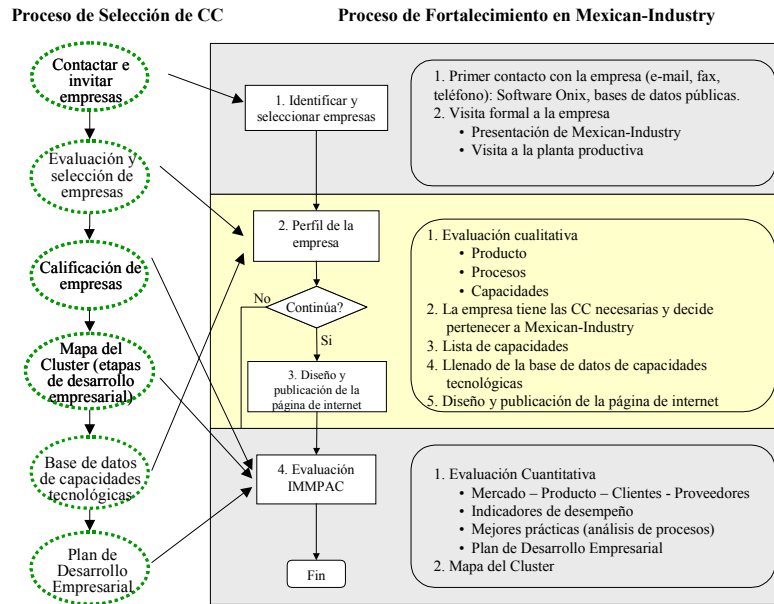
Una vez identificada la demanda, Mexican-Industry puede encontrar diferentes esquemas de desarrollo de oportunidades de negocio: transferencias de productos de OEMs (original equipment manufacturers), transferencias de tecnologías y desarrollo de nuevos productos. En este aspecto, los que se han presentado más comúnmente son: la transferencia de productos y el desarrollo de nuevos productos. Veamos algunos casos:

- Transferencia de productos: En este rubro se han realizado varias transferencias de productos metalmecánicos, como por ejemplo: transferencia de un producto maquinado de una empresa manufacturera automotriz a una empresa de Mexican-Industry del Cluster de Maquinados CNC; transferencia de productos metalmecánicos y pailería, de una empresa que diseña y manufactura equipo de mantenimiento para la industria aeroespacial, a varias empresas de Mexican-Industry de los Clusters de Maquinados y Metalworking; transferencia de diversos productos maquinados de una empresa que produce equipos para acondicionamiento de aire a varias empresas del Cluster de maquinados.
- Desarrollo de un nuevos productos para una empresa del Cluster de Metalworking de Mexican-Industry. Para esta empresa el Plan de Desarrollo Empresarial identificó la oportunidad de utilizar la capacidad instalada en su planta para el desarrollo de nuevos productos. Se planteó entonces el desarrollo de tres productos - tecnologías: construcción de naves industriales, diseño y manufactura de una máquina para cortar caña, y diseño y manufactura de carrocerías.

En este proceso de unir demanda con oferta entra a apoyar el Broker de Negocios Globales, en este caso, Mexican-Industry.com tiene un broker aliado llamado IECOS (Integration Engineering and Construction Systems S.A. de C.V.). Actualmente IECOS ([www.iecos.com.mx](http://www.iecos.com.mx)) apoya en el proceso de búsqueda de demanda, selecciona a las empresas que van a participar en el negocio, coordina y evalúa el desarrollo del mismo, además de que proporciona soporte técnico a las empresas del Cluster y que representa la unión entre el cliente y los miembros del VIC.

### 4.2 Selección de CC en Mexican-Industry

Mexican-Industry llama Fortalecimiento a este proceso, mismo que se encuentra representado en la figura 6, de igual manera se presenta la relación con cada una de las fases del modelo explicado anteriormente (Selección de CC).



**Figura 6.** Proceso de Selección de CC vs. Proceso de Fortalecimiento en Mexican-Industry

Tal como se aprecia en la figura 6, los dos procesos coinciden en las actividades, lo único que los diferencia es el orden en que se presentan, ya que Mexican-Industry aprovecha el perfilamiento de la empresa para capturar sus capacidades manufactureras. El resultado del perfilamiento se puede apreciar en el site de Mexican-Industry, ya que todas las empresas contienen la información que buscan los clientes potenciales del Cluster y el Broker cuando necesitan una capacidad determinada.

Aparte de las herramientas descritas en el inciso 3.2, Mexican-Industry utiliza el software Onix, como apoyo en las actividades de identificación y primer contacto con las empresas potenciales miembros. El Onix es un CRM, software de administración de las relaciones con el cliente, por sus siglas en inglés: Customer Relationship Management, en donde se crean campañas para encontrar empresas con nuevas CC, este software da el seguimiento a todas las actividades realizadas durante la campaña.

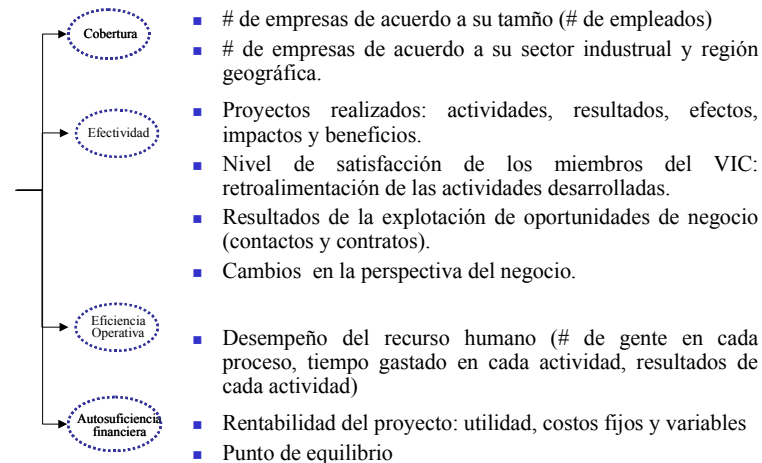
#### 4.3 Desarrollo de CC en Mexican-Industry

En Mexican-Industry cada empresa miembro es responsable de desarrollar nuevas competencias clave o competencias complementarias de acuerdo a su Plan de Desarrollo Empresarial y a la retroalimentación del desempeño de las oportunidades de negocio que haya desarrollado. Mexican-Industry no cuenta con políticas para desarrollar las competencias dentro de sus miembros, sólo en casos especiales, cuando se cuentan con los recursos disponibles y la empresa esté dispuesta a cubrir el esfuerzo que la implementación de un proyecto de mejora o innovación representa. Para cubrir este proceso, Mexican-Industry, facilita el contacto con los expertos en las competencias que deseen desarrollar y actúa como auditor o verificador de las actividades que se realicen.

Sin embargo, en algunos casos, Mexican-Industry, ha buscado mecanismos para que las empresas miembros desarrollen algunas de sus competencias a través de sus consultores. Como ejemplo podemos mencionar dos: la estructuración de un sistema de costeo para tres empresas miembros, el cual se realizó con ayuda de estudiantes de verano de investigación en el CSIM; la documentación de procesos de una empresa del Cluster de Metalworking y el diseño y construcción de una máquina para la fundición continua de aluminio para la misma empresa con el objetivo de mejorar sus procesos productivos.

#### 4.4 Protección de CC en Mexican-Industry

Mexican-Industry realiza la evaluación de desempeño del Cluster cada año, en donde se miden indicadores que presenta figura 7, resultados de esta evaluación permiten definir estrategias para mejorar el desempeño de los procesos de negocio del VIC [11].



**Figura 7.** Indicadores de desempeño en el proceso de evaluación de Mexican-Industry

Actualmente Mexican-Industry no ha desarrollado una evaluación formal a la participación de sus miembros en el VIC. La evaluación la realiza el Broker, conforme los resultados que obtenga de la participación de las empresas miembros en el desarrollo de las oportunidades de negocio. Los aspectos legales también se encuentran en desarrollo, Mexican-Industry cuenta con contratos que guían la relación entre las empresas miembros y el Cluster.

### 5. Resultados y Conclusiones

Los principales resultados de este trabajo de investigación se pueden resumir como:

- Definición, estructuración del Proceso de Administración de Competencias Clave en Clusters Virtuales Industriales
- Integración de diversas metodologías y herramientas que apoyan el proceso de Administración de Competencias Clave en los VIC.
- Análisis de Mexican-Industry como proyecto que utiliza la metodología de Administración de Competencias Clave en VIC.

El proceso de Administración de Competencias Clave presentado en este artículo responde a las preguntas iniciales que plantea el Marco de Referencia de Negocios Globales Virtuales [1] y que surgen durante la operación del VIC y el proceso de administración de sus competencias:

- ¿Cómo seleccionar y calificar empresas para que pertenezcan al VIC? Mediante el proceso de Selección de CC y el Mapa del Cluster que clasifica a las empresas según su nivel de desarrollo empresarial
- ¿Cómo mantener y extender las CC del VIC? Mediante el proceso de Desarrollo de CC y Utilización de CC.
- ¿Que información se necesita de los miembros? ¿Cómo reunir y estructurar dicha información? Se necesita la información de las competencias clave, capturada en la base de datos de capacidades manufactureras (de acuerdo con la jerarquía de las CC).

Algunos de los aprendizajes más importantes que se han obtenido durante todo este trabajo son:

- Una de las ventajas más importantes de los VIC, es la sinergia y flexibilidad que crean al configurarse para aprovechar determinadas oportunidades de negocio, esta configuración se



realiza a través del Broker de Negocios Virtuales, quien es la persona encargada de coordinar la red de empresas con las capacidades necesarias para cumplir la demanda del mercado. Las empresas miembros del VIC, más que ser competencia, se visualizan como aliados estratégicos complementando sus áreas de especialización y sus capacidades productivas.

- Durante el trabajo con las empresas de Mexican-Industry, siempre se ha resaltado la importancia de la comercialización y la explotación de oportunidades de negocio. Es por esto que es importante contar con los recursos adecuados para realizar este proceso, y apoyarse en el Broker, quien es la entidad que apoya fuertemente estas actividades.
- De las evaluaciones de desempeño de Mexican-Industry, se ha encontrado que el costo de mantener la estructura administrativa es alto, por lo que es necesario desarrollar nuevas estrategias, que en lo posible involucren instancias gubernamentales para que apoyen el desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa Mexicana.
- La confianza, el compromiso y la dedicación del empresario, y el tiempo de respuesta de la compañía son factores importantes para la operación del VIC, especialmente a la hora de desarrollar las oportunidades de negocio, ya que finalmente son los clientes los que definen la continuidad del Cluster.

Es importante recalcar que, durante la operación de los siete Clusters de Mexican-Industry, nuevas oportunidades de negocio se han desarrollado con empresas nacionales e internacionales. Los resultados de este trabajo han impulsado la creación de nuevos Clusters Virtuales Industriales en otros países latinoamericanos, como es el caso del Cluster metalmecánico El Salvador que está siendo desarrollado ([www.ElSalvador-industry.com](http://www.ElSalvador-industry.com)).

## 6. Referencias

- [1] Molina A. Ponguta S., Bremer C.F., Eversheim W., Framework for Global Virtual Business. *Agility & Global Competition*, Vol. 2, No. 3, 1998, pp. 56-69.
- [2] Mansor Javidan. Core Competence: What does it mean in practice? *Long Range Planning*, Vol. 31, No. 1, pp 60 to 71. Publicado por Elsevier Science Ltd. Great Britain, 1998
- [3] Galeano, Nathalie. Proceso para Administrar las Competencias Claves en Clusters Virtuales Industriales Manufactureros. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Manufactura. ITESM, Campus Monterrey, México. Mayo, 2002.
- [4] Molina A., Velandia M., Galeano N., Caballero D., Alvarado V. Creación de Clusters Virtuales Industriales. Memorias en CD del XXXI Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM, 18 - 19 Enero, 2001.
- [5] Molina, A, Pongutá, S, Bremer, C. Information Model to represent the Core Competencies of Virtual Industry Clusters. WZL RWTH-Aachen, July 1997
- [6] Molina A, Mejía R. Virtual Enterprise Broker: Processes, Methods and Tools. 2001. PRO-VE'02 - 3rd IFIP Working Conference on Infrastructures for Virtual Enterprises. Vilamoura, Portugal. May 2002
- [7] Molina, A., González D., Galeano N., IMMYPAC: Metodología para la implementación de programas de desarrollo integral empresarial en las MPYMES mexicanas, XXIX Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM, Memorias Tomo II, pp. 387 - 395, January 1999
- [8] Gallon, Mark R., Stillman, Harold M, and Coates, David. Putting Core Competency Thinking into Practice. *Research Technology Management*. Industrial Research Institute, May – June 1995. pp. 20–28.
- [9] Molina A., and Bell R. A manufacturing model representation of a flexible manufacturing facility. *Proc Instn Mech Engrs Vol 213 Part B*, 1999, pp. 225-246.
- [10] Medina, Veruzcka. Framework y Metodología para la Planeación e Integración de Mejores Prácticas de Manufactura y Tecnología. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Manufactura. ITESM, Campus Monterrey, México. Mayo, 2001.
- [11] Nexus Associates. Enterprise Development Center Evaluation Toolkit. Prepared for: The Inter-American Development Bank Multilateral Investment Fund. January 20, 2000.

**Área: Administración y Negocios**  
**Coordinadora de área: Dra. Irma Adriana Gómez**  
**Cavazos**

**Mercados de renta variable y de renta fija en América Latina**  
**Coordinadora de mesa: Dra. Olivia Villalba Moreno**

**COINTEGRACIÓN DE MERCADOS ACCIONARIOS Y TIPO DE CAMBIO EN TLC, LATINOAMÉRICA Y PAÍSES DESARROLLADOS.** Humberto Valencia Herrera, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

Durante los últimos años, se han creado zonas de libre comercio entre los principales bloques mundiales. La creación del TLC y del mercado común europeo ha cambiado la forma de definir mercados internacionales. El presente artículo analiza la cointegración de mercados de capitales y de tipo de cambio en una muestra de países de las regiones antes mencionadas. Se analizaron la integración de los mercados accionarios y de tipo de cambio entre una muestra de los miembros del TLC, países latinoamericanos y países desarrollados durante el período de enero de 2000 a junio del 2002. Se encontraron relaciones de causalidad tipo Granger y de vectores auto-correlacionados entre los índices accionarios de los países desarrollados, países desarrollados, y entre países latinoamericanos. La integración entre los índices accionarios de los países del TLC no fue más significativa que la observada con otros índices de países emergentes y de países desarrollados. Respecto al tipo de cambio, se observan relaciones entre países emergentes y desarrollados fuera de las áreas de influencia de las zonas económicas. Entre los índices y tipo de cambio considerados no se observa cointegración.

# UN ESTUDIO DE CAUSALIDAD DE LOS RENDIMIENTOS DE LAS BOLSAS DE VALORES DE PAISES EMERGENTES Y SUS VARIABLES MACROECONOMICAS : EL CASO DE MEXICO Y CHILE

Norma A. Hernández, Francisco Lozano

Utilizando la metodología de Granger estudiamos las relaciones causales entre las variables reales, monetarias y financieras de dos países emergentes: México y Chile. Para el caso de México encontramos evidencia de que los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores y la oferta monetaria causan la actividad industrial de México. Para el caso de Chile, se encontró evidencia de bicausalidad entre la oferta monetaria y la actividad industrial. Para ambos caso, México y Chile se presenta evidencia de una fuerte respuesta asimétrica de las variables que presentaron Causalidad de Granger.

Palabras clave: Causalidad de Granger, variables financieras, variables económicas, variables reales

## 1.Introducción

La relación entre los precios de las acciones y las variables macroeconómicas ha sido investigado asumiendo principalmente que los precios de las acciones son influenciados por las fluctuaciones macroeconómicas a través de su efecto en los futuros flujos de efectivo y su tasa de descuento (Chen 1986; Geske y Roll 1983; Fama 1981)[1,2,3]. En Estados Unidos existe numerosos estudios empíricos y documentación de estudios realizados que miden la relación existente entre los rendimientos de las Bolsas de Valores y las principales actividades económicas (Fama 1970, 1990, y 1991)[4,5,6], al igual que la relación entre el precio de los activos y las actividades económicas reales (Fama 1981; Chen, Roll y Ross 1986; Chen 1991)[7]. Otros estudios realizados son: relación entre los rendimientos de las acciones, actividades económicas reales y oferta monetaria de Estados Unidos de Norteamérica (Geske y Roll 1983; Mallaris y Urrutia 1991; Darrat y Brocato 1994; Darrat y Dickens 1999)[8,9,10]. En Corea se estudiaron estas relaciones (Known, Shin y Bacon 1997), Abdalla, I.S.A., and V. Murinde 1997)[11,12] investigaron sobre las interacciones entre los tipos de cambio y los precios de las acciones en países como India, Corea, Paquistán y las Filipinas usando pruebas de causalidad de Granger con observaciones mensuales en el período de Enero 1985 a Julio de 1994. Se observó causalidad unidireccional del tipo de cambio hacia los precios de las acciones en todos los países con excepción de Filipinas. Algunos de los factores más utilizados en estos estudios son la Producción Industrial, Inflación, tasas de interés y precios del petróleo ( Harris and Opler 1990)[13]. El objetivo ha sido explicar los rendimientos esperados del mercado de valores a través del tiempo. La lógica y metodología empleada esta basada en el entendimiento de que los rendimientos esperados son dependientes de factores de riesgo. La dirección de la relación entre las variables se asume que es unidireccional y va de las variables macroeconómicas hacia los rendimientos de las acciones.

---

Dra. Norma A. Hernández Perales, Profesora Asociada de Finanzas de la EGADE, ITESM Campus Monterrey, NormaHernandez@itesm.mx

Lic. Francisco Lozano, FEMSA-CERVEZA(División Internacional), Monterrey, jflogon@ccm.femsa.com.mx

Estudios empíricos recientes sobre la relación entre los rendimientos de las acciones y variables macroeconómicas han empleado técnicas tales como VAR y VECM, las cuales toman en cuenta relaciones o ligas dinámicas. Lee (1992)[14] investigó relaciones causales e interacciones causales entre rendimientos de los activos, actividad real e inflación. Los resultados muestran que los rendimientos reales de las acciones ayudan a explicar los movimientos en la actividad real. La inflación no es explicada por los rendimientos de las acciones. Estos resultados encontrados por Lee son compatibles con la explicación de Fama (1990) sobre la relación negativa entre los rendimientos de las acciones y la inflación. Mukherjee and Naka (1995)[15] investigaron las relaciones de cointegración entre los rendimientos de acciones y seis variables macroeconómicas en Japón. En este estudio emplearon VECM en un sistema de siete ecuaciones. Demostraron que si existe una relación de cointegración y que los rendimientos de las acciones contribuyen a esta relación. Hashemzadeh and Taylor (1998)[16] examinaron la dirección de causalidad entre la oferta monetaria, precios de acciones y tasas de interés en EE.UU. La relación encontrada entre la oferta monetaria M1 y los precios de las acciones es caracterizada por un sistema de retroalimentación, con la M1 causando algunas de las variaciones observadas en los niveles de precios de las acciones y viceversa. También encontraron causalidad entre las tasas de interés y los precios de las acciones.

En los mercados emergentes, estudios que han analizado la relación entre las variables macroeconómicas y los rendimientos de las acciones usualmente se han hecho a nivel país. Bailey and Chung (1995)[17] estudiaron la influencia sistemática de las fluctuaciones de tipo de cambio y del riesgo político en los rendimientos de las acciones en México. Los resultados más importantes son consistentes con el premio a la exposición del mercado de capitales a los cambios en el mercado de premios libres de riesgo en EE.UU.

Investigaciones más recientes en México, (Hernández 2001)[18] donde se estudió las relaciones entre los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores y las variables reales, monetarias y económicas, examinó cómo los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores responden a cambios en las variables económicas del país, al ser comparado a un mercado de valores más eficiente, en este caso EE.UU. Al estudiar estos hallazgos se crea la necesidad de investigar cual es la relación entre las variables estudiadas anteriormente en economías menos desarrolladas como la Mexicana y Chilena. Hasta donde sabemos no se han realizado estudios similares en Chile, pero se considera importante determinar si en otro país con características económicas similares a las de México, estas variables son determinantes para predecir estas relaciones.

Las Bolsas de Valores de México y Chile no cuentan con la experiencia ni el desarrollo que tiene un mercado accionario más avanzado como lo es el de EE.UU. pero se caracterizan por su rápido crecimiento. Se asume que responden a las variables económicas de forma diferente de lo que se esperaría de Estados Unidos de Norteamérica, por lo que el objetivo principal de la investigación es saber si existe una causalidad de Granger que explique la relación entre las variables macroeconómicas y los rendimientos de ambas Bolsas de Valores y si así fuese, averiguar si existe respuesta asimétrica entre dichas variables.

El estudio realizado por Hernández en el 2001 investigaba la relación existente entre estos tres tipos de variables (reales, monetarias y económicas) usando la Prueba de Causalidad de Granger, al igual que la relación causal de otras variables que pueden afectar los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores, como son: tipo de cambio peso / dólar, Tasa de Cetes a 28 días, inflación, tasa del Treasury Bills y el Índice de Dow Jones.

El objetivo de esta investigación es descubrir si existe alguna relación que afecte los rendimientos de la bolsa de valores de México y Chile. En primera instancia, se analizaron las relaciones entre las variables macroeconómicas definidas en el presente estudio y los rendimientos de la bolsa de valores de México. Después, se investigó el comportamiento de dichas variables para el caso del mercado de valores de Chile. En el caso de México se encontró evidencia de que los rendimientos de la BMV, representados por el IPC, y la oferta monetaria influyen en el índice de producción. Solo en estas dos variables se encontró causalidad por lo que se rechaza la hipótesis nula. No se encontró evidencia

de que la oferta monetaria influya en los rendimientos de la BVM, ni que estos últimos influyan en la tasa de desempleo.

Continuando con la investigación, no se encontró evidencia de que los Cetes a una tasa de 28 días, la tasa de cambio peso / dólar, el nivel de inflación, Dow Jones y Treasury Bills influyan en los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores.

Como siguiente paso se determino si existe respuesta asimétrica en las series de tiempo estudiadas desde 1990:01 a 2000:05 de las economías emergentes en estudio. Los datos obtenidos de México indican que existe una respuesta asimétrica sobre la Producción Industrial cuando existe un cambio porcentual en los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores, al igual cuando se presentan cambios porcentuales en la oferta monetaria del país. Las demás variables no presentaron respuesta asimétrica en las series de tiempo estudiadas.

En el caso de Chile se encontró evidencia de que los rendimientos de la Bolsa Chilena de Valores, representados por el IPSA no presenta causalidad de Granger, al contrario que en México, por lo que se acepta la hipótesis nula. La oferta monetaria influye en el índice de producción y viceversa, rechazando la hipótesis nula en ambos sentidos. No se encontró evidencia de que la oferta monetaria influya en los rendimientos de la Bolsa Chilena de Valores, ni que estos últimos influyan en la tasa de desempleo.

Continuando con la investigación, no se encontró evidencia de que la tasa de cambio, Dow Jones y Treasury Bills influyan en los rendimientos del IPSA. Pero si se encontró causalidad, rechazando la hipótesis nula en donde la tasa de inflación influye en los rendimientos de la Bolsa Chilena de Valores.

Como siguiente paso se determino si existe respuesta asimétrica en las series de tiempo estudiadas desde 1991:01 al 2001:03. Los datos obtenidos de Chile indican que existe una respuesta asimétrica en doble sentido sobre la Producción Industrial cuando existe un cambio porcentual en la oferta monetaria del país y viceversa. Además, La inflación presenta una causalidad y respuesta asimétrica frente a los rendimientos del IPSA. Las demás variables no presentaron respuesta asimétrica en las series de tiempo estudiadas.

### **1.1. Estudios anteriores de las relaciones entre variables macroeconómicas y el rendimiento de las bolsas de valores.**

El estudio de las relaciones entre las variables monetarias, económicas y reales es realizado de manera más profunda y completa. En 1937 Harbeler [19] reunió un conjunto de teorías económicas tratando de explicar la naturaleza y causas de las fluctuaciones económicas. Friedman y Schwartz (1963, 1982)[20,21] han estudiado el papel del dinero, mientras que economistas financieros como Sharpe (1964)[22] se enfocaron en los activos financieros.

Recientemente se han realizado otros estudios enfocados en áreas especializadas. Rozeff (1974)[23] ha estudiado la relación entre la oferta monetaria y el precio de las acciones. Barro (1977)[24] ha analizado la relación entre factores monetarios y resultados reales. Mishkin (1982)[25] sugiere que la oferta monetaria actual es un factor que explica las salidas del GNP actual del GNP potencial. Fama (1981) investiga las relaciones entre los rendimientos de las acciones, actividad económica, inflación y dinero. Plosser (1989)[26] enfoca su estudio en los ciclos de los negocios y enfatiza el papel fundamental de los shocks tecnológicos en la función de producción y los resultados reales de la economía. Kydland y Prescott [27] concluyen que M1 se mueve contemporáneamente con los ciclos de los negocios mientras que M2 principia el ciclo, sugiriendo que consideraciones de crédito podrían jugar un papel importante en la teoría de ciclos de negocios.

Neftci (1984) encontró que las recesiones en la actividad económica tienden a ser más empinadas y de más corto plazo que las recuperaciones en la actividad económica. Usando Cadenas de Markov propone un método para probar su propuesta de que las series de tiempo económicas muestran un comportamiento asimétrico durante el transcurso de un ciclo de negocios. Aplicó la prueba a datos de

la tasa de desempleo trimestral en Estados Unidos de 1948 a 1981, encontrando evidencia de asimetría. Falk (1986) extiende el estudio de Neftci a otras series económicas asociadas con el ciclo de negocios de Estados Unidos: GNP real, producción por hora-hombre e inversión privada. Además estudió el comportamiento de la producción industrial en Canadá, Italia, Alemania, Reino Unido y Francia, para determinar si los ciclos asimétricos son un fenómeno internacional. Estos estudios no probaron la hipótesis de asimetría tan fuertemente como los estudios de Neftci.

En la pasada década un número importante de papers han investigado la excesiva volatilidad en el mercado de valores y cuestionado la validez de la hipótesis de los mercados financieros eficientes. Shiller (1989)[28] resume estos estudios y concuerda en que las volatilidades en el precio de acciones especulativas son excesivas en relación a las volatilidades en variables monetarias y reales. Friedman y Schwartz (1963) han mostrado que los cambios en la volatilidad de la oferta monetaria generaron cambios en la volatilidad de la producción.

En su paper seminal, Chen, Roll y Ross (1986) explican que el precio de las acciones reaccionan sensiblemente ante noticias económicas. Ellos encontraron que las macro variables significativas para explicar el rendimiento esperado de las acciones son: producción industrial, cambios en la prima por riesgo, virajes en la curva de rendimientos y, más débilmente, mediciones de inflación no anticipada y cambios en la inflación esperada durante periodos donde estas variables fueron altamente volátiles.

## 2. Metodología

### 2.1 Causalidad de Granger

Las pruebas de causalidad de Granger (1969) [29] son pruebas de la habilidad predictiva de los modelos de series de tiempo.

La prueba de causalidad de Granger consiste en usar pruebas F para determinar si la información retrasada de una variable X, tiene un papel estadísticamente significativo en explicar Y en presencia de una Y retrasada. Si en la presencia de una Y retrasada, las X retrasadas no tienen una contribución estadísticamente significativa para explicar  $Y_t$ , entonces se dice que X no causa Y según la prueba Granger.

El modelo simple de causalidad de Granger es el siguiente:

$$X_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^m a_j Y_{t-j} + \sum_{j=1}^m b_j X_{t-j} + e_t \quad (1)$$

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{j=1}^m c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m d_j Y_{t-j} + \mu_t \quad (2)$$

La definición de causalidad implica que Y esta causando X, provisto que, algunos  $a_t$  no son cero en la ecuación (1). De igual forma X causa Y si algún  $c_t$  no son cero en la ecuación (2). Si ambos eventos ocurren, existe una retroalimentación y es posible que una o más de otras variables estén causando los cambios observados en ambos X y Y. La F estadística es calculado estimando las expresiones anteriores en las formas restringidas y no restringidas. Si la F estadística es más grande que el valor crítico, entonces se dice que X causa Y según la prueba Granger, de otra forma, nada se puede inferir acerca de la causalidad de Granger.

Las pruebas de causalidad de Granger requieren de series de tiempo estacionarias. Engle y Granger (1987) mostraron que si dos variables no estacionarias están cointegradas, un vector de auto regresión en la primera diferencia no está especificado. Por ejemplo, si la oferta monetaria y la producción industrial son no estacionarias en niveles, pero la primera diferencia de cada variable son estacionarias, se dice que las dos variables están integradas en orden uno. Si la diferencia entre la

oferta monetaria y la producción industrial (o cualquier combinación lineal de las dos variables) es estacionaria, las dos variables se dice que están cointegradas. Debido a que presencia de cointegración puede causar que la prueba de causalidad tipo Granger no esté especificada, es necesario probar la integración antes de correr las pruebas de causalidad. Si existe cointegración, un modelo de corrección de errores debe ser construido. El concepto básico de la definición causal que se discute es el conocimiento de que la variable causal ayuda a predecir la variable que está siendo causada.

## 2.2 Respuesta asimétrica

La existencia de una respuesta asimétrica puede ser probada mediante un modelo de regresión envolviendo una variable dummy. Formalmente definimos  $X_t$  como un proceso pro cíclico, regular linealmente estacionario con media de cero, y dejemos a  $I_t$  estar definida por:

$$I_t = \begin{cases} +1 & \text{if } X_t > 0 \\ -1 & \text{if } X_t < 0 \end{cases}$$

El proceso  $I_t$  serán en general, positivo durante movimientos a la alza y negativo durante movimientos a la baja. También  $I_t, I_{t+s}, s > 0$  normalmente sería correlacionado. Si creemos que las series observadas muestran caídas más pronunciadas durante recesiones y que su impacto es más significativo durante movimientos a la baja que durante cambios a la alza, entonces uno esperaría un coeficiente significativo cuando un cambio negativo ocurre en  $X$ .

Otra forma de determinar la asimetría es mediante modelos econométricos lineales que tratan de explicar los caminos de tiempo de variables cíclicas. En este sentido, un proceso de disturbio asimétrico podría reflejar la presencia de un ciclo asimétrico. Los residuales de la regresión de estos modelos tenderían entonces a ser especialmente largos en la vecindad de puntos.

## 3. Datos

### 3.1 Datos para México

La muestra corresponde a los datos mensuales del valor ponderado del Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV (IPC), índice de producción industrial, oferta monetaria expresada en M1, tasa de desempleo, tasa de Cétés a 28 días, tasa de inflación, tipo de cambio peso/dólar, Índice Dow Jones y la tasa de T-Bill de Estados Unidos a 3 meses. La oferta monetaria fue obtenida del Banco de México, y las otras series fueron obtenidas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la institución oficial que reúne la información económica nacional de importancia. El periodo de estudio en la muestra para México es de Enero de 1990 hasta Mayo del 2000.

### 3.2 Datos para Chile

Se utiliza el índice de la Bolsa de Comercio de Santiago, el IPSA, este es uno de los indicadores del desempeño del mercado accionario en su conjunto. Expresa un índice basado en el valor ponderado de una muestra representativa de acciones intercambiadas en la Bolsa de Comercio de Santiago. Las demás variables utilizadas fueron: el tipo de cambio, tasa de desempleo, M1, la tasa de interés del banco central, el índice de producción industrial y el índice de precios al consumidor. Para el caso de Chile, el estudio comprende desde Enero de 1991 hasta Marzo del 2001.

## 4. Resultados

Los resultados obtenidos de la prueba realizada "Augmented Dickey Fuller", demostró que todas las variables son estacionarias en ambos casos a un nivel de significancia del 5%.



Al correr la prueba para medir la Causalidad de Granger se observo que ciertas variables rechazan la hipótesis nula de no causalidad. Las relaciones estudiadas se corrieron entre las variables ordenadas por pareja con series de tiempo estacionarias.

En México se puede observar que los resultados muestran evidencia que los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores (IPC) y la Oferta Monetaria influyen en la actividad económica real del país representada por la Producción Industrial. No se encontró causalidad entre la Oferta Monetaria y el IPC, por lo que se concluye que la Oferta Monetaria no influye o no juega un papel determinante en la actividad financiera del país. No se encontró relación que indique que las variables económicas de los Estados Unidos de Norteamérica influyan de forma directa en los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la Prueba de Causalidad de Granger, en donde se puede observar que las demás variables no presentaron causalidad, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Al realizar la prueba de Causalidad de Granger en Chile se puede observar que los resultados muestran evidencia que los rendimientos de la Bolsa de Comercio de Santiago (IPSA) y los Agregados Monetarios influyen en la actividad económica real del país representada por la Producción Industrial. No se encontró causalidad entre los Agregados Monetarios y el IPSA, por lo que se concluye que los Agregados Monetarios no influyen en la actividad financiera del país. Tampoco se encontró relación entre los rendimientos de la Bolsa de Comercio de Santiago y el desempleo. Al estudiar la tasa de inflación en este país, se encontró causalidad entre esta variable y los rendimientos de la Bolsa de Comercio de Santiago, por lo que se rechaza la hipótesis nula de no causalidad. No se encontró causalidad que indique que las variables económicas de los Estados Unidos de Norteamérica influyan de forma directa en los rendimientos de la Bolsa de Comercio de Santiago. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la Prueba de Causalidad de Granger, en donde se puede observar que las demás variables no presentaron causalidad, por lo que se acepta la hipótesis nula.

### Mexico Granger Causality Test

Ho: No existe Causalidad de Granger

Causality Direction		F Calculated	Conclusion
IPC	—————▶ IP	2.80	Ho Rejected
IP	—————▶ IPC	0.59	Ho Accepted
M1	—————▶ IP	7.23	Ho Rejected
IP	—————▶ M1	1.54	Ho Accepted
M1	—————▶ IPC	1.54	Ho Accepted
IPC	—————▶ M1	1.43	Ho Accepted
IPC	—————▶ Desempleo	1.59	Ho Accepted
Desempleo	—————▶ IPC	1.26	Ho Accepted
T-Bill	—————▶ IPC	2.08	Ho Accepted
Dow Jones	—————▶ IPC	0.48	Ho Accepted
Cetes	—————▶ IPC	0.34	Ho Accepted
Tipo Cambio	—————▶ IPC	1.12	Ho Accepted
Inflacion	—————▶ IPC	1.57	Ho Accepted

Ho rejected at 5% level of significance

## Chile Granger Causality Test

Ho: No existe Causalidad de Granger

	Causality Directon	F Calculated	Conclusion
IPSA	—————▶ IP	0.45	Se acepta Ho
IP	—————▶ IPSA	0.41	Se acepta Ho
M1	—————▶ IP	11.81	Se rechaza Ho
IP	—————▶ M1	3.38	Se rechaza Ho
M1	—————▶ IPSA	0.73	Se acepta Ho
IPSA	—————▶ M1	1.96	Se acepta Ho
IPSA	—————▶ Desempleo	0.32	Se acepta Ho
Desempleo	—————▶ IPSA	0.66	Se acepta Ho
T-Bill	—————▶ IPSA		Se acepta Ho
Dow Jones	—————▶ IPSA		Se acepta Ho
Intereses	—————▶ IPSA	1.91	Se acepta Ho
Tipo Cambio	—————▶ IPSA	1.40	Se acepta Ho
Inflacion	—————▶ IPSA	3.58	Se rechaza Ho

Ho rejected at 5% level of significance

Todas estas pruebas de Causalidad de Granger realizadas para probar la existencia de variables que influyen en los rendimientos de la Bolsa de Valores (IPC en México y IPSA en Chile) fueron medidas en base a la Hipótesis nula de no causalidad. Esta hipótesis fue probada con la F-estadística.

Como se puede observar anteriormente los resultados de las pruebas de Causalidad de Granger indican que los rendimientos de ambas Bolsas de Valores (México y Chile) influyen en las variables económicas reales de cada país. Al probar la existencia de respuesta asimétrica en los datos mexicanos se encontró significancia en los cambios en los rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores y el IP. Estos resultados sugieren que los agentes económicos incorporan noticias económicas en una forma eficiente en los precios de la BMV. En el caso de la otra variable que probó ser significativa al correr la prueba de Causalidad de Granger como es la Oferta Monetaria, se encontró asimetría, es decir un cambio porcentual significativo al explicar el comportamiento de la Producción Industrial. También se encontró respuesta asimétrica entre los Treasury Bills de Estados Unidos y los rendimientos de la BMV. Las demás variables estudiadas no mostraron asimetría.

**F tests of asymmetric responses for stock returns of BMV  
M1, Industrial Production and Inflation.**

**Ho: No existe Asimetría**

	<b>Causality Direction</b>	<b>F Calculated</b>	<b>Conclusion</b>
IPC	—————▶ IP	4.42	Ho Rejected
M1	—————▶ IP	9.52	Ho Rejected
M1	—————▶ CETES	1.33	Ho Accepted
M1	—————▶ IPC	1.70	Ho Accepted
T-bill	—————▶ IPC	2.91	Ho Rejected

Ho rejected at 5% level of significance

Al probar la existencia de respuesta asimétrica en los datos chilenos se corrieron varias pruebas para determinar que relación asimétrica existe entre las variables estudiadas. En el caso de la variable que probo ser significativa al correr la prueba de Causalidad de Granger como es los Agregados Monetarios, se encontró asimetría, es decir un cambio porcentual significativo al explicar el comportamiento de la Producción Industrial. También se encontró respuesta asimétrica entre la tasa de inflación y los rendimientos del IPSA. Las demás variables estudiadas no mostraron asimetría.

<b>F tests of asymmetric responses for stock returns of BVC, M1, Industrial Production and Inflation.</b>			
<b>Ho: No existe Asimetría</b>			
	<b>Causality Direction</b>	<b>F Calculated</b>	<b>Conclusion</b>
<b>M1</b>	—————▶ <b>IP</b>	<b>16.05</b>	<b>Ho Rejected</b>
<b>IP</b>	—————▶ <b>M1</b>	<b>6.31</b>	<b>Ho Rejected</b>
<b>Inflacion</b>	—————▶ <b>IPSA</b>	<b>4.66</b>	<b>Ho Rejected</b>
<b>Ho rejected at 5% level of significance</b>			

## 5. Conclusiones

El propósito de este estudio fue el de investigar las relaciones de causalidad entre las variables reales, monetarias y financieras en países emergentes de Latinoamérica como es el caso de México y Chile. Probamos las series de datos usando la metodología de Causalidad de Granger entre dichas variables. En México encontramos fuerte evidencia de que los rendimientos del mercado financiero y la oferta monetaria (M1) causan el comportamiento de la producción industrial, ambas relaciones causales presentan una respuesta asimétrica negativa. También encontramos una respuesta asimétrica negativa entre los rendimientos del T'bill a 90 días en E.U. con los rendimientos financieros del mercado de valores en México.

En el caso de Chile, encontramos fuerte evidencia de bicausalidad entre la oferta monetaria M1 y la producción industrial. También se encontró causalidad entre la inflación chilena y los rendimientos del mercado de valores de Chile medidos por el IPSA. La respuesta asimétrica la encontramos para los tres casos, M1 hacia IP, IP hacia M1, Inflación hacia IPSA.

Con lo anterior podemos percibir que tanto en México como en Chile, la producción industrial se ve afectada o causada por la oferta monetaria M1 y por los rendimientos de las bolsas.

## 6. Referencias

- [1] Chen, Nai, R. Roll and S.A. Ross. 1986, "Economic forces and the stock market", *Journal of Business* 59, 383-403.
- [2] Geske, R., and R. Roll. 1983 "The Fiscal and Monetary Linkage Between Stock Returns and Inflation." *Journal of Finance* 38: 7-33.
- [3] Fama, E.F. 1981. "Stock Returns, Real Activity Inflation and Money." *American Economic Review* 71: 545-65.
- [4] Fama, Eugene, 1970, Efficient capital markets: A review of theory and empirical work, *Journal of Finance*, 383-417.
- [5] Fama, Eugene, 1990, Stock returns, expected returns, and real activity, *Journal of Finance*, 45, 1089-1108.
- [6] Fama, Eugene, 1991, Efficient capital markets: II, *Journal of Finance*, 46, 1575-1617.
- [7] Chen, Nai, 1991, Financial investment opportunities and the macroeconomy, *Journal of Finance*, 46, 529-554.
- [8] Mallaris, A.G. and J.L. Urrutia, 1991, "An empirical investigation among real, monetary and financial variables". *Economic Letters* 37: 151-158
- [9] Darrat, A.F. and Brocato, J., 1994, Stock market efficiency and the federal budget deficit: another anomaly? *The Financial Review*, 29, 49-75.
- [10] Darrat, A.F. and Dickens R.N., 1999, On the interrelationship among real, monetary, and financial variables, *Applied Financial Economics*, 9, 289-293.
- [11] Kwon, Chung, Shin T., and Bacon F., 1997, The effect of macroeconomic variables on stock market returns in developing markets, *Multinational Business Review*;
- [12] Abdalla, I.S.A., and V. Murinde. 1997. "Exchange Rate and Stock Price Interactions: Evidence on India, Korea, Pakistan and Philippines." *Applied Financial Economics* 7: 25-35
- [13] Harris, T.C., and T.C. Opler. 1990. "Stock Market Returns and Real Activity." Working Paper. Chicago: University of Chicago Press.
- [14] Lee, B.S. 1992. "Causal Relations Among Stock Returns, Interest Rates, Real Activity and Inflation." *Journal of Finance* 47: 1591-1603
- [15] Mukherjee, T.K., and A. Naka. 1995. "Dynamic Relations Between Macroeconomic Variables and the Japanese Stock Markets: An Application of a Vector Error Correction Model." *Journal of Finance Research* 43: 223-37.
- [16] Hashemzadeh, N., and P. Taylor. 1998. "Stock Prices, Money Supply and Interest Rates: The Question of Causality." *Applied Economics* 20:1603-11.

- [17] Bailey, W., and Y.P. Chung. 1995. "Exchange Rate Fluctuations, Political Risk and Stock Returns: Some Evidence from an Emerging Market." *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 30: 541-61.
- [18] Hernández, N., and R. Robins, 2001 "The Relationships between Mexican Stock Market Returns and Real, monetary and economic variables".
- [19] Harbeler, Gottfried, 1937, Prosperity and depression: A theoretical analysis of cyclical movements (George Allen and Unwin Ltd. London)
- [20] Friedman, Milton and Anna Schwartz, 1963, Money and business cycles, *Review of Economics and Statistics*, 45, 32-64.
- [21] Friedman, Milton and Anna Schwartz, 1982, Monetary trends in the United States and the United Kingdom ( University of Chicago Press, Chicago IL ).
- [22] Sharpe, William, 1964, Capital asset prices: A theory of capital market equilibrium under conditions of risk, *Journal of Finance*, 19, 425-442.
- [23] Rozeff, Michael, 1974, Money and stock prices: Market efficiency and the lag in effect of monetary policy, *Journal of Financial Economics*, 2, 245-302.
- [24] Barro, Robert J., 1977, Unanticipated money, output and the price level in the United States, *Journal of Political Economy*, 86, 549-580.
- [25] Mishkin, Frederick, 1982, Does unanticipated money matter? An econometric investigation, *Journal of Political Economy*, 91, 22-51.
- [26] Plosser, Charles I. 1989. "Understanding real business cycles", *The Journal of Economic Perspectives* 3: 51-71
- [27] Kydland, Finn E., and Edward C. Prescott, 1990, Business cycles: real facts and a monetary myth, *Quarterly Review of the Federal Reserve Bank of Minneapolis*, 14, 3-18.
- [28] Shiller, Robert, 1989, *Market Volatility* (MIT Press, Cambridge, MA).
- [29] Granger, C.W.J. 1980. "Testing for Causality: A Personal Viewpoint." *Journal of Economic Dynamics and Control* 2, 329-352

# EFICIENCIA COLECTIVA E INDIVIDUAL: EL CASO DE LOS ADRS MEXICANOS

José Humberto Guevara

La eficiencia de mercado ha sido la piedra angular de la teoría financiera, y desde su resurgimiento a mediados de los años setenta, gran cantidad de investigaciones relacionadas a la eficiencia de mercado ha sido realizada. La creciente integración de los mercados financieros internacionales, tanto por el incremento de los flujos de capital entre países, como por la globalización de las operaciones y regulaciones de los mercados financieros, ha motivado una nueva ola de investigación relacionada a eficiencia del mercado en un contexto internacional. En este estudio, analizamos la eficiencia del mercado accionario en un contexto internacional, enfocándonos principalmente en la transferencia e incorporación de la información entre tres mercados accionarios. Esto fue posible al utilizar acciones Mexicanas y sus respectivos DRs (Depositary Receipts) que se comercian en Estados Unidos e Inglaterra. Para determinar si la información que existe en cada mercado accionario es incorporada eficientemente en los otros dos mercados, realizamos pruebas de causalidad entre los rendimientos de los portafolios de las acciones y DRs Mexicanos. Encontramos que los portafolios de acciones Mexicanas y los portafolios de ADRs Mexicanos contenían información que era transmitida a los precios de los GDRs Mexicanos. Realizamos el análisis del Vector Autoregresivo (VAR), encontrando que el rendimiento de los GDRs Mexicanos generalmente respondía a las innovaciones en los rendimientos de los portafolios de las acciones Mexicanas y de los ADRs Mexicanos, tomando en promedio dos o tres días en incorporar la mayor parte de dichas innovaciones. También concluimos que los inversionistas de los GDRs Mexicanos eran seguidores de precios mas que descubridores de precios, lo cual coincide con estudios previos.

Palabras clave: Eficiencia de mercado, ADRs, Causalidad.

## 1. Introducción

Los años noventa se caracterizaron por una creciente interrelación entre los mercados financieros internacionales. Uno de los factores más importantes en el crecimiento de la integración de los mercados financieros es la velocidad en la transferencia de información; la cual afecta las decisiones de inversión y por consiguiente el flujo de capitales entre los mercados accionarios. Adicionalmente, factores tales como la apertura de los mercados accionarios internacionales, los avances tecnológicos en los sistemas electrónicos de compra y venta de acciones, e innovaciones en los instrumentos financieros, afectaron el grado de integración y eficiencia en los mercados financieros internacionales [1]

La disponibilidad y diseminación de nueva información que proviene de los mercados financieros, tan pronto como los eventos suceden, permite a los inversionistas valorar sus portafolios adecuadamente.

---

Dr. José Humberto Guevara. Profesor del Departamento Académico de Contabilidad y Finanzas, ITESM Campus Monterrey. [humberto.guevara@itesm.mx](mailto:humberto.guevara@itesm.mx)

La eficiencia en la valuación de los activos financieros depende en gran medida en el grado de integración en el que se encuentran los mercados financieros internacionales, así como la eficiencia individual y colectiva de los mismos. Sin embargo, las imperfecciones que existen en los llamados

mercados emergentes evitan que la información este completamente disponible para todos los inversionistas. Adicionalmente, la madurez de los mercados accionarios, el tamaño de los sistemas financieros domésticos y las restricciones del flujo de capital en dichos mercados, afecta como la información es valuada [2]

El proceso de transferencia de información y la forma en que nueva información afecta el precio de los activos financieros constituyen dos elementos importantes en la integración de los mercados. La existencia de activos financieros que se comercian en dos o más mercados nos permiten medir la eficiencia en la incorporación de nueva información en el precio de esos activos [3]. Adicionalmente, es posible analizar la influencia y el rol de liderazgo que ejerce un mercado en el descubrimiento de los precios de los activos causado por la llegada de nueva información [4]

Esta investigación se enfoca en aspectos que surgen cuando se estudia la globalización e integración de los mercados; éstos son, la causalidad entre los rendimientos de los mercados y el descubrimiento de los precios de los activos que se comercian en dos o más mercados financieros. En específico, el objetivo de esta investigación es determinar si la información generada en el mercado accionario Mexicano es adecuadamente incluida en el precio de los DRs (Depositary Receipts) Mexicanos que se comercian simultáneamente en Estados Unidos (ADRs) y en Inglaterra (GDRs)

El análisis de índices accionarios implica el estudio de portafolios que no incluyen las mismas acciones, es por ello que se decidió utilizar portafolios formados por los mismos activos como una mejor prueba de la eficiencia en la transferencia de información. Por consiguiente, la principal innovación de este estudio es haber utilizado como muestra los rendimientos de un activo que se comercia simultáneamente en tres mercados, la mayoría de los estudios que analizan la causalidad entre los mercados accionarios utilizan índices accionarios [5]

Económicamente, el probar la existencia de causalidad entre los mercados es importante debido a que modelos financieros como el IACPM (International Asset Capital Pricing Model) asumen la existencia de segmentación de los mercados financieros [6]. También es importante determinar si la causalidad en los rendimientos de las acciones existe debido a que la causalidad afecta el proceso de diversificación de mercados. Cuando la causalidad existe, los beneficios de la diversificación internacional no pueden ser obtenidos dado que la información ya se encuentra incluida en los precios de los instrumentos financieros que se comercian en dichos mercados. Por otra parte, la existencia de causalidad en portafolios formados por los mismos activos implica oportunidades de arbitraje que pudieran ser explotadas por los inversionistas internacionales.

Adicionalmente, el determinar la existencia de causalidad entre portafolios formados por las mismas acciones, que cotizan en diferentes mercados, nos permite identificar cuál mercado accionario descubre primero las innovaciones originadas en un mercado específico, o dirige a los otros mercados; además de permitirnos estudiar como cada mercado está expuesto a diferentes conjuntos de información y responde al arribo de nueva información. Consecuentemente, podemos detectar la existencia de una eficiencia individual o colectiva entre los mercados accionarios.

## **1.1. Revisión de Literatura**

Una de implicaciones más importantes de la eficiencia de mercado, de acuerdo a Fama, es que ningún inversionista puede generar rendimientos en exceso, utilizando estrategias basadas en información relevante [7]. Sin embargo, la disponibilidad de información y la forma como se incorpora en el precio de los instrumentos financieros, pueden ser fuentes de ineficiencia si los precios de las acciones no responden correctamente a la llegada de nueva información; por consecuencia, oportunidades de arbitraje pueden surgir. Por ejemplo, si el precio de un DR Mexicano no responde adecuadamente a cambios en el precio de la acción Mexicana respectiva, una oportunidad de arbitraje puede generarse.

Cuando un activo se comercia en dos o más mercados, y esos mercados son individualmente eficientes, dicha eficiencia no garantiza que dichos mercados sean eficientes como grupo. Esto es, si una acción se comercia en dos o más mercados accionarios y cada mercado enfrenta un diferente conjunto de información, la incorporación de nueva información en el precio de las acciones, basada en dichos conjuntos de información, puede realizarse a diferentes tiempos, direcciones y magnitudes, a pesar de la existencia de condiciones de no-arbitraje entre los mercados. La disparidad en el reconocimiento o incorporación de la información en el precio de un activo que se comercia en diferentes mercados implicaría ineficiencia en los mercados como grupo, pero no individualmente. Por otro lado, la condición de no-arbitraje que existe cuando un activo se cotiza en varios mercados implicaría que diferencias en el conjunto de información de cada mercado permanecerá en el corto plazo, y que el equilibrio en los precios de los activos eventualmente se reestablecerá. El conjunto de información en cada mercado puede diferir de acuerdo a las características y metas propias de cada mercado. Tales características y metas pueden incluir factores que van desde la micro-estructura del mercado, políticas fiscales y económicas nacionales y diferencia en el horario de operación de cada mercado, entre otras [8]

Kofman y Martens [9], utilizando el precio de los futuros de índices accionarios, analizaron la relación de los precios de las acciones entre el mercado accionario de Londres y Nueva York en las horas en que ambos mercados operaban simultáneamente, encontrando que los inversionistas en Londres reaccionaban en la misma dirección en que los precios de las acciones en Nueva York se movían. Becker, Finnerty y Gupta [10] estudiaron la relación y causalidad entre los precios de los mercados accionarios de Estados Unidos y Japón, encontrando evidencia que una relación causal existía. Ellos también encontraron que el mercado accionario de Estados Unidos influía en los precios del mercado accionario de Japón, y que el mercado accionario Japonés solo tenía un pequeño impacto en los precios de las acciones en Estados Unidos. Hauser, Tanchuma y Yaari [11] mostraron que la causalidad existente en acciones que cotizaban en dos mercados es unidireccional, del mercado doméstico al mercado extranjero. Neumark, Tinsley y Tonsini [12] encontraron que el mercado extranjero reaccionaba a los cambios en los precios ocurridos domésticamente más rápidamente de lo que el mercado doméstico reaccionaba a cambios en los precios ocurridos en el mercado extranjero.

Para garantizar la existencia de un equilibrio en el precio de una acción cotizada en diferentes mercados, el proceso de transferencia de información entre los mercados debe trabajar eficientemente tan pronto nueva información sea generada. Esto es, tan pronto nueva información surja en algún mercado, dicha información debe de ser transmitida y asimilada por los otros mercados. Esta condición nos lleva a considerar varios aspectos. Primero, ¿qué mercado lidera o descubre el precio de las acciones?; es decir, ¿cuál mercado reconoce cierta información primero?. Segundo, ¿qué tan eficiente es el proceso de transferencia de información en cada mercado?. Tercero, ¿responde cada mercado de manera similar al arribo de nueva información?. Finalmente, ¿el tiempo de respuesta al arribo de nueva información depende del mercado en dónde la nueva información llega?.

## **2. Metodología**



En esta investigación, probamos la existencia y la dirección de la causalidad entre los rendimientos del mercado accionario de México y dos mercados extranjeros, específicamente el mercado accionario de Estados Unidos e Inglaterra. Para ello, utilizamos portafolios formados por acciones Mexicanas y DRs Mexicanos que cotizaban simultáneamente en dichos mercados. Los precios diarios al cierre, de los DRs Mexicanos, se obtuvieron de la base de datos de Bloomberg, mientras que las cotizaciones de las acciones en el mercado Mexicano fueron obtenidas de Infosel Financiero. Adicionalmente los tipos de cambio Dólar / Libra Esterlina y Dólar / Peso Mexicano se obtuvieron del Federal Reserve Bank of St. Louis (FRED). El período de análisis cubre de Nov.-05-93 a Oct.-15-98.

Calculamos los rendimientos diarios expresados en términos de dólares para poder así determinar la causalidad controlando el efecto de tipo de cambio. Para ello, el rendimiento de cada portafolio, determinado en moneda local, fue ajustado con la variación de tipo de cambio. Una vez determinados los rendimientos diarios, calculamos portafolios igualmente ponderados y ponderados basándose en su valor de capitalización. El valor de capitalización fue determinado al multiplicar el número de acciones en circulación, al final de cada mes, por el valor de mercado de la acción.

La causalidad entre dos mercados, acciones o variables económicas, puede ser determinada basándose en la existencia de una relación causal ya sea en media o varianza entre dichas variables. En esta investigación, probamos tanto la existencia de causalidad en media y la dirección de dicha causalidad entre las acciones Mexicanas y sus respectivos DRs. La causalidad ha sido ampliamente definida, en este estudio seguiremos la propuesta por Granger [13]

Los resultados en este estudio dependen de la disponibilidad de información por parte de los inversionistas, la capacidad de analizar dicha información, y la eficiencia en la incorporación de esa información en los precios de las acciones. Si los tres mercados accionarios son individualmente eficientes, los inversionistas incorporarán adecuadamente la información en el precio de las acciones, por lo tanto, el rendimiento del mismo activo, en cada mercado, debe ser igual después de considerar el ajuste por la variación en el tipo de cambio. Esto causa que los precios de las acciones estén altamente correlacionados, aunque la causalidad de tipo Granger pueda no existir. Sin embargo, si los tres mercados tienen diferentes conjuntos de información, los rendimientos pueden diferir, y los mercados accionarios deberán transmitir su información a los otros mercados para eliminar la posibilidad de arbitraje, lo cual provocará la existencia de una relación causal, en el sentido de Granger.

### **3. Resultados**

La tabla 1 muestra los resultados del análisis de causalidad siguiendo el enfoque de Granger. La tabla muestra la F-estadística que prueba la hipótesis nula de que los coeficientes de las variables rezagadas son iguales a cero. Esto es, se busca probar la hipótesis nula de que X no causa en sentido Granger a Y. Para ello se consideraron hasta 5 variables rezagadas. En el panel A, se muestran los resultados entre los portafolios compuestos por ADRs Mexicanos y los demás portafolios. Dos resultados son importantes señalar. Primero, los portafolios de los ADRs Mexicanos causaron, en sentido Granger, a los rendimientos de los GDRs Mexicanos, lo cual es consistente con los resultados obtenidos por Kofman y Martens, quienes encontraron que los inversionistas ingleses reaccionaban a lo que ocurría en Nueva York. Segundo, los ADRs Mexicanos causaron en sentido Granger a los rendimientos de los portafolios de acciones Mexicanas, implicando que los inversionistas en ADRs Mexicanos tuvieron acceso a información que no estaba disponible para los inversionistas del mercado Mexicano o la interpretación correcta fue realizada en tiempos distintos por los inversionistas de cada mercado. Por lo tanto, dicha información no fue incluida inmediatamente en el precio de las acciones Mexicanas o que la interpretación por parte de los inversionistas, a una misma información, en cada mercado, fue distinta. En el panel B, mostramos la relación causal entre los rendimientos de los portafolios de los GDRs

Mexicanos y el resto de los portafolios. Los resultados muestran que los rendimientos de los portafolios de GDR Mexicanos causaron, en el sentido Granger, tanto a los rendimientos de los portafolios de ADRs Mexicanos como a los rendimientos de los portafolios de las acciones Mexicanas. Debido a que los rendimientos de los portafolios de DRs causaron en el sentido Granger a los rendimientos de las acciones mexicanas, podemos concluir que los inversionistas en DRs Mexicanos enfrentaban diferentes conjuntos de información, o reaccionaban de manera distinta al arribo de la misma información, lo cual implica la posibilidad de analizar una oportunidad de arbitraje. El panel C muestra las pruebas de causalidad entre los rendimientos de las acciones Mexicanas y los rendimientos de los portafolios de DRs Mexicanos. Los resultados muestran que los rendimientos de los portafolios formados por acciones Mexicanas causan en sentido Granger a los rendimientos de los portafolios de los GDRs Mexicanos. Al contrario de lo que se podía esperar, no se encontró evidencia de causalidad por parte de los rendimientos de los portafolios de acciones Mexicanas en los rendimientos de los portafolios de los ADRs Mexicanos.

	Lags: 1 F-Stat.	Lags: 2 F-Stat.	Lags: 3 F-Stat.	Lags: 4 F-Stat.	Lags: 5 F-Stat.	Lags: 6 F-Stat.
<b>A) Portafolios de ADRs Mexicanos</b>						
Usaew no causa a Mexew	56.69	27.85	18.76	13.86	9.78	13.22
Usavw no causa a Mexvw	31.17	13.71	7.64	8.33	6.00	5.19
Usaew no causa a Ukew	53.45	44.39	30.52	22.95	18.87	16.55
Usavw no causa a Ukwv	23.08	29.33	26.87	25.15	21.90	18.76
<b>B) Portafolios de GDRs Mexicanos</b>						
Ukew no causa a Mexew	56.15	29.97	20.24	16.53	11.72	9.13
Ukwv no causa a Mexvw	9.39	6.05	3.65	3.15	2.42	1.56
Ukew no causa a Usaew	58.43	26.77	17.79	11.88	8.61	6.91
Ukwv no causa a Usavw	9.42	5.06	3.03	2.60	1.89	1.56
<b>C) Portafolios de acciones Mexicanas</b>						
Mexew no causa a Usaew	0.35	1.90	3.06	1.58	2.59	4.06
Mexvw no causa a Usavw	3.98	5.62	2.90	2.56	3.00	2.37
Mexew no causa a Ukew	46.26	33.16	18.01	9.70	7.89	5.01
Mexvw no causa a Ukwv	25.57	27.38	25.27	23.41	20.08	16.90

Las pruebas consisten en determinar si los coeficientes de las Xs rezagadas son iguales a cero. Por lo tanto, la hipótesis nula a ser probada es que X no causa a Y en sentido Granger.

Usaew: Portafolio de ADRs Mexicanos igualmente ponderado.

Usavw: Portafolio de ADRs Mexicanos ponderado basándose en su valor de capitalización.

Ukew: Portafolio de GDRs Mexicanos igualmente ponderado.

Ukwv: Portafolio de GDRs Mexicanos ponderado basándose en su valor de capitalización.

Mexew: Portafolio de acciones Mexicanas igualmente ponderado.

Mexvw: Portafolio de ADRs ponderado basándose en su valor de capitalización.

**Tabla 1.** Pruebas de Causalidad de Granger para los portafolios de acciones y DRs Mexicanos.

Una vez que se encontró evidencia de la relación causal entre los portafolios, analizamos el proceso de dicha causalidad. Esto es, analizamos que tan eficientemente cada mercado incorporaba nueva información en el precio de las acciones, y cuánto tiempo tardaba en transferir nueva información de un mercado a otro. Así mismo, se realizó un análisis del Vector Autoregresivo (VAR) para examinar el proceso de transferencia de información. El análisis del VAR nos permite determinar que tan rápido reacciona cada mercado a las innovaciones originadas en otros mercados, y cómo esas innovaciones se incorporan en el precio de las acciones cotizadas en otros mercados [14]. Al analizar los errores de las

ecuaciones cointegradas, podemos descomponer los errores estándar, identificar la fuente de la innovación y determinar la velocidad de la transferencia de información de un mercado a otro.

Antes de analizar las innovaciones de cada mercado, y estudiar cómo cada mercado transfiere dichas innovaciones, es importante identificar la fuente de dichas innovaciones; por lo tanto, determinamos la matriz de correlación de residuales. Los residuales representan la información de cada mercado que no puede ser explicada por los precios de cierre de los mercados analizados; mientras que la correlación de los residuales refleja el grado en el cual un mercado comparte la información descubierta [15]

	Mexew	Usaew	Ukew
Mexew	1.0000	0.8001	0.5478
Usaew		1.0000	0.6436
Ukew			1.0000

	Mexvw	Usavw	Ukvw
Mexvw	1.0000	0.8894	0.3173
Usavw		1.0000	0.3588
Ukvw			1.0000

**Tabla 2.** Matriz de correlaciones de los residuales de los rendimientos de los portafolios.

La tabla 2 muestra la matriz de correlación de los residuales de los rendimientos de los portafolios. Los resultados son consistentes con los encontrados por Eun y Shim, quienes indicaron que aquellos países con una mayor cercanía geográfica y económica tienen una mayor integración. Específicamente, la tabla 2 muestra que los ADRs Mexicanos y los rendimientos de los portafolios de las acciones Mexicanas compartían al menos el 80% de la información, mientras que los rendimientos de los GDRs Mexicanos compartían como máximo el 65% de la información con los otros dos portafolios. La baja correlación mostrada por los portafolios de GDRs Mexicanos los otros portafolios puede ser atribuida a la actitud de los inversionistas ingleses, como fue señalado previamente por Kofman y Martens. Además de que el mercado accionario Inglés cierra una hora después de que el mercado de Estados Unidos abre; por lo que ambos mercados comparten solo una pequeña cantidad de información contemporánea.

El análisis del VAR nos permite identificar las innovaciones de acuerdo al origen de las mismas a través de los vectores ortogonales. Esto es, cada vector ortogonal representa el componente del error estándar pronosticado que cada variable origina, formando el sistema de ecuaciones del VAR. Los resultados de la descomposición del error estándar producido por el VAR dependerán de la forma en que se ordenen las variables que componen el sistema [16]. Esto es, el orden implica la secuencia del origen de las innovaciones que el vector ortogonal explica. Determinamos la descomposición de los errores estándar pronosticados utilizando un horizonte de cinco días. Cualquier innovación que surja en un Mercado accionario deberá de incorporarse inmediatamente en el mercado donde la información emerge, y en solo unos pocos días en los otros mercados accionarios. El orden del origen de las innovaciones mostradas en las tablas 3 y 4 es México-U.S.-U.K.

La tabla 3 muestra la descomposición del error estándar para los portafolios igualmente ponderados. Los resultados muestran que las innovaciones originadas en México explicaron casi el 100% del error estándar de que ocurrió en México, aunque el porcentaje disminuyó con el tiempo. Por otro lado, las innovaciones en el mercado accionario Mexicano explicaron hasta en un 60% el error

estándar de los rendimientos de los portafolios de ADRs Mexicanos; por lo que las innovaciones del mercado doméstico explicaron el restante 40%. En el caso de los GDRs Mexicanos, las innovaciones del mercado accionario Mexicano explicaron aproximadamente un 30%, mientras que el mercado Americano un 20% y el restante 50% el propio mercado Inglés.

Variance Decomposition of Usaew:				
Period	S.E.	Mexew	Usaew	Ukew
1	0.02805	59.86	40.14	0.00
2	0.03149	54.81	40.02	5.17
3	0.03412	54.75	40.67	4.59
4	0.03801	55.35	39.77	4.88
5	0.04101	54.60	40.71	4.69

Variance Decomposition of Ukew:				
Period	S.E.	Mexew	Usaew	Ukew
1	0.03661	31.98	18.19	49.83
2	0.03909	31.67	20.90	47.43
3	0.04128	31.92	25.28	42.80
4	0.04516	35.61	27.63	36.76
5	0.04742	36.34	29.35	34.31

Variance Decomposition of Mexew:				
Period	S.E.	Mexew	Usaew	Ukew
1	0.02603	100.00	0.00	0.00
2	0.02933	94.18	3.95	1.87
3	0.03148	94.44	3.79	1.77
4	0.03530	95.36	3.02	1.62
5	0.03812	94.53	3.79	1.67

#### Ordering: MEXEW USAEW UKEW

Las innovaciones representan los rendimientos anormales de los portafolios que no fueron predichos basándose en toda la información reflejada en los rendimientos pasados.

**Tabla 3.** Innovaciones de los portafolios igualmente ponderados.

De acuerdo a la tabla 3, los rendimientos de los portafolios de ADRs Mexicanos explicaron alrededor de un 29% los rendimientos de los portafolios de los GDRs Mexicanos, aunque el mercado accionario de Estados Unidos no fue la principal fuente de las innovaciones. Los resultados no variaron significativamente cuando alteramos el orden de las innovaciones y cuando el orden de las innovaciones inicio en el mercado accionario Mexicano.

La tabla 4 muestra los resultados del análisis de la descomposición de los portafolios ponderados basándose en el valor de capitalización. Los resultados fueron similares a los mostrados en la Tabla 3, aunque difieren en dos formas. Primero, el impacto que las innovaciones de las acciones Mexicanas tuvieron en el portafolio de los ADRs Mexicanos se incrementó de un 60% a un 77%. Segundo, las

innovaciones que surgieron en el mercado accionario Inglés explicaron al menos el 83% de las innovaciones de los portafolios de los GDRs Mexicanos, mientras que las innovaciones que surgieron en México explicaron menos del 17% de los rendimientos de los portafolios de GDRs Mexicanos.

Variance Decomposition of Usavw:				
Period	S.E.	Mexew	Usaew	Ukew
1	0.02801	76.83	23.17	0.00
2	0.03026	77.18	22.27	0.56
3	0.03270	77.33	22.18	0.49
4	0.03692	77.22	22.39	0.38
5	0.03942	77.55	22.03	0.42

Variance Decomposition of Ukvw:				
Period	S.E.	Mexew	Usaew	Ukew
1	0.05636	13.18	3.69	83.13
2	0.06647	11.13	2.74	86.12
3	0.06766	12.70	4.05	83.25
4	0.06878	14.88	4.34	80.78
5	0.07004	16.71	4.71	78.58

Variance Decomposition of Mexvw:				
Period	S.E.	Mexew	Usaew	Ukew
1	0.02581	100.00	0.00	0.00
2	0.02862	97.31	2.25	0.44
3	0.03088	97.63	1.94	0.43
4	0.03473	98.10	1.56	0.34
5	0.03741	97.64	2.02	0.34

Ordering: MEXVW USAVW UKVW

**Tabla 4.** Innovaciones de los portafolios ponderados basándose en su valor de capitalización.

Estos resultados implicaron, en el caso de los portafolios de los GDRs Mexicanos, que las innovaciones locales en lugar de las innovaciones provenientes de otros mercados accionarios causaron la mayor parte de la volatilidad que ocurrió en el portafolio de los GDRs Mexicanos, presumiblemente por las diferencias en tiempo en el cual el mercado accionario Inglés, el mercado accionario Mexicano y el mercado accionario Estadounidense estuvieron abiertos. Adicionalmente, este comportamiento coincide con el señalado por Neumark, Tinoley y Tonsini [17], quienes encontraron que los cambios en el precio doméstico afectan más al mercado doméstico que a los mercados extranjeros.

### 3. Conclusiones

La eficiencia de mercado ha sido la piedra angular de la teoría financiera, y desde su resurgimiento a mediados de los años setentas, gracias al trabajo de Fama, gran cantidad de investigaciones respecto a la eficiencia de mercado ha sido realizada. La creciente integración de los mercados financieros internacionales, tanto por el incremento de los flujos de capital entre países como por la globalización de las operaciones y regulaciones de los mercados financieros, ha motivado una nueva ola de investigación relacionada a eficiencia del mercado en un contexto internacional.

En este estudio, analizamos la eficiencia del mercado accionario en un contexto internacional. Este trabajo se enfocó en la eficiencia en la transferencia e incorporación de la información entre tres mercados accionarios, con la innovación de que utilizamos información relacionada a los rendimientos de las acciones que comercian simultáneamente en tres mercados accionarios. Esto fue posible al utilizar las acciones Mexicanas y sus DRs que se comercian en Estados Unidos e Inglaterra.

Para determinar si la información que existe en cada mercado accionario es incorporada en los otros mercados accionarios, realizamos pruebas de causalidad entre los portafolios de las acciones Mexicanas y los portafolios de los DRs Mexicanos. Encontramos que el mercado accionario de Estados Unidos influye en los mercados accionarios de México e Inglaterra. Adicionalmente, cuando analizamos los rendimientos de los portafolios de acciones encontramos que el portafolio de acciones Mexicanas y los portafolios de ADRs Mexicanos contenían información que fue transmitida a los precios de los GDRs Mexicanos.

Realizamos el análisis del Vector Autoregresivo (VAR), encontrando que el rendimiento de los GDRs Mexicanos generalmente respondía a las innovaciones en los rendimientos de los portafolios de los ADRs Mexicanos y de los portafolios de las acciones Mexicanas, tomando en promedio dos o tres días en incorporar la mayor parte de dichas innovaciones. Una posible causa de esa tardanza es la diferencia en el horario de operaciones entre los tres mercados accionarios. También concluimos que los inversionistas de los GDRs Mexicanos eran seguidores de precios mas que descubridores de precios, lo cual coincide con estudios previos. Encontramos que la mayoría de las innovaciones de los mercados fueron transferidas en cerca de uno o dos días, y que para el sexto día la innovación en los rendimientos estaba totalmente absorbida por los otros mercados. De manera similar, encontramos que en promedio los portafolios de acciones Mexicanas y los portafolios de DR Mexicanos incorporaron casi la totalidad de la información que ocurría en su propio mercado el primer día en que esta surgió, y solo dos terceras partes de las innovaciones que ocurrían el mismo día en los otros mercados accionarios. La evidencia de causalidad entre los portafolios nos puede permitir explorar la oportunidad de explotar esta forma de ineficiencia de mercado a través de crear estrategias de arbitraje basadas en las variables rezagadas estadísticamente significativas.

## 5. Referencias

- [1] Koutmos, G., and Booth, G. G. (1995). Asymmetric volatility transmission in international stock markets. *Journal of International Money & Finance*, 14, 747-762.
- [2] Darbar, S. M., and Deb, P. (1997). Co-movements in international equity markets. *The Journal of Financial Research*, 20, 305-322.
- [3] Hauser, S., Tanchuma, Y., and Yaari, U. (1998). International transfer of pricing information. *The Journal of Financial Research*, 21, 139-157.
- [4] Schreiber, P.S., and R.A. Schwartz. (1986). Price discovery in securities markets. *Journal of Portfolio Management*, 12, 43-48.

- [5] Hauser, S., Tanchuma, Y., and Yaari, U. (1998). International transfer of pricing information. *The Journal of Financial Research*, 21, 139-157.
- [6] Darbar, S. M., and Deb, P. (1997). Co-movements in international equity markets. *The Journal of Financial Research*, 20, 305-322.
- [7] Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 35, 383-417.
- [8] Longin, F., and Solnik, B. (1995). Is the correlation in international equity returns constant: 1960-1990?. *Journal of International Money & Finance*, 14, 3-26.
- [9] Kofman, P., and Martens, M. (1997). Interaction between stock markets: An analysis of the common trading hours at the London and New York stock exchanges. *Journal of International Money & Finance*, 16, 387-414.
- [10] Becker, K. G., Finnerty, J. E., and Gupta, M. (1990). The intertemporal relation between the U.S. and Japanese stock markets. *The Journal of Finance*, 45, 1297-1306.
- [11] Hauser, S., Tanchuma, Y., and Yaari, U. (1998). International transfer of pricing information. *The Journal of Financial Research*, 21, 139-157.
- [12] Neumark, David; Tinsley, P. A.; Tosini S, (1991). After-hours stock prices and post-crash hangovers; *The Journal of Finance*, 46, 159-178.
- [13] Granger, C. W. J. (1988). Some recent developments in a concept of causality. *Journal of Econometrics*, 39, 1121-1198.
- [14] Eun, Ch., S., and Shim, S. (1989). International Transmission of stock market movements. *Journal of Financial & Quantitative Analysis*, 24, 241-256.
- [15] Engel, R.F, and Susmel. (1993). Common volatility in international equity markets. *Journal of Business and Economic Statistics*, 11, 167-176.
- [16] Eun, Ch., S., and Shim, S. (1989). International Transmission of stock market movements. *Journal of Financial & Quantitative Analysis*, 24, 241-256.
- [17] Neumark, David; Tinsley, P. A.; Tosini S, (1991). After-hours stock prices and post-crash hangovers; *The Journal of Finance*, 46, 159-178.

# TESTING THE TAX LOSS SELLING HYPOTHESIS: EVIDENCE FROM THE MEXICAN STOCK AND THE DR MARKETS

José Humberto Guevara<sup>\*</sup>

One of the broadly studied stock market anomalies is the January effect. Under this anomaly, January, on average, shows a positive and statistically higher return than do other months. In this study, using as a sample Mexican stocks that trade both domestically and internationally, we analyzed whether the return of the portfolios showed evidence of the January effect. After forming equally and value-weighted portfolios, we found no evidence of the January effect in the Mexican stock market or in the DR market, although we found it in the American stock market index (NYSE). The lack of evidence for the existence of the January effect in the Mexican stocks and in the Mexican ADRs can be attributed to the differences in tax regulations between Mexico and the U.S. We found that Mexican investors, unlike U.S. investors, did not have any tax motivation for realizing capital losses in December. This finding supports the TLSH. We also tested for the existence of the January effect in the volatility of the returns for the Mexican stock portfolios and the Mexican DR portfolios, finding no evidence of the existence of the January effect in those portfolios.

Key words: January Effect, Tax Loss Selling Hypothesis, Market Efficiency.

## 1. Introduction.

Since the early 1970's, financial researchers have studied stock market anomalies because one of the most commonly held assumptions in finance is market efficiency. Market efficiency in its weak form states that no investor can earn excess returns by developing trading strategies based on relevant information. However, if market anomalies exist, persist and are predictable, investors can develop strategies to take advantage of the behavior of returns under certain market anomalies, violating the principle of market efficiency. The existence of market anomalies is also important to financial research because the results of methodologies such as event study are based on the determination of abnormal returns.

In a stock market, in the absence of new information, no specific day or month should show a return generating process different from other days or months. However, researchers have found certain anomalies in the behavior of daily and monthly market returns. These patterns are known as calendar anomalies, the type of market anomaly addressed in this chapter. Among the main calendar anomalies is the January effect, whereby the average stock market return in January is higher than the average return in other months. Researchers have developed diverse hypotheses to explain the existence of the January effect, addressing factors ranging from tax considerations, to institutional aspects of the stock market, to the efficiency of the transfer and incorporation of information in the stock market.

---

<sup>\*</sup>Dr. José Humberto Guevara. Profesor Asociado del Departamento Académico de Contabilidad y Finanzas, ITESM Campus Monterrey. [humberto.guevara@itesm.mx](mailto:humberto.guevara@itesm.mx)



One of the main explanations for the January effect is the Tax Loss Selling Hypothesis (TLSH). As discussed by Ritter [1], the foundation of TLSH is that tax regulation in the U.S. allows taxpayers to offset capital gains or losses by other capital gains or losses that occurred during the same fiscal year. That rule motivates investors to realize capital losses at the end of the fiscal year and to postpone capital gains until a later fiscal period. Because December is generally the end of the fiscal year, prices will drop in December, when investors offload stock, and a rebound will occur in January, when investors put their resources back into those stocks, increasing the demand for and consequently the price of the stocks.

One way to examine the TLSH is to test for the existence of the January effect in countries where capital gains are not taxable, or in countries where capital gains or capital losses have a different tax treatment. Mexico provides a good test case because capital gains are not levied on individuals, and capital losses can be adjusted to allow for inflation from the date when the stocks were purchased to the date when the stocks are sold. Unlike American investors, therefore, Mexican investors have no motivation to wait until December to realize capital losses.

Specifically, the objective of this study is to test for the existence of the January effect in the returns of Mexican stocks traded both in the Mexican stock market and overseas through Depository Receipts (DRs), and then to test whether the TLSH can explain the presence or absence of the January effect. This study seeks to add new evidence to the current literature on market anomalies. First, while most research focuses on stock market anomalies in developed economies --primarily United States-- we focus on Mexico as an emerging market. Secondly, while most of the research uses stock market indexes as a sample to test for the January effect, this research uses both stock market indexes and stock portfolios. Finally, this study is distinct in researching market anomalies in financial securities that trade in two or more different markets.

In this study, in addition to using stock indexes of the markets where the Mexican stocks and the Mexican DRs trade, we use portfolios formed by Mexican stocks or Mexican DRs. Using as a sample Mexican stocks and their DRs allows us to determine whether the January effect is specific to each stock market or is transferred internationally from one stock market to another. Because we use a database different from those previously analyzed to test the existence of the January effect, this research will resolve the problem of data snooping; the use of this unique database allows us to study the efficiency of the transfer of anomalies among three different countries. Moreover, we attempt to determine whether the existence of the January effect is due to causes specific to the Mexican market (BMV) or to the foreign markets where the Mexican DRs trade (NYSE and FTSE).

## **1.1 Literature review**

Under the January effect, returns in January are on average significantly larger than the average returns in any other month. Rozeff and Kinney [2] drew attention to this phenomenon and conducted significant research on market anomalies. Rozeff and Kinney, using NYSE index returns from January 1904 to December 1974, confirmed that the average returns in January were significantly larger than the average returns in other months. Subsequently, Keim [3,4], Banz [5] and Reinganum [6] found that this effect was larger for companies with smaller capitalization value; they called this phenomenon the size effect. Both the January effect and the size effect led researchers to develop diverse hypotheses to explain such anomalies and the relationship among them [7]. The main argument for the existence of the size effect is that investors in smaller companies demand higher profitability because the smaller the companies are, the riskier the companies become. Eakins and Sewell [8] suggested that the January effect, similarly, might disproportionately affect smaller companies because it is mainly investors with fiscal purposes who acquire these companies.

Haugen and Jorion [9] show showed evidence of the January effect in the U.S. stock market, even though it had been almost 20 years since the discovery of the January effect. They discussed two possible implications of their results on market efficiency: first, the market is so efficient that there is no opportunity to exploit such anomaly; second, the market is not efficient but there are factors that preclude taking advantage of the opportunity. These factors include risk aversion and agency problems, among others. While most of the early research on the January effect concentrated on the U.S. stock market, research on other countries has increased significantly.

## **1.2. Tax Loss Selling Hypothesis (TLSH)**

In general, studies on the TLSH have concentrated on testing for the January effect before the introduction of the capital gains taxes, in countries where capital gains or capital losses have a different tax treatment, or in countries where capital gains are not taxed. Schultz [10] and Jones, Lee and Apenbrick [11] found no evidence of the January effect in stock returns before the introduction of the capital gains taxes for individuals in the U.S. in 1917. Dyl [12] showed that the decision of investors to buy or to sell stocks was the result of fiscal strategies with the objective of decreasing the tax burden or taking advantage of the deductibility of capital losses. Ligon [13] found evidence that the January effect could be strongly related to excess investor liquidity at the end of the calendar year. All these results support the TLSH. On the other hand, Jones, Pearce and Wilson [14] showed that the January effect existed in the U.S. even before the introduction of the 1917 tax regulation. Like Jones, Lee and Apenbrick, they based their research on the Cowles Industrial Commission Index series from 1871 to 1938. Jones, Lee and Apenbrick obtained different results, for two reasons. First, the series that Jones, Pearce and Wilson used were the monthly average of the high and low prices, while Jones, Lee and Apenbrick used daily data in intervals of nine days. Second, Jones, Pearce and Wilson used gross returns while Jones, Lee and Apenbrick used net returns.

Researchers have also tested the TLSH internationally, with results both for and against the TLSH. Reinganum and Shapiro [15] analyzed the English stock market before and after the introduction of capital gain taxes in 1965, finding evidence of the January effect after but not before that date. However, Van der Bergh and Wessels [16] showed evidence of the January effect in the Dutch stock market even though individuals are not subject to capital gains taxes.

## **2. Methodology**

In this research we tested for the existence of the January effect using as a sample Mexican stocks that traded both in the Mexican stock market and in stock markets outside of Mexico. For the time period studied, 1992 to 1999, Mexican companies traded their stocks in the U. S. through ADRs, and in Europe through GDRs both in the U. K. and in Germany, although only GDRs traded in the U. K. were retained in the final sample. We obtained the Information on the stock market indexes for Mexico (IPyC), the U.S. (NYSE), and the U.K. (FTSE) from Bloomberg and from Infosel Financiero. Monthly prices of the DRs were obtained from Bloomberg. We calculated monthly returns for the Mexican stocks and their respective Mexican DRs using closing prices to test for the existence of the January effect.

After we calculated the monthly returns, we proceeded to form portfolios composed by Mexican stocks and by their respective Mexican DRs. We determined the returns both for equally weighted portfolios and for value-weighted portfolios based on the capitalization value of the Mexican stocks. The capitalization value was determined by multiplying the number of outstanding stocks of each company at the end of each month times the market value for the stock.

We compared the results using those portfolios with the results using the stock market indexes to determine whether those results were specific to the securities or applied to the stock market as a whole. We ran the model used by Barone [17] to test for the existence of the January effect both in the Mexican stock portfolios and in their respective Mexican DR portfolios.

$$R_t = a_1m_1 + a_2m_2 + a_3m_3 + a_4m_4 + a_5m_5 + a_6m_6 + a_7m_7 + a_8m_8 + a_9m_9 + a_{10}m_{10} + a_{11}m_{11} + a_{12}m_{12} + e_t \quad (1)$$

where  $R_t$  is the return of the portfolio formed by the Mexican stocks or the Mexican DRs at date  $t$ , and  $m_i$  is a dummy variable that takes the value of one in the respective month of the year, and zero otherwise,  $m_1$  stands for January,  $m_2$  for February, and so on. The coefficients denote the month to month average returns for January to December. In the absence of a monthly anomaly, we expect the coefficients to be the same. Consequently, the null hypothesis to be tested for determining the existence of a monthly effect is:

$$H_0: a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = a_5 = a_6 = a_7 = a_8 = a_9 = a_{10} = a_{11} = a_{12}$$

If  $a_1$  is positive and statistically higher than the coefficients of the other months, we would have evidence of the January effect. Another model that can be used to test for the existence of the January effect is the model used by Keim [18]:

$$R_t = a_0 + a_1m_1 + a_2m_2 + a_3m_3 + a_4m_4 + a_5m_5 + a_6m_6 + a_7m_7 + a_8m_8 + a_9m_9 + a_{10}m_{10} + a_{11}m_{11} + a_{12}m_{12} + e_t \quad (2)$$

In contrast to the model used by Barone, the model used by Keim allows us to measure the impact of the January effect. That is, the coefficients  $a_2$  to  $a_{12}$  show the difference in the average return of each month in comparison with January. The existence of negative values in the coefficients, if they are statistically significant, constitute evidence of the January effect. However, this model does not allow us to identify the existence of other anomalies in monthly returns. Van den Bergh and Wessels used a different model for testing the existence of the January effect. They ran a regression between the monthly returns and a dummy variable that takes the value of one for January, and zero otherwise. The coefficient  $a_1$  measures the difference between the January return and the average monthly return for the other months. The coefficient  $a_0$  represents the average monthly return without considering January. The January effect would be evident if the coefficient  $a_1$  is positive and statistically significant.

$$R_t = a_0 + a_1 \text{Jan} + e_t \quad (3)$$

This model has the statistical advantage that, by using fewer independent variables, it allows for more degrees of freedom, which generate more statistically reliable results. We ran both the Van den Bergh and Wessels model and the Barone model to test for the existence of the January effect. The model used by Van den Bergh and Wessels allows us to test for the existence of the January effect, whereas the model used by Barone allows us to identify the existence of other monthly anomaly and to relate it to the main January effect hypotheses. We also performed a non-parametric test suggested by Kurlis-Wallis (K-W) to test the hypothesis that monthly returns come from different probability functions.

### 3. Results

After we ran the model used by Barone, we found no evidence of the existence of the January effect in the Mexican stock portfolios, in the Mexican DR portfolios, and in the stock market indexes as shown in table 1. Panel A presents the results for the U.S. market. It shows in the case of the Mexican ADR portfolios no evidence of the January effect, although, the American stock market index (NYSE) shows positive and statistically significant returns in January. Panel B shows no evidence of the January effect for the Mexican GDR portfolios and for the stock market index (FTSE). In the case of the Mexican stock market, Panel C shows that the portfolios formed by Mexican stocks and the Mexican stock market index (IPyC) do not present results supporting the existence of the January effect.

	Panel A: January effect in the U.S. market			Panel B: January effect in the U.K. market			Panel C: January effect in the Mexican market				
	Usaew	Usavw	NYSE	Ukew	Ukwv	FTSE	Usamex ew	Usamex vw	Ukmex ew	Ukmex vw	IPyC
m1	0.00	0.00	0.00	-0.003	-0.003	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
t-stat	-0.39	-0.34	2.01 <sup>b</sup>	-0.59	-0.60	1.48	0.21	0.43	-0.38	0.14	-0.37
m2	-0.03	0.06	0.02	-0.55	-0.20	0.07	-0.03	0.05	-0.30	-0.14	0.07
t-stat	-0.26	0.67	0.92	-1.63	-0.74	0.87	-0.36	0.69	-1.23	-0.72	1.47
m3	0.00	0.00	0.00	0.002	0.002	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
t-stat	7.12 <sup>a</sup>	5.89 <sup>a</sup>	2.16 <sup>b</sup>	4.17 <sup>a</sup>	4.83 <sup>a</sup>	3.71 <sup>a</sup>	6.51 <sup>a</sup>	4.98 <sup>a</sup>	4.41 <sup>a</sup>	5.12 <sup>a</sup>	4.58 <sup>a</sup>
m4	0.02	0.03	0.01	0.04	0.02	-0.001	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.03
t-stat	0.41	0.65	0.45	0.62	0.38	-0.04	-0.28	-0.08	0.02	-0.28	0.92
m5	-0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	-0.01	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.05
t-stat	-0.35	0.13	1.34	0.35	0.55	-0.50	-0.41	0.23	0.08	0.26	1.57
m6	-0.01	0.01	0.00	0.07	0.05	-0.02	0.00	0.01	0.07	0.04	0.03
t-stat	-0.25	0.20	-0.14	1.05	0.95	-1.02	0.07	0.30	1.44	1.16	0.78
m7	0.02	0.05	0.01	0.05	0.07	0.004	0.01	0.03	0.04	0.05	0.05
t-stat	0.48	1.07	0.49	0.84	1.47	0.26	0.37	0.96	0.82	1.37	1.62
m8	-0.09	-0.11	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.07	-0.08	-0.06	-0.05	-0.05
t-stat	-2.03 <sup>b</sup>	-2.40 <sup>a</sup>	-2.80 <sup>a</sup>	-0.62	-0.55	-1.63	-1.87 <sup>c</sup>	-2.23 <sup>b</sup>	-1.31	-1.26	-1.68 <sup>c</sup>
m9	0.03	0.04	0.00	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02
t-stat	0.70	0.86	0.30	0.45	0.37	0.48	0.64	0.76	0.84	1.11	0.51
m10	0.01	0.02	0.00	0.02	0.001	0.004	0.03	0.03	0.03	0.01	0.06
t-stat	0.21	0.36	0.30	0.25	0.01	0.25	0.79	0.89	0.56	0.27	1.81 <sup>b</sup>
m11	0.03	0.05	0.01	0.09	0.09	0.001	0.02	0.03	0.08	0.07	0.04
t-stat	0.73	1.07	0.97	1.47	1.82 <sup>c</sup>	0.08	0.72	0.92	1.59	1.69 <sup>c</sup>	1.31
m12	-0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.05	0.07	0.06	0.07	0.04
t-stat	-0.27	0.57	1.53	0.23	0.47	1.38	1.45	1.89 <sup>c</sup>	1.13	1.675 <sup>c</sup>	1.25
R 2	0.47	0.38	0.16	0.31	0.35	0.24	0.40	0.32	0.29	0.36	0.23
D W	1.93	2.09	2.09	1.96	1.99	1.86	2.05	2.11	2.00	2.22	2.14
F	5.07	3.58	1.70	2.40	2.84	1.77	3.94	2.72	2.38	3.31	2.51
K-W	7.62	6.08		9.58	10.62		6.45	6.61	7.05	7.45	
P - value <sup>d</sup>	0.75	0.87		0.57	0.48		0.84	0.83	0.80	0.76	
N	77	77	112	75	75	104	77	77	75	75	112

<sup>a</sup> coefficients significant at the 1% level.

<sup>b</sup> coefficients significant at the 5% level.

<sup>c</sup> coefficients significant at the 10% level.

<sup>d</sup> The Kruskal-Wallis test statistic is approximately distributed as chi-square with 11 degrees of freedom.

**Tabla 1.** The January effect: average month to month returns

mi is a dummy variable that takes the value of one in respective month of the year, and zero otherwise, m1 stands for January, m2 for February, and so on. The coefficients denote the month to month average returns from January to December. In the absence of a monthly anomaly, we expect the coefficients to be the same.

Another important result is that the returns in March for the Mexican portfolios and stock market indexes were positive and statistically significant. These results lead us to the following questions: Were only the American stock market returns positive and statistically significant in January? Were the returns in March higher than the average returns of the other months, and, if so, what could have been the cause?. To answer the first question we ran a stronger test for the January effect, the model used by Van den Bergh and Wessels. The results, shown in table 2, provide no evidence of the January effect in the Mexican stock portfolios or in the Mexican DR portfolios. Regarding the stock market indexes, only the American stock market index presented a statistically significant coefficient for January.

	a0	a1 Jan	R 2	D W	F
Usaew	-0.022	0.001	0.000	1.717	0.014
t-stat	-0.596	0.119			
Usavw	-0.023	0.003	0.003	2.057	0.263
t-stat	-0.659	0.513			
Ukew	-0.015	0.000	0.000	1.590	0.001
t-stat	-0.364	-0.024			
Ukvw	-0.010	0.001	0.000	1.750	0.025
t-stat	-0.269	0.158			
Usamexew	-0.019	0.003	0.006	1.954	0.433
t-stat	-0.664	0.658			
Usamexvw	-0.019	0.005	0.016	2.317	1.205
t-stat	-0.706	1.098			
Ukmexew	-0.016	0.002	0.002	1.958	0.175
t-stat	-0.482	0.418			
Ukmexvw	-0.013	0.004	0.010	2.219	0.762
t-stat	-0.457	0.873			
IPyC	-0.013	0.004	0.010	2.138	0.755
t-stat	-0.471	0.869			
NYSE	-0.006	0.003	0.049	2.303	3.860
t-stat	-0.674	1.96459*			
FTSE	-0.003	0.002	0.020	1.871	1.508
t-stat	-0.316	1.228			

\* Significant at the 5% level.

**Table 2.** The January effect: January vs. other months.

The coefficient a1 measures the difference between the January return and the average monthly return for the other months. The coefficient a0 represents the average monthly return without considering January. The January effect would be evident if the coefficient a1 is positive and statistically significant.

A possible explanation for the lack of evidence of the January effect in the Mexican stocks, although it existed in the NYSE, lies in tax regulation differences between the United States and Mexico. As previously mentioned, TLSH is one of the main hypotheses studied about the January effect. This hypothesis is based on the motivation that U.S. investors have to realize fiscal losses before the end of the fiscal year and to postpone fiscal gains until a future fiscal period. Specifically, the TLSH is based on the following rationale. First, capital gains are taxable both for individuals and for companies, and December is the end of the fiscal period both for individuals and for most companies. Second, it is possible to offset

capital gains with capital losses. Third, according to the principle of wash sales, investors claiming a capital loss must wait at least one month before reinvesting in a stock that was previously sold. That is, if an investor sells a stock in December to realize a capital loss and s/he wants to buy the stock back, s/he must wait to January to buy the stock. Therefore, that strategy will produce an increase both in the demand and in the price of the stocks in January. Because these three factors are presumable essential to the existence of the January effect in the U.S. stock market, their absence in the Mexican tax system might explain the lack of evidence of the January effect in this marketplace.

A brief comparison between the American and the Mexican tax system might help clarify the relationship between the Mexican tax system and the lack of evidence of the January effect in the Mexican stock market. This comparison involves an analysis of how tax rule differences might generate different results.

A first factor to the existence of the January effect in the U.S. stock market is that capital gains are taxable both for individuals and for companies, and that the end of the fiscal year for individuals and for most companies is December. In the case of the Mexican legislation, both individuals and companies end their fiscal year in December, but only companies are subject to capital gains taxes. If most investors in the Mexican stock market are individuals, there is no tax motivation for them to realize capital losses before the end of the fiscal year; therefore, we would not expect the January effect to be evident in Mexico. Although information on the ownership structure for Mexican companies is not publicly available, we can reasonable assume that most of the investors are individuals because of the tax advantage of individuals over corporations. Given the results shown in tables 1 and 2, where evidence of the January effect is not present either in the Mexican stock portfolios or in the Mexican stock market index, the previous assumption would support to a great extent the tax argument for the existence of the January effect. However, because there is not information to support that assumption, let us presume the opposite, that most of the investors are corporations. Under that assumption, we have two possible interpretations of the lack of evidence of the January effect, based on the tax incentive of realizing capital losses in December. On one hand, if corporations do not have tax motivation to realize capital losses in December, consequently generating a January effect, finding no evidence of the January effect would support the existence of a relationship between the January effect and tax rules. On the other hand, if incentives exist to realize the tax losses in December, consequently generating the January effect, finding no evidence of the January effect would be a proof against the TLSH.

A second explanation for the existence of the January effect, according to the TLSH, relates to the possibility of offsetting capital losses with capital gains, and thereby reducing the tax burden. Like American tax legislation, Mexican tax legislation allows offsetting capital gains with capital losses. However, the procedure to determine the capital losses and gains differs for each country. In the United States, capital gains or losses are calculated by comparing the buying and the selling price of the stock. In Mexico, the same principle is followed but the cost of the stock is adjusted to account for the inflation that occurs from the date when the stock was initially bought to the date when the stock is sold. Mexican legislation also allows investors to adjust capital losses from the date when they occur to the date when they offset capital gains. These differences imply that Mexican investors have no motivation to wait until the end of the fiscal year to realize their capital losses. As soon as investors become sure that they will realize capital losses, they will sell the stock and use the loss, adjusted by the inflation, to offset capital gains that might occur in the future. This behavior is consistent with the behavior proposed by Constantinides [19], who states that investors realize tax losses as soon as they occur. These arguments, together with the lack of evidence in Tables 1 and 2 of the January effect, and under the strong assumption that most of the Mexican investors are corporations, combine to provide evidence that the January effect can be explained by the TLSH.

Additionally, the Mexican tax code, in contrast to tax regulations in the U.S., does not require that investors who have sold their stocks and claimed a capital loss wait one month before buying the stocks

back. Thus, even if investors in the Mexican stock market consisted only of corporations, there is no reason to sell the stocks in December to realize losses and to wait to January to reinvest in the stock market, thereby causing an increase in the price of the stocks. The results shown in Tables 1 and 2 are evidence against the existence of the January effect, and the lack of evidence for the January effect in this context supports the TLSH.

The January effect has usually been studied in relationship to stock market returns; however, because the behavior of the returns includes the volatility of the returns, it is important to test for the existence of the January effect in the volatility of the returns. To test for the January effect in the volatility of the returns, we first determined for each portfolio and stock market index the residuals of model 4,  $R_t = a_0 + a_1 \text{Jan} + e_t$ . Then, we squared the residuals of the model,  $e_t$ , and substituted the portfolio returns in model 4,  $R_t$ , for the squared residuals,  $e_t^2$ , thereby arriving at the following model:

$$e_t^2 = b_0 + b_1 \text{Jan} + v_t \quad (4)$$

	b0	JAN	R 2	D W	F
$e_t^2$ usaew	0.0006	0.0001	0.0045	1.6555	0.3366
t-statistic	0.4190	0.5802			
$e_t^2$ usavw	0.0148	0.0001	0.0001	1.8860	0.0037
t-statistic	1.894329 <sup>b</sup>	0.0609			
$e_t^2$ ukew	0.0114	0.0023	0.0093	1.1577	0.7064
t-statistic	0.7316	0.8405			
$e_t^2$ ukvw	0.0093	0.0014	0.0077	1.2647	0.5846
t-statistic	0.9057	0.7646			
$e_t^2$ mexusaew	0.0114	-0.0001	0.0002	1.5795	0.0176
t-statistic	1.967861 <sup>b</sup>	-0.1327			
$e_t^2$ mexusavw	0.0140	-0.0009	0.0140	1.9715	1.0631
t-statistic	2.969419 <sup>a</sup>	-1.0311			
$e_t^2$ mexukew	0.0168	-0.0006	0.0021	1.6276	0.1608
t-statistic	2.064926 <sup>b</sup>	-0.4010			
$e_t^2$ mexukvw	0.0141	-0.0007	0.0099	1.5090	0.7527
t-statistic	2.948235 <sup>a</sup>	-0.8676			

<sup>a</sup> significant at the 1% level

<sup>b</sup> significant at the 5% level

None of the coefficients for the January variable are statistically significant.

**Table 3.** The January effect in the returns volatility.

The results in Table 3 show no evidence of a January effect in the volatility of the Mexican stock portfolios and the Mexican DR portfolios.

#### 4. Conclusion

One of the broadly studied stock market anomalies is the January effect. Under this anomaly, January, on average, shows a positive and statistically higher return than do other months. Most of the financial literature on market anomalies analyzes the January effect using the returns of stock market indexes. In this study, using as a sample Mexican stocks that trade both domestically and internationally, we analyzed whether the return of the portfolios showed evidence of the January effect. After forming equally and value-weighted portfolios, we found no evidence of the January effect in the Mexican stock market or in the DR market, although we found it in the American stock market index (NYSE). The lack of evidence for the existence of the January effect in the Mexican stocks and in the Mexican ADRs can be attributed to the differences in tax regulations between Mexico and the U.S. We found that Mexican investors, unlike U.S. investors, did not have any tax motivation for realizing capital losses in December. This finding supports the TLSH. On the other hand, March presented positive and statistically significant returns. After analyzing these returns, we found that they could be generated because of the release of accounting information regarding the corporate performance during the previous fiscal year. We also tested for the existence of the January effect in the volatility of the returns for the Mexican stock portfolios and the Mexican DR portfolios, finding no evidence of the existence of the January effect in those portfolios. Because, in general, we did not find evidence of the January effect in the Mexican portfolio returns, although it was present in the American stock market index (NYSE), an extension of this investigation might be to test for the efficiency in the transfer of information between the domestic market (Mexican market) and the DR market (NYSE and FTSE).

## 5. References.

- [1] Ritter, J. R. (1988). The buying and selling behavior of individual investors at the turn of the year. *The Journal of Finance*, 43, 701-719.
- [2] Rozeff, M. S., and Kinney, W. R. (1976). Capital market seasonality: The case of stock returns. *Journal of Financial Economics*, 3, 379-402.
- [3] Keim, D. B. (1983). Size related anomalies and stock return seasonality: Further empirical evidence. *Journal of Financial Economics*, 12, 13-32.
- [4] Keim, D. B. (1987). Daily returns and size-related premiums: One more time. *Journal of Portfolio Management*, 13, 41-47.
- [5] Banz, R. W. (1981). The relationship between return and market value of common stocks. *Journal of Financial Economics*, 9, 3-18.
- [6] Reinganum, M. (1983). The anomalous stock market behavior of small firms in January: Empirical tests for tax loss selling effects. *Journal of Financial Economics*, 12, 89-104.
- [7] Chatterjee, A., and Maniam, B. (1997). Market anomalies revisited. *Journal of Applied Business Research*, 13, 47-56.
- [8] Eakins, S., and Sewell S. (1993). Tax-loss selling, institutional investors, and the January effect: A note. *The Journal of Financial Research*, 16, 377-384.
- [9] Haugen, R. A., and Jorion, P. (1996). The January effect: Still there after all these years. *Financial Analyst Journal*, 52, 27-31.
- [10] Schultz, P. (1985). Personal income taxes and the January effect: Small firm stock returns before the War Revenue Act of 1917: A note. *The Journal of Finance*, 40, 333-343.
- [11] Jones, S. L., Lee, W., and Apenbrink, R. (1991). New evidence on the January effect before personal income taxes. *The Journal of Finance*, 46, 1909-1924.
- [12] Dyl, E. A. (1977). Capital Gains Taxation and Year-End Stock Market Behavior. *The Journal of Finance*, 32, 165-175.
- [13] Ligon, J. A. (1997). A simultaneous test of competing theories regarding the January effect. *The Journal of Financial Research*, 20, 13-32.
- [14] Jones, C. P., Pearce, D. K., and Wilson, J. W. (1987). Can Tax-Loss Selling Explain the January Effect? A Note. *The Journal of Finance*, 42, 453-461.
- [15] Reinganum, M., and Shapiro, A.C. (1987). Taxes and stock return seasonality: evidence from the London stock exchange. *Journal of Business*, 60, 281-295.



- [16] Van der Bergh, W. and R. Wessels. (1985). Stock market seasonality and taxes: An examination of the loss selling hypothesis. *Journal of Business Finance and Accounting*, 12, 515-530.
- [17] Barone, E. (1990). The Italian stock market: Efficiency and calendar anomalies. *Journal of Banking and Finance*, 14, 483-510.
- [18] Keim, D. B. (1983). Size related anomalies and stock return seasonality: Further empirical evidence. *Journal of Financial Economics*, 12, 13-32.
- [19] Constantinides, G. M. (1984). Debt and Taxes and Uncertainty: Discussion. *The Journal of Finance*, 40, 657-658.

# Las Sociedades de Inversión de Renta Variable en México y su relación con los Mercados de Capitales.

Oscar González Salgado

En el presente estudio se analiza el comportamiento de una canasta de precios de 77 sociedades de inversión de renta variable mexicanas a fin de determinar la posible relación de dependencia que ésta guarda con canastas de precios de títulos (mercados de capitales) de diferentes latitudes en el mundo. El modelo base del presente estudio es una regresión multivariada a fin de probar las diferentes hipótesis de estudio planteadas en el apartado de metodología. Previo al desarrollo de la prueba de hipótesis, se aplicaron todas las pruebas de validación al modelo de regresión a fin de revisar que éste no viole los supuestos básicos que deben cumplir dichos modelos, concluyendo que el modelo es válido. En primer lugar se probó la relación entre las sociedades de inversión y el Índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. Se encontró evidencia estadística de su relación, la cual no mantiene vicios de especificación al no existir una declarada dependencia teórica entre ambos conjuntos de datos. Con esto se confirma el buen trabajo seguidor de los ejecutivos de inversiones de dichas sociedades de inversión, a fin de reproducir lo más fielmente posible al mercado en su conjunto. Se analizaron también la relación que esta canasta de sociedades mantiene con otros mercados en el mundo. Se encontró una moderada relación inversa con el mercado de empresa industriales en Estados Unidos, así como una fuerte relación directa con el mercado combinado S&P 500. No se encontró relación significativa con el mercado de empresa tecnológicas de dicho país. Finalmente, la relación de nuestra canasta de sociedades de inversión mantiene posiciones encontradas con los mercados de Brasil y de Japón. Con el índice Bovespa se mantiene una relación inversa y con el Nikkei una moderada relación directa. El fenómeno de la globalización de los mercados de capitales resulta una de las principales razones por la que hechos como el estudiado se presenten. Si bien la investigación empírica descubre dichas relaciones, queda muy claro que la justificación de la existencia de las mismas resulta en un nuevo nicho de oportunidad de investigación.

Palabras Clave: Sociedades de Inversión, mercados de capitales, relación de dependencia significativa.

## 1. Introducción

Las Sociedades de Inversión o Fondos de Inversión, nacen con el fin de canalizar los ahorros de pequeños y medianos inversionistas al Mercado de Valores [1, 2]. Estas tienen diversos objetivos y actividades las cuales se pueden resumir de la siguiente forma:

- (a) Instituciones encargadas de reunir las aportaciones de miles de inversionistas, las cuales se emplean para la compra y venta de valores que forman un fondo común.
- (b) Instituciones cuyo objeto es el diversificar los riesgos mediante la inversión en múltiples valores del mercado.
- (c) Instituciones que a través de un manejo profesional obtienen, valúan y encuentran información financiera que les da oportunidades de inversión con más eficiencia.

- (d) Instituciones que proporcionan rendimientos atractivos y liquidez a los pequeños y medianos inversionistas, los cuales no tendrían mediante la inversión en acciones o valores en forma individual.

De lo anterior podemos definir las como instituciones de inversión colectiva, cuya estructura jurídica se encuentra basada en la Sociedad Anónima. Estas instituciones forman carteras de valores o portafolios de inversión con los recursos que captan del público inversionista. La selección de estos valores se basa en el criterio de diversificación de riesgos [3]. Al adquirir las acciones representativas del capital de estas sociedades, el inversionista obtiene ventajas tales como la diversificación de sus inversiones, principio fundamental para disminuir el riesgo y, la posibilidad de participar del Mercado de Valores en condiciones favorables sin importar el monto de los recursos aportados.

En este contexto resulta necesario revisar la relación que realmente están guardando dichas sociedades de inversión con ciertos mercados de valores en el mundo. Si bien un grupo de estas sociedades construye portafolios basados en el criterio de diversificación de riesgo (Sociedades de Inversión de Renta Variable), también es cierto que dichos criterios de integración y desincorporación son en la mayoría discrecionales y ajenos al público inversionista [4]. Un comportamiento semejante entre la bolsa de valores mexicana y las sociedades de inversión de renta variable sería un indicador de buen desempeño seguidor en el proceso de estructuración de los portafolios que realizan los agentes administradores de dichas sociedades de inversión. Por tanto, en el presente estudio se revisa dicha relación de comportamientos entre la canasta de sociedades de inversión de renta variable en México y el mercado de valores medido en términos del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores; para obtener conclusiones al respecto. Cabe aclarar que esta relación no guarda vicios de especificación a priori, dado que una mala estructuración de portafolios podría derivar en comportamientos opuestos entre el mercado de valores y la canasta de sociedades [5].

Por otra parte, se ha gastado mucha tinta en comentarios que intentan establecer vasos comunicantes entre los mercados de capitales del mundo. Principalmente entre el mercado mexicano y algunos mercados del continente (el americano, el argentino, el brasileño, etc.). Como parte del presente estudio y a manera de variables de control, incorporo los registros diarios de tres índices del mercado americano (Dow Jones, Nasdaq y S&P 500), así como del mercado brasileño (Ibovespa) y del mercado de Japón (Nikkei).

Los primeros tres justificados en términos de la gran relación que existe entre el mercado de México con los Estados Unidos. El segundo por tratarse de la segunda economía en América Latina y el tercero por tratarse de un mercado sin aparente influencia en el mercado mexicano, pero demasiado importante para la orbe.

## **2. Metodología y Modelo Base para el Estudio.**

Para desarrollar el presente trabajo, se recopilaron los precios diarios de las acciones correspondientes a la totalidad de las Sociedades de Inversión de Renta Variable legalmente constituidas en México; durante el periodo comprendido del 2 de enero de 1999 al 31 de diciembre del 2001. Decidí seleccionar estos tres años de operación debido al vertiginoso crecimiento que ha tenido el número de sociedades de este tipo y que se ha confirmado en los últimos años.

Se obtuvieron 782 precios diarios de las acciones de 77 sociedades de inversión de renta variable inscritas en el mercado financiero mexicano con el prefijo SIRV [6, 7, 8]. Se calcularon los siguientes indicadores descriptivos de la muestra de sociedades de inversión (Anexo 1):

- (a) El precio promedio por día, que constituye la variable dependiente a ser “explicada” por el comportamiento de los índices incluidos en el estudio. Se trabajan precios a pesos corrientes y no se ajustan dado que los índices son canastas de títulos valuados también a precios corrientes. Además, el objetivo fundamental de la presente investigación es observar comportamientos recurrentes y consistentes, más que realizar estimaciones sobre precios o valuación.
- (b) La desviación estándar de los precios diarios de dicha canasta de sociedades, a fin de observar la volatilidad de los precios analizados.
- (c) Los máximos y mínimos históricos con confirmación de la volatilidad antes mencionada.

El presente es un estudio basado en la construcción de un modelo de regresión multivariado, que asume como variable dependiente al promedio diario de los precios de las acciones de una canasta formada por 77 sociedades de inversión de renta variable. Las variables regresoras son los índices de diferentes mercados de capitales; a saber:

- (a) El Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores.
- (b) El Índice Dow Jones de empresas industriales en Estados Unidos.
- (c) El Índice Nasdaq de empresas tecnológicas en Estados Unidos.
- (d) El Índice S&P 500, también del mercado americano.
- (e) El Índice Ibovespa del mercado de capitales de Brasil y
- (f) El Índice Nikkei del mercado de capitales de Japón.

Se plantean las siguientes hipótesis de estudio las cuales serán probadas o rechazadas según los estimadores estadísticos considerados como válidos para tal fin.

**H1:** El comportamiento de las sociedades de inversión de renta variable, medido en términos de su precio promedio, difiere al comportamiento del mercado de capitales mexicano, medido en términos del IP y C.

**Ha:** Existe una estrecha relación entre los portafolios de inversión de las sociedades de inversión y el comportamiento del mercado de capitales mexicano.

**H2:** El comportamiento del mercado de empresas industriales en Estados Unidos, no explica el desempeño del portafolios construido por las sociedades de inversión de renta variable del mercado mexicano.

**H3:** El comportamiento del mercado de empresa tecnológicas en Estados Unidos, no explica el desempeño del portafolios construido por las sociedades de inversión de renta variable del mercado mexicano.

**H4:** El comportamiento del mercado compuesto de empresa en Estados Unidos, no explica el desempeño del portafolios construido por las sociedades de inversión de renta variable del mercado mexicano.

**H5:** El comportamiento del mercado compuesto de empresas brasileñas, no explica el desempeño del portafolios construido por las sociedades de inversión de renta variable del mercado mexicano.

**H6:** El comportamiento del mercado compuesto de empresas japonesas, no explica el desempeño del portafolios construido por las sociedades de inversión de renta variable del mercado mexicano.

**Hb:** Existe una relación entre el desempeño observado por el promedio de precios de la canasta de sociedades de inversión mexicanas y el desempeño del mercado estudiado.

Como primer paso en el proceso de aprobación, se revisa la validez del modelo de regresión verificando que las varianzas de las variables regresoras sean homocedásticas. También se verifica que no exista autocorrelación ni problemas de multicolinealidad entre las variables regresoras. Se checa también la normalidad que deben guardar dichas variables explicativas.

Todas las pruebas anteriores son necesarias a fin de garantizar que el modelo de regresión (base del present estudio) sea válido. Dichas pruebas se llevan a cabo a través del paquete informático eviews (econometric views) y se muestran, a manera de resumen, los valores observados en los estadísticos que sirven como indicadores de validación de dichas pruebas.

Como verificación adicional al modelo en su conjunto, se observa el tamaño de los estimadores F de Fisher y el coeficiente de determinación, a fin de confirmar la especificación y legitimidad del mismo. Ya como parte central de la evaluación de las hipótesis antes planteadas, se observa el tamaño y signo de los coeficiente de cada variable explicativa, resultante de la regresión multivariada. Esto en principio proporciona una idea de magnitud y tipo de impacto de la variable regresora sobre la variable a explicar. Se confirma o descarta dicho impacto, revisando el tamaño de los estadísticos t's de cada coeficiente; así como su significancia estadística (p-value)

### **3. Resultados.**

El modelo de regresión utilizado para el presente estudio se considera válido puesto que no viola los supuestos fundamentales de los modelos de regresión múltiple. Por lo tanto, las variables que resulten significativas para explicar el comportamiento del promedio de precios de la canasta de sociedades de inversión de renta variable, serán legítimas al haberse obtenido de un modelo de coeficientes lineales consistentes, insesgados e independientes. En el Anexo 3 se muestra la tabla resumen con los valores de los estimadores utilizados en este proceso de validación.

Los resultados obtenidos de correr el modelo de regresión multivariado sobre las cifras obtenidas de los 3 años de estudio (1999 a 2001) son los siguientes y se muestran en la tabla resumen del Anexo 2.

La regresión se corrió incluyendo al intercepto, lo cual otorga mayor veracidad a la información obtenida mediante el presente estudio. El coeficiente de determinación fue de 97.58% y la R cuadrada fue de 95.22% con lo que se concluye que existe una alta correlación empírica entre el comportamiento de los precios de las acciones de las sociedades de inversión de renta variable evaluadas y el conjunto de los precios de los índices propuestos como explicativos del comportamiento de los precios de dicha canasta o muestra de sociedades de inversión.

El estadístico F fue de 2574.65 con un p-value cercano a cero, con lo que se concluye que tiene sentido y justificación la presencia conjunta de dichos índices en el modelo explicativo y sirven para explicar el comportamiento del promedio de precios de la canasta de sociedades de inversión evaluada.

En relación al comportamiento individual de cada índice y su relación con el precio promedio de la canasta evaluada se tuvieron los siguientes resultados:

- (a) El comportamiento del precio promedio de la canasta, durante los 3 años de observación, guarda una importante relación positiva con el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores (.27% de incremento en el precio promedio en la canasta de sociedades, por cada 10 puntos de variación en el índice medido). Este resultado se confirma al revisar el valor del estadístico "t", el cual es de 39.018 y con un p-value cercano a cero.

- (b) El precio promedio de la canasta de sociedades de inversión refiere un comportamiento inverso respecto al seguido por el Índice de empresas industriales en Estados Unidos (Dow Jones). Así, por cada 10 puntos de variación alcista del Índice DJ el promedio de precios de la canasta de sociedades disminuyó en un .057 % aproximadamente. Este resultado es notable si referimos la estrecha relación histórica que han guardado el IPyC y el DJ, y se confirma su significancia al presentar una “t” de  $-5.86$  y un p-value cercano a cero [9, 10].
- (c) Por lo que corresponde al índice Nasdaq, la relación que guarda la canasta de sociedades y dicho índice resulta irrelevante. Apenas el .005% de disminución por cada 10 puntos de incremento en el índice. Este resultado parece razonable en el contexto del tipo de portafolios que las sociedades de inversión en México arman y su relación con empresas de base tecnológica americanas. La afirmación anterior se confirma al observar el nivel de significación de dicho coeficiente (P-value de .6518) lo cual es insuficiente al 5% para rechazar la hipótesis de valor cero del coeficiente [11].
- (d) La situación con respecto a la muestra S&P 500 es distinta. Aquí el resultado que se obtiene es un relación directa entre el cambio del promedio de precios de la canasta y el comportamiento del índice S&P 500. Por cada 10 puntos de incremento en el índice, hay un crecimiento en el precio promedio de dicha canasta del orden de .60% aproximadamente. Cada medio punto porcentual de variación. Después de este descubrimiento, sería buena recomendación observar el comportamiento de dicho índice a fin inferir el comportamiento de buena parte de nuestras sociedades de inversión. La “t” de  $7.36$  y el p-value de 0 confirman el hecho.
- (e) Por su parte, el comportamiento del índice bovespa pareciera ser contrario al de las sociedades de inversión de renta variable en México. Por cada 10 puntos de incremento del índice, se observa una disminución del .019% en el promedio de precios de la canasta de sociedades de inversión. Este resultado resulta sorprendente ya que, si bien las sociedades de inversión difícilmente integrarán en su portafolios títulos de empresas brasileñas, la similitudes en tamaño, forma, economía, etc; de las economías de México y Brasil parecerían imponer coincidencias y no divergencias en sustratos (como las sociedades de inversión) de sus economías.
- (f) Finalmente al comparar la canasta de sociedades con el comportamiento del mercado japonés se encontró una relación positiva significativa de .042% de incremento el promedio de precios de las sociedades estudiadas, por cada 10 puntos de incremento en el índice japonés [12, 13].

El fenómeno de la globalización de los mercados de capitales resulta una de las principales razones por la que hechos como el estudiado se presenten. Si bien la investigación empírica descubre dichas relaciones, queda muy claro que la justificación de la existencia de las mismas resulta en un nuevo nicho de oportunidad de investigación.

#### **4. Conclusiones.**

Se rechaza la hipótesis 1 al 5% de significación, con lo que se confirma que los objetivos de un subgrupo de las sociedades de inversión estudiada (Sociedades Indizadas) se cumple: “Estructurar portafolios indizados al IPyC que reproduzcan cercanamente el comportamiento de dicho índice. Buena labor de diseño financiero de los ejecutivos financieros de dichas sociedades de inversión” .

Se rechazan las hipótesis 2, 4, 5 y 6 con lo que se confirma la presencia de vasos comunicantes entre los diversos mercados de capitales del mundo desarrollado. Si bien esta relación de causalidad no queda definida aún, resulta necesario verificar su existencia si se aspira a poderla explicar. En el

presente trabajo se cumplimenta la parte de verificación, al menos en le periodo de estudio de 1999 al 2001 y se deja para futuras investigaciones el descubrimiento de dichas relaciones de causalidad.

Se acepta la hipótesis 3 con lo que se descarta una relación entre el desempeño del mercado de empresas tecnológicas en Estados Unidos y el desempeño de los portafolios integrados por las Sociedades de Inversión de Renta Variable en México.

## 5. Referencias

- [ 1 ] Banz, Rolf, W., 1980, The relationship between return and market value of common stock, *Journal of Financial Economics* 9, 3-18.
- [ 2 ] Ley del Mercado de Valores, 1996,*Diario Oficial de la Federación*.23 de mayo.
- [ 3 ] Elton, Edwin J., Martin J. Gruber, and Manfred W. Padberg, 1978, Optimal portafolios from simple ranking devices, in Peter L. Bernstein, ed., *Security Selection and Active Portfolio Management*. New York: Institutional Investor, 219-232.
- [ 4 ] Alexander, Gordon. And R. Stover, 1980, Consistency of mutual fund performance during varying market conditions, *Journal of Economics and Bussines* 32, 219-266.
- [ 5 ] Carlson, R., 1997, Aggreate performance of mutual funds, 1948-1967,. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 5, 1-32
- [ 6 ] Administrador de Bases de Datos Financieras, Económica. Ecodata S.A. de C.V. 52,5,5252518
- [ 7 ] Página de la Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles, <http://www.amib.com.mx>
- [ 8 ] Página de la Bolsa Mexicana de Valores, <http://www.bmv.com.mx>
- [ 9 ] Daniel, Kent, Marc Grinblatt and Sheridan Titman, and Russ Wermers, 1997, Measuring mutual fund performance with characteristic-based benchmarks, *Journal of Finance* 52, 1035-1057.
- [ 10 ] Hamao, Y., R. W. Masulis, and V. Ng. "Correlations in Price Changes and Volatility across International Stock Markets." *Review of Financial Studies*, 3 (1990), 281-307.
- [ 11 ] Eun, C. S., and S. Shim. "International Transmission of Stock Market Movements." *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 24 (1989), 241-256.
- [ 12 ] Cai, J., K. C. Chan, and T. Yamada. "The Performance of Japanese Mutual Funds." *Review of Financial Studies*, 10 (1997), 237-274.
- [ 13 ] Karolyi, A., and R. Stulz. "Why Do Markets Move together? An Investigation of U.S.-Japan Stock Return Co-movements." *The Journal of Finance*, 51 (1996), 951-986.

**Anexo 1. Tabla resumen de indicadores descriptivos de la canasta de Sociedades de Inversión de Renta Variable bajo estudio.**

precio promedio por día de la canasta de 77 sociedades *	desv. std. de la canasta	precio máximo del día	precio mínimo del día
22.95641533	50.35332018	355.9025	0.03698291
23.52622385	51.09952938	358.2236	0.03697002
23.01465682	50.1191955	352.1629	0.03618342
22.71663026	49.50196284	347.9076	0.03553867
22.61310289	49.22058311	345.5865	0.0354613
22.41645009	49.07249965	345.5865	0.03498418
22.33118666	48.99976719	345.5865	0.03490681
22.1096724	48.71066718	344.297	0.03446838
21.60665212	47.66251833	336.9468	0.03360442
20.94042002	46.55492849	330.6283	0.03228913
20.97743404	46.57469128	330.6283	0.03243097
21.79957572	48.11755478	340.9443	0.03412022
21.87219934	48.27219976	342.1048	0.03433943
21.7434299	48.02840046	340.5574	0.03408153
22.30329592	49.05442144	347.0049	0.03522919
22.18256854	48.8746705	346.1023	0.03500997
22.08043706	48.83729485	346.6181	0.0346876
22.15226316	48.91322593	346.876	0.03486813
22.43241944	49.46796638	350.4866	0.03531945
22.60837224	49.88074784	353.4524	0.03568051
22.6232724	49.98404788	354.8091	0.03575762
22.57357542	49.93314482	354.3061	0.0355438
22.78366392	50.15005135	354.9349	0.03623556
22.69106645	49.9161657	353.0483	0.03618525
22.91681198	50.36235797	356.1927	0.03656257
22.91681198	50.36235797	356.1927	0.03656257
22.80494094	50.17045635	354.9349	0.03629845
22.79145906	50.24500658	355.9411	0.03626071
22.57459199	49.84397513	353.1741	0.03582051
22.57554829	49.76117896	352.0421	0.03578277

\* Por espacio se muestran las cifras de los primeros 30 días de registro.



**Anexo 2. Tabla resumen de indicadores generados por la corrida del modelo de regresión múltiple (Excel).**

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.975821754
R Square	0.952228096
Adjusted R Square	0.951858249
Standard Error	0.625865336
Observations	782

ANOVA

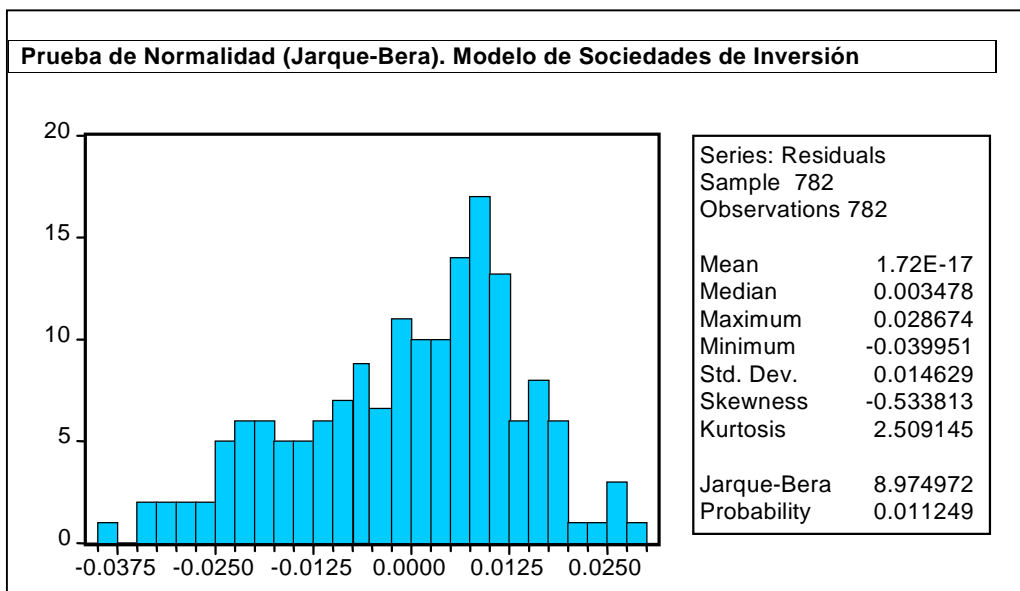
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	6	6051.06676	1008.511127	2574.654137	0.000
Residual	775	303.5732497	0.391707419		
Total	781	6354.64001			

	Intercept	Variable X1 (IPyC)	Variable X2 (Dow Jones)	Variable X3 (Nasdaq)	Variable X4 (S & P 500)	Variable X5 (Ibovespa)	Variable X6 (Nikkei)
Coefficients	7.691928081	0.002705291	-0.000574465	-5.60287E-05	0.005996588	-0.000193798	0.000427766
Standard Error	0.495977781	6.93334E-05	9.79547E-05	0.000124146	0.000814477	2.06014E-05	2.06445E-05
t Stat	15.50861426	39.01857302	-5.864598381	-0.451313717	7.362502362	-9.407062169	20.72051369
P-value	1.9109E-47	4.6542E-185	6.66371E-09	0.651889717	4.61772E-13	5.63912E-20	3.12099E-76
Lower 95%	6.718308507	0.002569187	-0.000766753	-0.000299731	0.004397745	-0.000234239	0.00038724
Upper 95%	8.665547654	0.002841395	-0.000382177	0.000187673	0.007595431	-0.000153357	0.000468291
Lower 95.0%	6.718308507	0.002569187	-0.000766753	-0.000299731	0.004397745	-0.000234239	0.00038724
Upper 95.0%	8.665547654	0.002841395	-0.000382177	0.000187673	0.007595431	-0.000153357	0.000468291

### Anexo 3. Tabla resumen de indicadores de validación del modelo de regresión multivariado (eviews).

Prueba de Ramsey. Modelo sobre Sociedades de Inversión de Renta Variable				
Ramsey RESET Test:				
F-statistic	11.21900	Probability	0.000029	
Log likelihood ratio	22.44518	Probability	0.000013	
Test Equation:				
LS // Dependent Variable is RNR				
Date: 10/03/02 Time: 09:40				
Sample: 1 782				
Included observations: 782				
Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag truncation=4)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.367258	2.355721	-0.155900	0.8763
X1(IPyC)	-7.32E-08	1.55E-06	-0.047271	0.9624
X2(DJ)	-3.58E-08	4.15E-07	-0.086346	0.9313
X3(Nasdaq)	-1.12E-08	2.62E-07	-0.042781	0.9659
X4(S&P500)	-1.03E-07	1.83E-06	-0.056355	0.9551
X5(Ibovespa)	3.29E-09	5.00E-08	0.065800	0.9476
X6(Nikkei)	-0.000228	0.003693	-0.061836	0.9508
R-squared	0.319932	Mean dependent var	0.115888	
Adjusted R-squared	0.273030	S.D. dependent var	0.016508	
S.E. of regression	0.014075	Akaike info criterion	-8.458829	
Sum squared resid	0.028725	Schwarz criterion	-8.243775	
Log likelihood	449.4343	F-statistic	6.821384	
Durbin-Watson stat	1.038908	Prob(F-statistic)	0.000000	

Prueba de White. Modelo de Sociedades de Inversión				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	1.508103	Probability	0.104844	
Obs*R-squared	23.07506	Probability	0.111743	
Test Equation:				
LS // Dependent Variable is RESID^2				
Date: 10/03/02 Time: 09:55				
Sample: 782				
Included observations: 782				
Newey-West HAC Standard Errors & Covariance (lag truncation=4)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000185	0.000118	1.574236	0.1177
X1(IPyC)	-2.43E-10	2.91E-09	-0.083487	0.9336
X1(IPyC)^2	1.24E-14	1.88E-14	0.656461	0.5126
X2(DJ)	-3.38E-10	3.80E-10	-0.889419	0.3753
X2(DJ)^2	-1.97E-16	3.19E-16	-0.619952	0.5363
X3(Nasdaq)	7.30E-11	3.18E-10	0.229770	0.8186
X3(Nasdaq)^2	-3.60E-17	1.19E-16	-0.302531	0.7627
X4(S&P500)	1.09E-10	7.35E-10	0.148124	0.8825
X4(S&P500)^2	2.88E-16	9.89E-16	-0.290902	0.7716
X5(Ibovespa)	3.88E-11	3.09E-11	1.256462	0.2111
X5(Ibovespa)^2	-6.38E-19	9.69E-19	-0.658592	0.5112
X6(Nikkei)	-2.34E-06	4.29E-06	-0.544972	0.5866
X6(Nikkei)^2	4.16E-08	3.68E-08	1.130209	0.2603
R-squared	0.147917	Mean dependent var	0.000213	
Adjusted R-squared	0.049836	S.D. dependent var	0.000263	
S.E. of regression	0.000257	Akaike info criterion	-16.43186	
Sum squared resid	9.17E-06	Schwarz criterion	-16.09950	
Log likelihood	1077.331	F-statistic	1.508103	
Durbin-Watson stat	1.341008	Prob(F-statistic)	0.104844	



Nota: Por espacio solo se muestran las pruebas de especificación, homocedasticidad y normalidad

**LA RELEVANCIA DEL VALOR DE LAS VARIABLES CONTABLES EN EL PRECIO DE LAS ACCIONES DE LA BMV.** Rocío Durán Vázquez, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

Este estudio busca el valor explicativo de las variables contables de utilidad neta y capital contable en el precio de las acciones de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Para ello, utilizo el Modelo de Ohlson (1995) de la literatura de Contabilidad Financiera. Además de considerar el impacto del flujo de efectivo en el rendimiento de las acciones. Asimismo, este estudio presenta un análisis de la década de los 90's de las variables contables de las empresas que cotizan en nuestro país, donde se destaca que el capital contable es superior, en cuanto a significancia, con respecto a las utilidades. Además, el trabajo se concentra en el poder explicativo de los "accruals" que integran a la utilidad neta del estado de resultados respecto al flujo de efectivo tan utilizado por las teorías financieras, tomando de referencia el estudio de Dechow (1994). Los resultados ofrecen evidencia de que la explicación de los "accruals" incluidos en las utilidades es superior, estadísticamente hablando, al flujo de efectivo (tanto operativo como neto). Además, se enfatiza la relación intrínseca de estas tres variables de acuerdo con el estudio de Dechow-Kothari-Watts (1998). Por último, con base en las características de las empresas mexicanas que encabezan la Bolsa Mexicana de Valores y considerando sus movimientos bursátiles y su rentabilidad; se incluyeron variables financieras y no financieras para la explicación de dichas características.

**COBERTURA DE FLUJOS FINANCIEROS CON INSTRUMENTOS DE RENTA FIJA.** Francisco Venegas-Martínez, Centro de Investigación en Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

En este trabajo, se desarrolla un modelo estocástico para inmunizar el valor presente de un conjunto de flujos financieros contra el riesgo de tasa de interés con instrumentos de renta fija, en particular, con bonos cupón cero. En nuestra propuesta, la dinámica de la tasa de interés es conducida por un proceso estocástico de difusión con reversión de la media. El modelo destaca los conceptos de duración y convexidad monetaria en la administración del riesgo de tasa de interés. A manera de ilustración se generan estrategias de inmunización con bonos cupón cero cuando la estructura de plazos de la tasa de interés es guiada por el modelo de Vasicek (1977).

## **UN ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES QUE AFECTAN LA TASA DE REEMPLAZO EN EL SAR.** Piedad Fernández Pérez, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

El propósito de esta investigación es analizar que tan predecible es, en términos de la promesa de ingresos en el retiro, el Sistema de Pensiones Mexicano para los trabajadores afiliados al IMSS, evaluando el impacto que tendrán variables como el régimen de inversión, el rendimiento de las inversiones y la tasa de comisión sobre el nivel de renta que recibirán los jubilados. La hipótesis central es que bajo las condiciones actuales de tasa de contribución, comisiones y rendimientos de las inversiones, los trabajadores pensionados obtendrán un ingreso significativamente inferior a su último salario. El objetivo de todo el plan de pensiones es ofrecer un nivel de renta adecuado para los afiliados. De esta manera, la tasa de reemplazo, definida como el porcentaje que representa la pensión que recibe el trabajador respecto a su último salario, se convierte en el principal indicador del nivel de beneficio que otorga un determinado esquema de pensiones a las personas en retiro.

# MODELACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE CRÉDITO AL CONSUMIDOR EN LA INDUSTRIA FINANCIERA CON EL MINERO DE DATOS

Viterbo H. Berberena González

En el sistema de crédito al consumidor un proceso importante es la asignación de puntajes de riesgo a las solicitudes de crédito, o a las cuentas de crédito existentes, a través de un modelo estadístico-matemático. Este modelo en muchos casos es empírico-intuitivo o se puede desarrollar a partir de datos históricos. Otro aspecto importante de este sistema se refiere al control de la precisión de tales modelos y al monitoreo del efecto que las decisiones basadas en los puntajes tienen sobre los indicadores fundamentales del negocio.

En el presente trabajo se expone la metodología para la optimización del sistema de otorgamiento de crédito al consumidor a través de modelos predictivos elaborado con una sofisticada herramienta de minería de datos. Se comparan las técnicas de modelación por regresión, árboles de decisión y redes neuronales.

Se presenta un ejemplo real de modelación y optimización del sistema de crédito en el caso de una Institución Financiera Mexicana.

Palabras clave: Crédito, Modelos Predictivos, Regresión, Árboles de Decisión, Redes Neuronales, Minería de Datos, Credit Scoring.

## 1. Introducción

El proceso de cálculo de puntajes de riesgo a las solicitudes de crédito se denomina comúnmente credit scoring y tiene tres aplicaciones fundamentales:

- (a) Application scoring (para la aceptación o rechazo de las solicitudes de crédito).
- (b) Behavioral scoring (para predecir la probabilidad de incumplimiento de los clientes que ya han sido aceptados).
- (c) Collection scoring (para estimar el monto probable de deuda que el prestador puede esperar recuperar).

En application scoring el credit scoring se usa para optimizar la tasa de aprobación de las solicitudes. Permite a las organizaciones elegir un punto de corte óptimo de aceptación, de tal forma que se gana participación en el mercado mientras se mantiene la máxima rentabilidad. Los puntajes obtenidos en los clientes y los prospecto son esenciales para la personalización de los producto de crédito.

El behavioral scoring de los clientes consiste en la detección temprana de cuentas de alto riesgo y permite a las organizaciones realizar acciones enfocadas a estos objetivos (por ejemplo, la reestructuración de la deuda). También forma las bases para cálculos más precisos del riesgo crediticio de todos los consumidores.

En el collection score, los recursos utilizados en el cobro de las deudas se pueden optimizar enfocando las actividades a objetivos concretos de recaudación (con alto puntaje de recaudación). También se usa para determinar el valor preciso del libro de deudas antes que este sea traspasado a una empresa recaudadora [1,2].

En algunas situaciones es apropiado comprar, a proveedores externos, modelos de crédito genéricos, listos para usar, o tener modelos de créditos para propósitos específicos desarrollados por consultores externos. Sin embargo, mantener una práctica de construcción de modelos in-house ofrece ciertas ventajas:

- (a) Ganancias a partir de economías de escala cuando se necesita construir muchos modelos específicos para una gran cantidad de segmentos.
- (b) Consolidar una base de datos flexible y reutilizable, generar conocimientos y habilidades por si mismo, de forma que le sea fácil a la organización ser consistente en la interpretación de los resultados de los modelos y los reportes y en la propia metodología de modelación.
- (c) Verificar la precisión y analizar las fortalezas y debilidades de los modelos de crédito adquiridos.
- (d) Reducir el acceso de extraños a información estratégica y retener las ventajas competitivas con la creación de las mejores prácticas de la compañía.

Para cada modelo en particular es importante evaluar su capacidad predictiva, o sea, la precisión de los puntajes que este otorga a las solicitudes y las consecuencias de las decisiones de rechazar/aceptar que sugiere. Se usan una variedad de medidas de calidad relevantes para el negocio como:

- (a) Las curvas de concentración.
- (b) La curva de estrategia.
- (c) Las curvas de ganancia.

El mejor modelo se determinará por el propósito para el que se usará el mismo y la estructura del conjunto de datos con el que se validará.

Los modelos (scorecards) de regresión:

Es una tabla que contiene las preguntas que se formulan a un solicitante (llamadas características) y la lista de posibles respuestas (llamadas atributos). Por cada respuesta el solicitante recibe una puntuación. Esta puntuación es más alta si el atributo es de bajo riesgo y más baja si es de alto riesgo. Si el puntaje total de la solicitud excede el punto de corte, entonces se acepta.

Este modelo tiene ventajas con respecto a los árboles y las redes neuronales:

- (a) Fácil de aplicar (en un papel frente al solicitante).
- (b) Fácil de entender (escalas monótonas o lineales).
- (c) Fácil de justificar la decisión (es posible revelar los grupos de características, donde el solicitante tiene potencial para mejorar el puntaje total y hacer esto en términos lo suficientemente amplios para no poner en riesgo la manipulación de las solicitudes futuras).

Los modelos de árboles de decisión:

Los árboles de decisión pueden sobrepasar el desempeño de los scorecards en términos de precisión predictiva, porque a diferencia de los scorecards, estos detectan y explotan las interacciones entre las características. Cada respuesta que da el solicitante determina cuál es la siguiente pregunta que se debe hacer. De esta forma el modelo de árbol de decisión consiste de un conjunto de reglas "if...then ...else", que son aún más fáciles de aplicar.

Las reglas de decisión son también fáciles de entender, aún más, cuando estas se basan en un puntaje total que se obtuvo de muchos componentes. Aunque el árbol de decisión es fácil de aplicar y entender puede ser difícil justificar en solicitudes que caen en la frontera entre dos segmentos.

Si el árbol de decisión no se usara directamente para obtener los puntajes, este modelo todavía añade valor en diferentes formas:

- (a) Puede dar una comprensión importante de la estructura de riesgo de la población, en la identificación de segmentos claramente definidos de solicitudes con un particular alto o bajo riesgo.
- (b) En el monitoreo de los scorecards, se identifican segmentos de solicitudes donde estos tienen un bajo desempeño.
- (c) Los árboles de decisión frecuentemente pueden alcanzar un poder predictivo similar al scorecard con muchas menos características.
- (d) Estos modelos de pocas características, llamados “short scores” se están haciendo populares en el contexto de las campañas y mercadotecnia de los productos de crédito. La desventaja de este enfoque es que disminuye la riqueza de la información que la organización puede recopilar de las solicitudes y por esto mermar las bases para la modelación en el futuro.

Los modelos de redes neuronales:

En los árboles de decisión, se puede observar que hay una cosa, como la regla de decisión, que es fácil de entender y por lo tanto invita al fraude. Irónicamente hablando, no hay este peligro con las redes neuronales. Estas son modelos extremadamente flexible que reúnen combinaciones de características en diversas formas. Su precisión predictiva puede ser, por mucho, superior a los scorecards y no sufren por los abruptos cortes de los árboles de decisión.

Sin embargo es virtualmente imposible explicar o entender de forma sencilla, los puntajes que se producen para una aplicación en particular. Puede ser difícil justificar una decisión hecha sobre la base de un modelo de red neuronal. En algunos países es un requerimiento legal explicar la decisión y tal justificación debe ser producida con métodos adicionales.

Las redes neuronales , con un poder predictivo superior, son más apropiadas en los casos donde la precisión promedio de la predicción es más importante que profundizar en los puntajes para cada caso en particular.

Las redes neuronales no se pueden aplicar manualmente como los scorecards o árboles de decisión, pues requieren de un software para calcular los puntajes de la solicitud. Una vez hecho esto su aplicación es tan simple como los otros modelos [3,4,5,6].

El objetivo de este trabajo es la obtención de un modelo para la optimización del sistema de crédito al consumidor en la industria financiera, mediante el uso de la minería de datos como herramienta metodológica y de cálculo, para la obtención de altos niveles de precisión y confiabilidad. Se realiza la aplicación del modelo al caso de una Institución Financiera Mexicana.

Este trabajo tiene gran importancia metodológica y práctica. Desde el punto de vista metodológico se desarrollan modelos predictivos para cálculo de puntajes de riesgos en las solicitudes de créditos al consumidor de alta confiabilidad y precisión, usando las más modernas herramientas de análisis –el minero de datos. En la parte práctica su relevancia radica en que el ITESM CEM puede promover el desarrollo de estos modelos in-house para las empresas financieras nacionales, lo que le permitiría a estas



últimas, como se señaló anteriormente, optimizar la tasa de aprobación de las solicitudes, de tal forma que se gana participación en el mercado mientras se mantiene la máxima rentabilidad

## 2. Metodología

La metodología del proceso de modelación del sistema de crédito (credit scoring) con la herramienta de minería de datos consta de las siguientes etapas fundamentales:

- (a) La carga de la base de datos.
- (b) El agrupamiento interactivo.
- (c) El ajuste del modelo de regresión logística.
- (d) El cálculo de los puntaje para cada atributo.
- (e) El análisis de los puntajes.
- (f) La inferencia de los rechazos.
- (g) La modelación en la base completa.

La explicación de la metodología propuesta se realiza sobre la base de su aplicación en el caso de un organización financiera nacional, que por motivos de discreción en lo adelante llamaremos Grupo Financiero Mexicano (GFM).

Preparación de la base de datos:

Se realizó la preparación de los datos con el manipulador de datos del SAS (ver referencias). El GFM entregó los datos correspondientes al primer trimestre del 2001, unos 766,304 casos en total de cuatro canales diferentes de servicio. Se procedió al tamizado inicial de las variables con lo cual se eliminaron los clientes que tenían fecha de cancelación. Se seleccionaron los datos con más información (menos valores perdidos), quedando principalmente datos del Canal 1. Una vez hecha esta selección los datos restantes abarcaron 144,675 clientes (filas) y 89 variables (columnas). A continuación se procedió a la creación de la variable objetivo (target) a partir de la variable "semanas de atraso en los pagos", tomando en cuenta las indicaciones del Director de Crédito del GFM. Se analizó la función de distribución (Figura 1) y se asumió como buenos clientes, aquellos que no tenían ningún atraso y como malos clientes, lo que tenían algún tipo de atraso en sus pagos.

El agrupamiento interactivo:

Para las siguientes operaciones es necesario utilizar la herramienta de minería de datos. En este caso se usa el Enterprise Miner de SAS (ver referencias). En la Figura 2 se presenta el Diagrama de Flujo del Proceso, aplicado al caso específico de la base de datos proporcionada por el GFM. Con el nodo Input Data Source (GFM.Accepts), se carga la tabla (base de datos del primer trimestre del 2001), que contiene los 144,675 filas (clientes) y 89 columnas (variables). Se selecciona la variable objetivo (target) y se verifica la distribución de la misma con un nodo de Distribution Explorer. De las 89 variables, 48 están en escala de intervalos y 41 categóricas (nominales y ordinales). Se eliminan 11 variables (rejected). Cinco por ser clasificadas como unary por el minero (una sola observación en la columna) y las 6 restantes por aportar muy poca información o no estar relacionadas con la variable de respuesta. Se selecciona una muestra del 10% (14,468 casos) con el objetivo de construir los modelos y evitar el sobreajuste de la red neuronal (overfitting). Se utiliza el procedimiento de muestreo aleatorio simple (semilla del generador 12345). También se verifica la distribución de la variable objetivo en la muestra obtenida con un nodo de Distribution Explorer. Se coloca un nodo Replacement con el objetivo reducir el ancho de algunos campos a menos de 16 caracteres para permitir que el nodo Interactive Grouping funcione adecuadamente. También se hace la imputación de los valores perdidos (missing) con la media en el caso de las variables de intervalos y con la moda para el caso de las categóricas. Se coloca un nodo Data Set Attributes que permite la eliminación de un grupo de variables con muy poca información o muy poco relacionadas con la variable de respuesta, de forma tal que de las variables anteriores solo

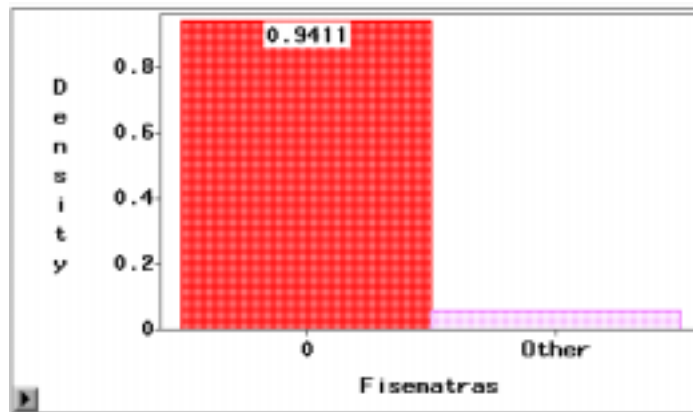


Figura 1. Distribución de frecuencias de la variable “Semanas de Atrasos en los Pagos”

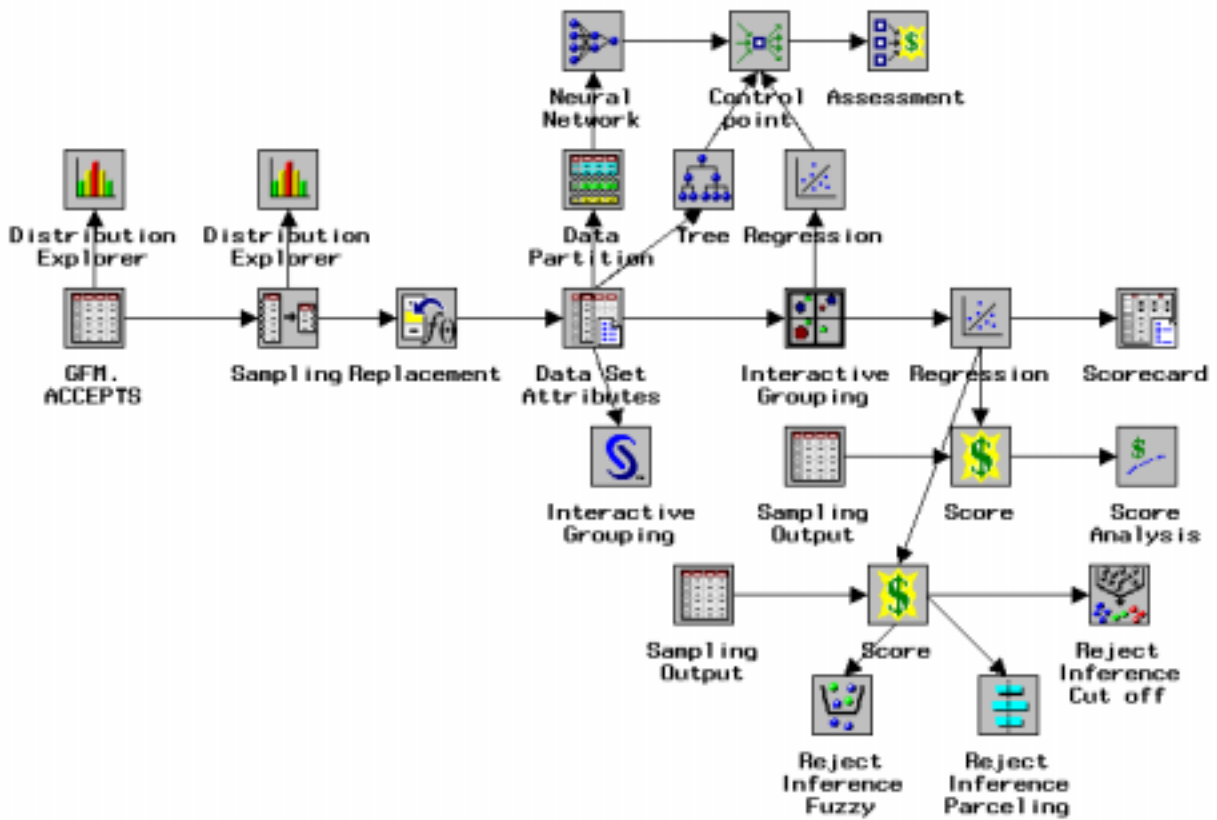


Figura 2. Diagrama de Flujo del Proceso de Modelación con el Enterprise Miner del SAS

quedan las siguientes 24. Este es un tamizado fino antes de empezar el proceso de modelación y transformación de variables.

Se añade un nodo Interactive Grouping con el objetivo de la clasificación, que no es más que el proceso automático y/o interactivo de redistribución y agrupamiento de las variables de intervalos, ordinales y nominales con el propósito de:

- (a) Manejar el número de atributos (nuevos niveles de la variable) por característica (la variable).
- (b) Mejorar el poder predictivo de la característica.
- (c) Seleccionar los predictores (características con poder de predicción).
- (d) Crear las variables WOE (weights of evidence) para lograr que los puntajes del scorecard varíen suavemente (de forma monótona) o linealmente a través de los atributos.

La cantidad de puntos que representa el valor del atributo en el scorecard se determina por dos factores: El riesgo de un atributo con relación a otros atributos de la misma característica (se determina por los weights of evidence) y la contribución relativa de la característica al puntaje total (se establece por los coeficientes de regresión logística).

El WOE de un atributo se define como el logaritmo de la relación entre la proporción de buenos (good) y la de malos (bad) en el atributo:

$$WOE = \log \frac{p_{attribute}^{good}}{p_{attribute}^{bad}} \quad p_{attribute}^{good} = \frac{\# goods_{attribute}}{\# goods_{charact.}} \quad p_{attribute}^{bad} = \frac{\# bads_{attribute}}{\# bads_{charact.}}$$

Valores grandes negativos de la variable corresponden a un alto riesgo y alto valores positivos se relacionan con bajo riesgo. Partiendo de que la cantidad de puntos en el scorecard es proporcional al el WOE, el proceso de clasificación determina cuánto vale un atributo con respecto a los otros dentro de una misma característica.

Después que la clasificación ha definido los atributos de las características hay que determinar el poder predictivo de las mismas, es decir, su capacidad para separar los altos riesgos de los bajos riesgos. Esto se realiza con la ayuda de una medida llamada Information Value (IV). El IV es la suma ponderada de las WOE de los atributos. El factor de ponderación es la diferencia entre la proporción de buenos y la de malos en el atributo respectivo:

$$IV = \sum (p_{attribute}^{good} - p_{attribute}^{bad}) \times WOE_{attribute}$$

El valor de IV debe ser mayor que .02 para que una característica sea considerada para incluirla en el scorecard. IV por debajo de .1 se consideran débiles, menores a .3 medios y menores a .5 fuertes. Si el IV es mayor de .5, la característica está sobrepredicha (overpredicting), lo que significa que de alguna forma está trivialmente relacionada con la variable objetivo (target).

El ajuste del modelo de regresión logística:

Una vez que ha sido cuantificado el riesgo relativo de los atributos en una misma característica, un análisis de regresión logística determina el peso relativo de las características unas con otras (Nodo Regresión, a la derecha del nodo Interactive Grouping). Este nodo recibe una variable de entrada por cada característica. Esta contiene como valores los WOE de los atributos de la característica. Se pueden utilizar diferentes métodos de regresión para eliminar las características redundantes. Se recomienda

hacer un estudio con el método stepwise (Nodo Regression, encima del nodo Interactive Grouping) y luego proseguir con el nodo de scorecard.

El cálculo de los puntajes para cada atributo:

Para esto se coloca un nodo de Scorecard (a la derecha del nodo de Regression), aquí el WOE de cada atributo es multiplicado por el coeficiente de regresión de su característica para obtener el puntaje del scorecard del atributo. El puntaje total del solicitante es proporcional al logaritmo de la probabilidad de su razón good/bad estimada. A continuación se presenta la ecuación para el cálculo de los puntajes del scorecard para cada solicitante. Los puntajes están en escala lineal de enteros conforme a las normas de esta industria.

$$\begin{aligned}
 score &= \log(odds) * factor + offset = \\
 &(-\sum_{i=1}^n (woe_i * \beta_i) + a) * factor + offset = \\
 &(-\sum_{i=1}^n (woe_i * \beta_i + \frac{a}{n})) * factor + offset = \\
 &\sum_{i=1}^n (-(woe_i * \beta_i + \frac{a}{n}) * factor + \frac{offset}{n})
 \end{aligned}$$

Se tomó una escala de puntajes tal que el valor de 600 corresponde a una relación good/bad de 50/1 y que un incremento en el puntaje de 20 unidades coincide con el doble de la relación good/bad. Para la obtención de la regla de escalamiento que transforme los puntajes de cada atributo se usan las ecuaciones:

$$600 = \log(50) * factor + offset$$

$$620 = \log(100) * factor + offset$$

$$factor = 20 / \log(2)$$

$$offset = 600 - factor * \log(50)$$

El scorecard resultante es una tabla, opcionalmente en formato HTML, una parte de la cual, se muestra en la figura 3. Se aprecia como los puntajes de las características cubren diferentes rangos.

El análisis de los puntajes:

Para esto se emplea el nodo de Score Analysis. Este nodo tiene de predecesor un nodo Score y este a su vez un Input Data Source. El Input Data Source en este caso está leyendo la salida del Nodo Sampling y se denominó Samplig Output. El node de Score debe estar conectado al nodo Regression. La función del nodo Score Analysis es:

- (a) Visualizar la distribución de varios puntajes con relación a estadígrafos.
- (b) Ayudar a la determinación del puntaje de corte óptimo a través de la creación de una tabla de ganancia, las curvas de equilibrio y el análisis de las características.
- (c) Sacar los códigos de programación de la aplicación.

Characteristic Name	Attribute	Scorecard Points
EDAD	. -> 27	56
EDAD	27 -> 30	70
EDAD	30 -> 31	61
EDAD	31 -> 38	60
EDAD	38 -> 44	60
EDAD	44 -> .	70
ESTADO	"CHIAPAS", "COAHUILA", "JALISCO", "NAYARIT", "NL", "SINALOA", "SONORA"	49
ESTADO	"CHIHUAHUA", "GUERRERO", "SLP"	55
ESTADO	"AGS", "DF"	56
ESTADO	"GUANAJUATO", "MICHOACAN", "PUEBLA", "QUERETARO", "YUCATAN", "ZACATECAS"	67
ESTADO	"HIDALGO", "MEXICO", "TAMAULIPAS"	70
ESTADO	"BCALIFORNIA", "CAMPECHE", "DURANGO", "MORELOS", "OAXACA", "QUINTANAROO", "TABASCO", "TLAXCALA", "VERACRUZ"	80
TIPO TRABAJO	"0", "8"	56
TIPO TRABAJO	"1", "2"	74
TIPO DEPTO	. -> 4	76
TIPO DEPTO	4 -> .	-102

Figura 3. Parte del scorecard obtenido para el Grupo Financiero Mexicano

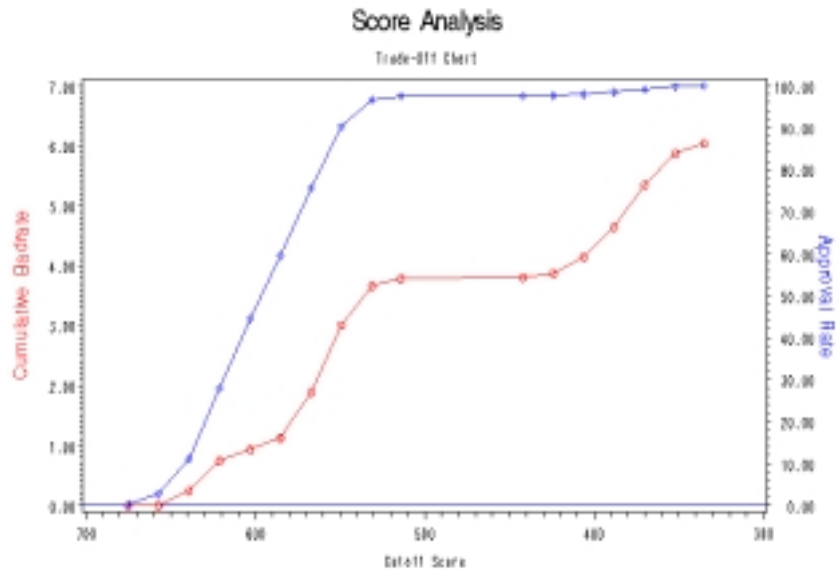


Figura 4. Gráfico de curvas de concentración para el Grupo Financiero Mexicano

En la Figura 4 se muestra una de entre las muchas tablas y gráficos que da este nodo y que permite el análisis de los puntajes de riesgo obtenidos.

La inferencia de los rechazos:

Se emplea un nodo de Reject Inference. La función de este nodo es llevar a cabo la inferencia good/bad en una muestra de solicitudes denegadas y crear una muestra de solicitud “through the door” con indicadores de desempeño. Esto generalmente se hace en dos etapas:

Clasificación: Donde a las solicitudes denegadas se les asigna una clasificación good or bad.

Integración: Donde las solicitudes ya clasificadas se agregan a una muestra de good/bad conocidos para crear una muestra unificada de todos los good/bad (augmented data set). Esto es necesario porque el modelo de evaluación que tenemos hasta el momento sufre de un sesgo esencial. Se ha creado basado en una población que es estructuralmente diferente a la que se supone que se aplicará. La idea para resolver este problema es asignar puntajes a los datos de solicitudes denegadas con el modelo que fue creado sobre los datos de solicitudes aceptadas.

A cada solicitud denegada se le infiere un good o un bad y se añade a una muestra actual conocida de goods/bads. Los datos resultantes integrados sirven como base de datos para una segunda modelación donde se reajustan las clases y se recalculan los coeficiente de regresión. La lógica que hay detrás de este enfoque es que un punto de corte rígido para inferir la no aceptación de una solicitud es una decisión arbitraria que sesga la base de datos integrada (augmented data set).

La modelación en la base completa:

A partir de la base de datos integrada (augmented data set), que contiene la base original (Accepts), es decir, la que contiene todas las solicitudes aceptadas, más la base de datos creada por el nodo Reject Inference sobre la base de todas las solicitudes denegadas, se realiza de nuevo todo el proceso de modelación. El objetivo de este paso es eliminar, como se indicó anteriormente, el sesgo que se produce al predecir valores de malos y buenos a partir de la base de solicitudes aceptadas sin tener en cuenta los puntajes que daría este modelo en la base de datos de solicitudes que fueron denegadas con anterioridad [7, 8, 9, 10, 11].

### **3. Resultados y Discusión**

Como se aprecia en la Figura 3, se obtuvo un scorecard de alta confiabilidad y precisión que tiene en el mercado un alto valor para las instituciones financieras. Los valores de riesgo obtenidos son óptimos dado esto por los criterios de optimalidad del modelo.

Por motivos de confidencialidad se ha hecho más énfasis en la parte metodológica que en la práctica, sin embargo, como señalamos anteriormente, el valor práctico es enorme. Basta señalar que un trabajo de este tipo, que es realizado por empresa consultoras transnacionales, puede tener un costo de entre uno y cinco millones de dólares americanos [12, 13].

Con el objetivo de comparar la bondad de ajuste del modelo de regresión, se cálculo un árbol de decisión y una red neuronal con la arquitectura de un Multilayer Perceptron. En la parte superior de la Figura 2, se pueden apreciar el Nodo Neural Network y el Nodo Tree.

Analizando el desempeño de todos los modelos se constató que los modelos de árbol y de red neuronal no sobrepasan el desempeño del scorecard de regresión para este caso en particular.

## 4. Conclusiones

La creación del modelo de credit scoring con una herramienta de minería de datos permite una serie de beneficios:

- (a) El analista accede a las herramientas del minero a través de una interfase gráfica para crear los diagramas de flujo de proceso que sirven de estructura a las actividades de análisis.
- (b) Los nodos que forman el diagrama de flujo del proceso están diseñados, de forma tal que el analista puede interactuar con los datos y el modelo.
- (c) Emplear a fondo su expertise, usando el software como un volante y no como piloto automático.
- (d) Es ideal para probar nuevas ideas y experimentar con nuevos modelos de una manera eficiente y controlada. Esto incluye, por ejemplo, la creación y comparación de varios scorecards de regresión, modelos de árboles y redes neuronales.

Con el minero de datos es posible crear una variedad de modelos como los scorecards de regresión, árboles de decisiones o redes neuronales. En la evaluación del modelo más adecuado para alcanzar la meta deseada se deben considerar criterios tales como:

- (a) Facilidad en la aplicación del modelo.
- (b) Facilidad para entenderlo.
- (c) Facilidad para justificarlo.

## 5. Referencias

- [1] Hand D.J., Henley W.E., Journal of the Royal Statistical Society A (1997), 160, Part 3, pp. 523-541
- [2] Lewis E.M., An Introduction to Credit Scoring, 1992, Fair, Isaac and Co., Inc., Library of Congress Catalog Number: 90-92258
- [3] Adriaans, Pieter and Dolf Zantinge. (1996) Data Mining. Harlow, England: Addison Wesley.
- [4] Berry, Michael J. A. and Gordon Linoff, (1997), Data Mining Techniques, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [5] SAS Institute Inc., (1997), SAS Institute White Paper, Business Intelligence Systems and Data Mining, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [6] SAS Institute Inc., (1997), SAS Institute White Paper, From Data to Business Advantage: Data Mining, SEMMA Methodology, and the SAS System, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [7] SAS Institute Inc., (1998), SAS Institute White Paper, Finding the Solution to Data Mining: A Map of the Features and Components of SAS® Enterprise Miner™ Software, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [8] SAS Institute Inc., (1999), SAS Institute Best Practice Paper, Cross-Selling in the Financial Industry: Solving Business Problems Using SAS Enterprise Miner™ Software , Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [9] SAS Institute Inc., (1999), SAS Institute Best Practice Paper, Data Mining and the Case for Sampling: Solving Business Problems Using SAS Enterprise Miner™ Software , Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [10] SAS Institute Inc., (1999), SAS Institute Best Practice Paper, Using Data Mining for Fraud Detection: Solving Business Problems Using SAS Enterprise Miner™ Software , Cary, NC: SAS Institute Inc.
- [11] Weiss, Sholom M. and Nitin Indurkha, (1998), Predictive Data Mining: A Practical Guide, San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers, Inc.
- [12] Bank of England, <http://www.bankofengland.co.uk/mfsd/li/>
- [13] The Credit Card Research Group, <http://www.ccr.org.uk/about.html>

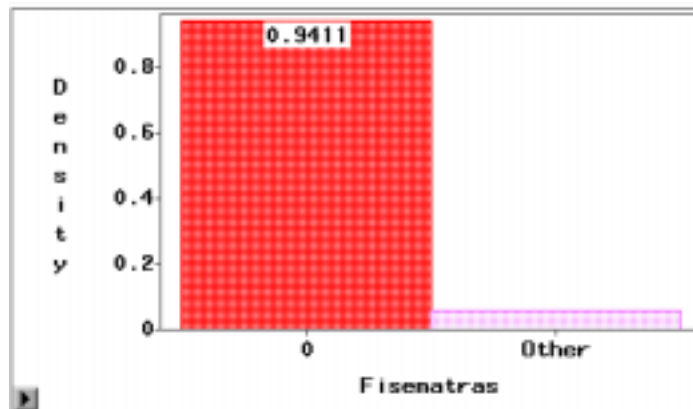


Figura 1. Distribución de frecuencias de la variable “Semanas de Atrasos en los Pagos”

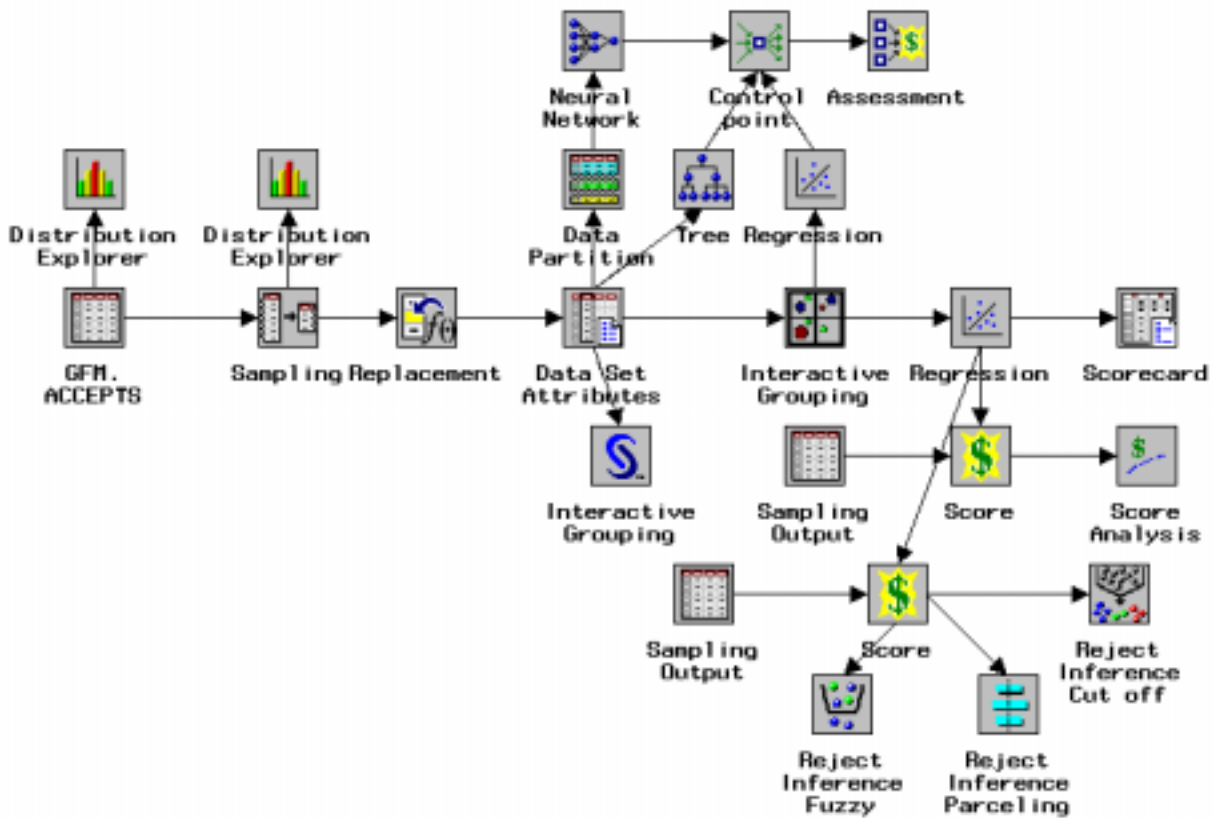


Figura 2. Diagrama de Flujo del Proceso de Modelación con el Enterprise Miner del SAS



Characteristic Name	Attribute	Scorecard Points
EDAD	. -> 27	56
EDAD	27 -> 30	70
EDAD	30 -> 31	61
EDAD	31 -> 38	60
EDAD	38 -> 44	60
EDAD	44 -> .	70
ESTADO	"CHIAPAS", "COAHUILA", "JALISCO", "NAYARIT", "NL", "SINALOA", "SONORA"	49
ESTADO	"CHIHUAHUA", "GUERRERO", "SLP"	55
ESTADO	"AGS", "DF"	56
ESTADO	"GUANAJUATO", "MICHOACAN", "PUEBLA", "QUERETARO", "YUCATAN", "ZACATECAS"	67
ESTADO	"HIDALGO", "MEXICO", "TAMAULIPAS"	70
ESTADO	"BCALIFORNIA", "CAMPECHE", "DURANGO", "MORELOS", "OAXACA", "QUINTANAROO", "TABASCO", "TLAXCALA", "VERACRUZ"	80
TIPO TRABAJO	"0", "8"	56
TIPO TRABAJO	"1", "2"	74
TIPO DEPTO	. -> 4	76
TIPO DEPTO	4 -> .	-102

Figura 3. Parte del scorecard obtenido para el Grupo Financiero Mexicano

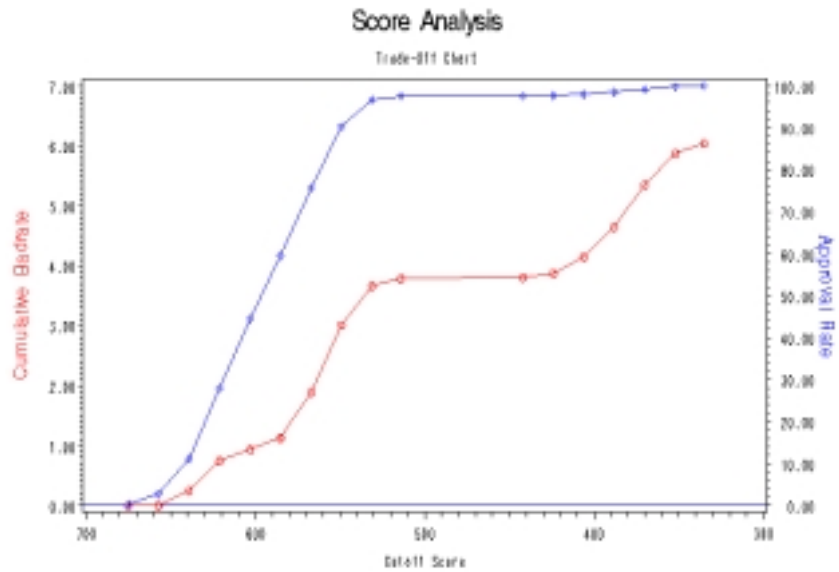


Figura 4. Gráfico de curvas de concentración para el Grupo Financiero Mexicano

**Área: Administración y Negocios**  
**Coordinadora de área: Dra. Irma Adriana Gómez**  
**Cavazos**

**Eficiencia, riesgo e instrumentos derivados**  
**Coordinador de mesa: Dr. Luis Alejandro Lagunes Toledo**

The W& S' model formalizes the idea that the economic cycle is best measured by looking at co-movements across several aggregate time series. The CEI is an estimate of the value of a single unobserved variable, "the state of the economy" denoted by  $C_t$ . This variable is defined by assuming that the comovements of observable coincident variables at all leads and lags arise solely from movements of fact, each variable has two components in its movements, one producing by  $C_t$  common component, and the other one which is unique and called idiosyncratic component. Besides, W&S suppose that the idiosyncratic component  $i$  is not correlated with neither the idiosyncratic component  $j$  nor  $C_t$ .

# ON THE PREDICTABILITY OF THE MEXICAN STOCK EXCHANGE.

Alejandro Octavio Aguilera Villasana

The evidence we present shows that the Mexican Stock Exchange is predictable to a moderate degree that has been decreasing over time. We use the stock return autocorrelation of first order as a measurement of predictability, in other words we evaluate the extent to which the variation of returns (daily, weekly or monthly) of the Mexican Stock Exchange is predictable using only previous observation of the stock return. We analyze the sample period from January 2, 1987 to October 29, 1999. Our results show that the level of the first order autocorrelation return is larger for short-horizon stock return than for long-horizon stock returns. In addition to this finding, our results indicate that the extent of the first-order autocorrelation stock return is inversely proportional to the level of trading activity for weekly and monthly returns. As for the daily return autocorrelation concerns, trading activity does not create any statistically significant difference in the first-order return autocorrelations between the least trading active stocks and the most trading active stocks. Furthermore, the level of the first-order daily return autocorrelation is larger in the past than that of current times. This type of tendency is also seen for first-order autocorrelation on weekly and monthly returns. We conclude that the level of predictability on the Mexican Stock Exchange is moderately low and it is decreasing over the sample period; our results show that only 3.6% of the variation in the daily stock returns is predictable using previous day stock return for 1989 and this figure decreases over time to the level of 0.74% for 1999.

Key words: Predictability, stock return autocorrelation, trading activity, Mexican Stock Exchange.

## 1. Introduction

The search for predictability in asset returns in both, developed and emerging equity exchanges, has engaged the attention of practitioners and scientists since the opening of organized financial markets. Forecasting and explaining future prices have triggered the development of mathematical models of asset prices and the respective empirical testing of those models. The fine structure of securities markets and frictions in the trading process may generate predictability, which can be viewed as a necessary reward for an investor to bear certain dynamic risks [1, 2, 3, and 4].

For investors looking for better returns, Latin American equity markets have produced high returns relative to other emerging markets during the past two decades. Another characteristic of these emerging markets is that they show very high levels of volatility [5, 6, 7, 8, and 9]. In the Mexican Stock Exchange (BMV) for instance, a very small company in the clothing industry shows an extraordinary yield of return in five years<sup>1</sup>; Is it possible to identify in advance winner companies? To forecast future rates of returns using only past price changes may seem too restrictive, especially in the present in which investors have access to a vast set of financial variables; nevertheless our research can yield rich insights into the behavior of asset prices of the BMV.

---

Dr. Alejandro O. Aguilera V. Professor of Finance. ITESM Mexico City Campus. [aaquiler@campus.ccm.itesm.mx](mailto:aaquiler@campus.ccm.itesm.mx)

---

<sup>1</sup> Edoardo B has grown 900% from Oct 29, 1994 to Oct 29, 1999. Source: Economatca.

Three hypotheses are tested in this study:

- (H1) The Mexican Stock Exchange is currently less predictable than it was in the past.
- (H2) The magnitude of the first-order stock return autocorrelation is inversely proportional to the level of trading activity.
- (H3) The extent of the first-order stock return autocorrelation is inversely proportional to the length of the horizon on the stock return.

**Main contributions and limitations of the research:** Emerging capital markets have been subject of analysis by scientists and practitioners. Most of the studies on the existent literature have focused on Asia-Pacific countries such as Singapore, Hong-Kong, South Korea [10,11] In México there exist a quite respectable number of scientists that investigate the Mexican Stock Exchange (BMV). One of the problems that the researcher face while studying the BMV is the relative scarcity of the data-- especially in long horizon types of analysis-- and the thin-trading on several stocks. Data is kept by Financial Institutions as a very valuable asset and occasionally they are reluctant to share it. We have built up a set of data for a horizon longer than 10 years of daily prices on the stocks of the BMV, with a density big enough that enables us to perform robust statistical tests. We have figured out questions on the predictability that have implications on the efficiency of the Mexican Stock Exchange and on the reliability of technical analysis methods.

## 2. Methodology

Using the electronic information provided by Economatca, we have built up a set of data for two hundred and fifty four stocks that covers the period from January 2, 1987 to Oct 29, 1999. The data set is compounded by daily-adjusted closed prices. Prices are adjusted for different corporate actions that each respective board might perform. These corporate actions could be the following: paying-off of dividends both in cash or with more stocks, issuing of shares of stock (subscription) and finally, splitting the price in order to have a more marketable stock price. It is important to mention that the number of stocks increases over the sample period. In 1987 only 54 stocks traded at least one day. To be included in the analysis, the stock must have traded in at least fifty days over the sample period. In the interval from January 1987 to Oct 1999, forty-seven stocks were either removed from the exchange or they were quoted under a different code name. The market capitalization of those stocks that were removed from the exchange is something in the neighborhood of \$6.6 billion dollars<sup>2</sup>

We are interested in finding the level of significant autocorrelation in the daily, weekly and monthly returns on the time series of each stock of the BMV. The returns are calculated taking the natural logarithm of the ratio  $\frac{P_t}{P_{t-1}}$  between prices on our data set; in other words, we assume the returns to be continuously compounded.

For weekly returns we take observation of prices on Wednesday, if a particular Wednesday's price is missing then we look for the next available day. For monthly returns we observed the first trading day price of each month to build up the series. The Vector Autorregression model for daily and weekly returns is defined as follows:

$$\tilde{R}_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{j=25} \rho_{jt} R_{it-j} + \tilde{u}_{it} . \quad (1)$$

---

<sup>2</sup> Source BANAMEX-CITYCORP

where  $\tilde{R}_{it}$  is the return on stock  $i$  in day or week  $t$ ;  $R_{it-j}$  is the return on stock  $i$  in day or week  $t-j$ . Notice that for this particular case we work with twenty-five lags;  $\rho_{jt}$  is the autocorrelation coefficient for each lagged return  $R_{it-j}$ ,  $\alpha_0$  is a constant and  $\tilde{u}_{it}$  is the error term.

For monthly returns we took a VAR with twelve lags (to account for one year) in the following way:

$$\tilde{R}_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{j=12} \rho_{jt} R_{it-j} + \tilde{u}_{it}. \quad (2)$$

Since we are interested in the autocorrelation coefficient  $\rho$ , it is necessary to establish whether or not autocorrelation is likely to exist, the null hypothesis  $H_0 : \rho = 0$  can be tested against the alternative  $H_1 : \rho \neq 0$ . Under the assumptions that the errors  $\tilde{u}_{it}$  are independent  $(0, \sigma^2)$  random variables with defined fourth moment  $\eta\sigma^4$  and sixth moment  $\xi$ , then it can be shown that  $\hat{\rho}$  will be approximately normal with mean  $\rho$  and variance  $(1 - \rho^2)/T$ . Therefore, the figure

$$z = \frac{\hat{\rho} - \rho}{\sqrt{(1 - \rho^2)/T}} \quad (3)$$

will have an approximate standard normal distribution. If the null hypothesis is true, this statistic becomes

$$z = \sqrt{T} \hat{\rho}. \quad (4)$$

and, consequently, at the 5% significance level, in a two-sided test, we reject  $H_0$  if

$$|\sqrt{T} \hat{\rho}| \geq 1.96. \quad (5)$$

After testing for significance we organize the results in daily, weekly and monthly basis. Per each case, we are interested in knowing the proportion of the number of stocks with autocorrelation that showed at least 95% level of significance, related with the total number of stocks. We performed the analysis for each quartile of trading activity as well as for the aggregate.

### 3. Results and discussion

Summary of the ratio of significant autocorrelation on the first lag over the number of stock analyzed is made on Table I. Notice how the percentage of significant daily  $\rho_1$  is in the aggregate greater than that of the weekly and monthly returns. This pattern suggests that daily returns are more predictable than weekly or monthly returns.

Table II reports daily, weekly and monthly return autocorrelation ( $\rho_1$ ) of the first lag for each year from 1989 to 1999. Standard errors and Box-Pierce Q-statistics are also reported.

The daily  $\rho_1$  reported in Table II ranges from a value of 19.2% for 1989 to a value of 8.6% for 1999. Fuller [12] shows that the sample autocorrelation coefficients are asymptotically independent and normally distributed. The asymptotic sampling distribution of  $\rho_1$  is normal with mean  $\rho$  and variance  $(1 - \rho^2)/T$ . We can see from table II that daily  $\rho_1$  is statistically significant for all years. Moreover, the Box-Pierce Q-statistic with five autocorrelation has a value of 27.364 which makes  $\rho_1$  significant at all the conventional significance levels; bear in mind that this statistic is distributed asymptotically as a  $\chi^2_5$  (five degrees of freedom) for which the 99.5 and 95.0-percentile is 16.7 and 11.1 respectively.

Interesting is to see how the level of daily  $\rho_1$  diminishes through time and this suggests that the BMV is currently less predictable than it was in the past. To develop a sense of the economic significance of the autocorrelations in Table II<sup>3</sup>, observe that the  $R^2$  of a regression of returns on a constant and its first lag is the square of the slope coefficient, which is our daily  $\rho_1$  -- first order autocorrelation -- then, an autocorrelation of 19.2% implies, that in 1989, 3.6% of the variation in the daily returns of the stock of the Mexican Stock Exchange was predictable using the previous day stock return. By 1999, the daily stock return autocorrelation of 8.6% had reduced this predictability to 0.74 %.

The autocorrelations shown in Table II can be compared to those found for other markets. For example, Campbell et al. [13] find for the CRSP Equal-Weighted Index (for daily returns) a first order autocorrelation equal to 35.0% for the following time span: July 3, 1962 to December 30, 1994; Furthermore, for the same time span they find for the CRSP Equal-Weighted Index for weekly and monthly stock returns a first order autocorrelation equal to 20.3% and 17.1% respectively. Additionally, Harvey [14] reports a first-order autocorrelation for daily returns in Chile to be equal to 18% for the following time span: February 1, 1976 to June 30, 1992.

The weekly and monthly returns autocorrelation are also reported in table II for each year from 1989 to 1999; they exhibit patterns similar to those of the daily autocorrelations. In all cases the magnitude of the weekly and monthly autocorrelation is smaller than that of the daily (we expected this kind of result from the preliminary experiment shown in table I.); this type of outcome is also seen in the experiment reported by Campbell et al. [13] demonstrating that the longer the horizon on returns, the less predictable--using prior weekly (monthly) return--is the variation in the weekly (monthly) stock return. This is consistent also with Boudoukh et al. [15], in which they show that short horizon returns are significantly autocorrelated in a larger extent than long horizon returns. Finally, the first-order autocorrelation weekly return shows sign changes in years of political turmoil, suggesting that political events have a greater effect in longer horizon returns creating a phenomenon of mean-reversion on the weekly returns. Event-studies on political actions and the impact on the Mexican Stock Exchange shall be conducted in the future and extended to other emerging Latin American Exchanges such as those of Brazil, Chile and Argentina.

**The Relationship between Trading Activity and the level of Autocorrelation:** In order to find out the relationship (if any) between Trading Activity and the level of the first order stock return autocorrelation, we separated the data set in four trading activity groups, from the least active (quartile 1) to the most active (quartile 4). As the proxy for trading activity we observed changes in prices, so the more changes in closed prices the more active the asset is.

---

<sup>3</sup> In Table II years 1987 & 1988 are dropped because of 3-year lag for monthly autocorrelation.

Table III reports the analysis of autocorrelation structured by the level of trading activity during the period January 1987 to October 1999. First quartile represents the least active stocks whereas the fourth quartile represents the most active stocks. In all cases -daily, weekly and monthly- the least active stocks (quartiles one and/or two) show greater first-order return autocorrelation than the most active stocks (quartiles three and/or four). This result suggests that the magnitude of the first-order return autocorrelation is inversely proportional to the level of activity. The presence of thin trading may generate a return time-series, which will be either time invariant or will show small variability, generating consequently higher autocorrelation. In contrast stocks that are highly traded will generate a pattern of returns less susceptible to be predicted using the previous firm's return. Furthermore, market frictions tend to be lower in highly traded stocks and then these frictions have less impact in the magnitude of the first-order autocorrelation on active stocks.

We test the hypothesis that the first-order return autocorrelation is inversely proportional to the level of activity, by estimating the difference between the first order autocorrelation of the least active trading active quartile (Q1) and the most active quartile (Q4) for daily, weekly and monthly stock returns and comparing this difference with zero. The null hypothesis therefore is:  $\rho_{Q1} - \rho_{Q4} = 0$ , and p-values are estimated to recognize the level of statistical significance for each test performed. Additionally we perform an F-test for the following null hypothesis:  $\rho_{Q1} = \rho_{Q2} = \rho_{Q3} = \rho_{Q4}$ , for daily, weekly and monthly stock returns to see if the first order autocorrelations for each level of trading activity are different.

Table IV shows the result of the experiment and we find that for the weekly stock return autocorrelation, there is significant difference (7.77%) between the least active quartile (Q1) and the most active quartile (Q4) return autocorrelation. Also the F-test shows that all the weekly return autocorrelations are statistically different. In the monthly case, the difference between quartile two and quartile four is 8.48% and is statistically significant. For this case the F-test shows that all the monthly return autocorrelations are statistically different.

Interesting is to see that for the daily case there is not statistical difference between the first order autocorrelation of the least active stocks and the most active stocks. In fact while performing the F-test, is clearly seen that all four quartiles have basically the same level of return autocorrelation of first order. We conclude therefore that the level of first order return autocorrelation is inversely proportional to the level of trading activity for the weekly and monthly returns. For the daily return autocorrelation, trading activity does not create any statistically significant difference in the first order return autocorrelations between the least trading active stocks and the most trading active stocks.

#### 4. Conclusions

The search for predictability in asset returns in equity exchanges has occupied the attention of speculators and scientists since the arrival of organized financial markets. The evidence we present suggests that the Mexican Stock Exchange is predictable to a moderate degree that has been decreasing over time. The fine structure of securities markets and frictions in the trading process may generate predictability. Predictability in some extent could be viewed as a necessary reward for an investor to bear certain dynamic risks. We use the stock return autocorrelation of first order as a measurement of predictability, in other words we evaluate the extent to which the variation of returns (daily, weekly or monthly) of the Mexican Stock Exchange is predictable using only previous observation of the stock return. The magnitude of the first order autocorrelation return is larger for short-horizon stock return than for long-horizon stock returns. In addition to this finding, our results indicate that the extent of the first-order autocorrelation stock return is inversely proportional to the level of trading activity for weekly and monthly returns. As for the daily return autocorrelation concerns, trading activity does not create any



statistically significant difference in the first-order return autocorrelations between the least trading active stocks and the most trading active stocks. Furthermore, the level of the first-order daily return autocorrelation is larger in the past than that of current times. This type of tendency is also seen for first-order autocorrelation on weekly and monthly returns. Finally we conclude that the level of predictability on the Mexican Stock Exchange is moderately low and it is decreasing over the sample period; our results show that only 3.6% of the variation in the daily stock returns is predictable using previous day stock return for 1989 and this figure decreases over time to the level of 0.74% for 1999.

## 5. References

- [1] Sias, R. W., Starks, L.T. (1997). Return autocorrelation and institutional investors. *Journal of Financial Economics*, V.46, 103-131.
- [2] Fama, E., French, K. (1988). Permanent and Temporary Components of Stock Prices. *Journal of Political Economy*, V.96, 246-273.
- [3] Mecht, T.S. (1993). Portfolio return autocorrelation. *Journal of Financial Economics*, V.34, 307-344.
- [4] Lo, A.W., MacKinlay, A.C. (1990). An econometric analysis of Nonsynchronous trading. *Journal of Econometrics*, V.45, 181-211.
- [5] Barry, C.B., Rodriguez, M. (1997). Risk, return and performance of Latin America's equity markets, 1975-1995. Working paper, Texas Christian University, Fort Worth, Texas.
- [6] Cabello, A., Ortiz, E. (1995). Debt crisis and economic recovery and performance of the emerging Latin American markets. In H. Peter Gray and Sandra Richard, eds. *International Finance in the New World Order*. New York: Pergamon Press.
- [7] Leal, R., Ratner, M. (1994). Inefficiencies in the emerging stock markets of Latin America and Asia. In A.Z. Vazquez-Parraga, ed., 1994 BALAS Proceedings, College of Business, Florida International University.
- [8] Barry, C. B., Peavy, J.W. III, Rodriguez, M. (1997). *Emerging Stock Markets: Risk, Return and Performance*. Association for Investment Management and Research, Charlottesville, Virginia.
- [9] Bekaert, G., Harvey, C. R. (1997). Emerging equity market volatility. *Journal of Financial Economics*. V. 43, 29-77.
- [10] Bailey, W., Chung, Y.P. (1995) Exchange Rate Fluctuations, Political Risk, and Stock Returns: Some Evidence from an Emerging Market. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 1995, V.30, 541 – 561.
- [11] Bailey, W., Jagtiani, J. (1994). Foreign ownership restrictions and stock prices in the Thai capital market. *Journal of Financial Economics*, V. 36, 57 – 87.
- [12] Fuller, W. (1976). *Introduction to Statistical Time Series*. Wiley, New York.
- [13] Campbell, J., Lo, A., MacKinlay, A.C. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton University Press. New Jersey.
- [14] Harvey, C., (1995). Predictable risk and returns in emerging markets. *Review of Financial Studies*, V.8, 773 – 816.
- [15] Boudoukh, J., Richardson, M. P., Whitelaw, R. F. (1994). A tale of three schools: insights on autocorrelations of short-horizon stock returns. *The Review of financial Studies*. V.6, 799-824.

**TABLE I**

**STOCK RETURN AUTOCORRELATION OF FIRST LAG. SUMMARY**

Model:  $\tilde{R}_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{j=25} \rho_{jt} R_{it-j} + \tilde{u}_{it}$ , where  $R_{it-j}$  is the return on security  $i$  in day (week)  $t-j$ ,  $\rho_{jt}$  is the

autocorrelation coefficient for the lagged daily (or weekly) return  $R_{it-j}$ , for the sample period of January 2, 1987 to Oct 29, 1999 in the Mexican Stock Exchange (BMV). For monthly returns the same model has been used but with twelve lags. Q1 shows the least active stocks (first quartile) whereas Q4 shows the most active stocks. We use the number of price changes as a proxy for activity. Below is the ratio of the first lag autocorrelation coefficients which show at least 95% level of significance, i.e.  $|\sqrt{T}\hat{\rho}| \geq 1.96$ , over the number of stocks analyzed, aggregate daily, weekly and monthly for each of the four activity groups.

	<b>Number of stocks analyzed.</b>	<b>% of stocks that show <math>\rho_1</math> with at least 95% of significance</b>	<b>% of stocks with positive Autocorrelation</b>	<b>% of stocks with negative Autocorrelation</b>
<b>Daily</b>				
Aggregate	250	53.2	48.0	5.2
Q1	97	50.5	43.2	7.3
Q2	47	53.2	46.8	6.4
Q3	25	52.0	52.0	0.0
Q4	81	56.8	53.1	3.7
<b>Weekly</b>				
Aggregate	235	27.7	25.1	2.6
Q1	52	40.4	38.5	1.9
Q2	45	24.4	17.8	6.6
Q3	35	31.4	28.6	2.8
Q4	103	21.4	20.4	1.0
<b>Monthly</b>				
Aggregate	187	23.0	19.3	3.7
Q1	15	13.3	13.3	0.0
Q2	20	55.0	45.0	10.0
Q3	17	29.4	29.4	0.0
Q4	135	18.5	14.8	3.7

**TABLE II**

**SUMMARY OF DAILY, WEEKLY AND MONTHLY RETURN AUTOCORRELATION OF THE FIRST LAG FOR THE PERIOD JANUARY 1989 TO OCTOBER 1999 ON THE MEXICAN STOCK EXCHANGE.**

---

Model:  $\tilde{R}_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{j=25} \rho_{jt} R_{it-j} + \tilde{u}_{it}$ , where  $R_{it-j}$  is the return on security  $i$  in day (week)  $t-j$ ,  $\rho_{jt}$  is the

autocorrelation coefficient for the lagged daily (weekly) return  $R_{it-j}$ ,  $\alpha_0$  is a constant and  $\tilde{u}_{it}$  is the error term, for the period 89:01:02 - 99:10:29 in the Mexican Stock Exchange (BMV). For the monthly returns we use the same model with twelve lags. For daily and weekly returns we use periods of one year whereas for monthly returns the periods are 89:01:02-92:12:01, 93:01:02-96:12:02 and 97:02:03-99:10:01. The table below describes the Mean and Std. Error of daily, weekly and monthly returns autocorrelation  $\rho_1$  (first lag) respectively, as well as the Box-Pierce statistic (Q5).

---

Year	1 daily	Std. Error 1 daily	Q5 1 daily	1 weekly	Std. Error 1 weekly	Q5 1 weekly	1 monthly	Std. Error 1 monthly	Q5 1 monthly
89	0.192	0.034	27.364	0.164	0.032	6.588	0.119	0.036	33.014
90	0.178	0.019	19.079	0.116	0.039	7.442			
91	0.184	0.022	21.586	0.078	0.037	9.472			
92	0.156	0.022	23.578	0.084	0.038	13.852			
93	0.146	0.018	19.438	0.083	0.021	11.660	0.003	0.029	9.993
94	0.105	0.015	18.252	-0.003	0.024	13.406			
95	0.145	0.016	16.891	0.066	0.019	6.264			
96	0.106	0.012	14.870	-0.055	0.023	9.318			
97	0.069	0.016	17.020	-0.008	0.019	8.000	-0.040	0.020	6.640
98	0.039	0.011	12.675	0.055	0.020	8.860			
99	0.086	0.012	10.300	0.020	0.019	7.050			

---

**TABLE III**

**RETURN AUTOCORRELATION FIRST LAG STRUCTURED BY STOCK ACTIVITY.**

Daily, weekly, and monthly stock returns.

---

Model:  $\tilde{R}_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{j=25} \rho_{jt} R_{it-j} + \tilde{u}_{it}$ , where  $R_{it-j}$  is the return on security  $i$  in day (week)  $t-j$ ,  $\rho_{jt}$  is the

autocorrelation coefficient for the lagged daily (or weekly) return  $R_{it-j}$ ,  $\alpha_0$  is a constant and  $\tilde{u}_{it}$  is the error term, for the sample period of January 2<sup>nd</sup> 1987 to Oct 29<sup>th</sup> 1999 in the Mexican Stock Exchange (BMV). For monthly returns we used the same model with 12 lags. Q1 is the least active stocks (first quartile) and Q4 is the quartile for the most active stocks. We use the number of price changes as proxy for activity. The tables below show the mean and Std. Error of  $\rho_{1t}$  as well as the 10, 50 and 90 percentiles.

---

**Daily autocorrelation first lag**

	Sample Size	10%	50%	90%	Mean	Std. Error
Q1	97	-0.0469	0.0527	0.2801	0.0785	0.0158
Q2	47	-0.0181	0.0578	0.1406	0.0609	0.0110
Q3	25	0.0041	0.0738	0.1549	0.0751	0.0124
Q4	81	-0.0131	0.0824	0.1567	0.0698	0.0086
Total	250	-0.0281	0.0655	0.1861	0.0721	0.0071

**Weekly autocorrelation first lag**

	Sample Size	10%	50%	90%	Mean	Std. Error
Q1	52	-0.0190	0.0464	0.4254	0.1260	0.0251
Q2	45	-0.0978	0.0534	0.1890	0.0461	0.0145
Q3	35	-0.0807	0.0302	0.2130	0.0586	0.0192
Q4	103	-0.0491	0.0423	0.1421	0.0483	0.0076
Total	235	-0.0534	0.0450	0.2118	0.0666	0.0078

**Monthly autocorrelation first lag**

	Sample Size	10%	50%	90%	Mean	Std. Error
Q1	15	-0.0551	-0.0035	0.2942	0.0529	0.0381
Q2	20	-0.1756	0.0900	0.4001	0.1342	0.0300
Q3	17	-0.0841	0.0799	0.2013	0.0877	0.0349
Q4	135	-0.1236	0.0472	0.2172	0.0494	0.0106
Total	187	-0.1133	0.0472	0.2610	0.0622	0.0107

**TABLE IV**

**TEST OF THE DIFFERENCE BETWEEN RETURN AUTOCORRELATIONS.**

The following Table shows tests on the difference (in percentage) between  $\rho_{Q1} - \rho_{Q4}$  i. e. first order return autocorrelation on quartile 1 (least trading active quartile) minus first order return autocorrelation on quartile 4 (most trading active quartile), for daily, weekly and monthly stock returns, for the sample period of January 2<sup>nd</sup> 1987 to October 29<sup>th</sup> 1999 in the Mexican Stock Exchange. Specifically the null hypothesis is  $\rho_{Q1} - \rho_{Q4} = 0$  and p-values are displayed. Furthermore, F-test is performed to test the difference for daily, weekly and monthly stock returns autocorrelations between the four quartiles of trading activity. For the F-test we use three degrees of freedom in the numerator (four quartiles minus one) and infinite degrees of freedom in the denominator. Specifically the null hypothesis is  $\rho_{Q1} = \rho_{Q2} = \rho_{Q3} = \rho_{Q4}$ ; values of the  $F$  as well as  $F_{.01}$  are displayed.

**DAILY**

	Difference	p-value	$F$ value	$F_{.01}$
$\rho_{Q1} - \rho_{Q4}$	<b>0.87%</b>	<b>0.4317</b>		
$\rho_{Q1} = \rho_{Q2} = \rho_{Q3} = \rho_{Q4}$			<b>0.6993</b>	<b>4.61</b>

**WEEKLY**

	Difference	p-value	$F$ value	$F_{.01}$
$\rho_{Q1} - \rho_{Q4}$	<b>7.77%</b>	<b>0.0116</b>		
$\rho_{Q1} = \rho_{Q2} = \rho_{Q3} = \rho_{Q4}$			<b>8.2635</b>	<b>4.61</b>

**MONTHLY**

	Difference	p-value	$F$ value	$F_{.01}$
$\rho_{Q1} - \rho_{Q4}$	<b>0.35%</b>	<b>0.4865</b>		
$\rho_{Q2} - \rho_{Q4}$	<b>8.48%</b>	<b>0.0165</b>		
$\rho_{Q1} = \rho_{Q2} = \rho_{Q3} = \rho_{Q4}$			<b>9.2917</b>	<b>4.61</b>

**AN INTRODUCTION TO THE RISK MANAGEMENT IN BANKING INSTITUTIONS AND AN OVERVIEW OF THE MEXICAN REGULATION.** José Antonio Núñez-Mora, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

Risk management is an important activity of financial institutions. Banking firms continuously deal with the risks inherent to the management of deposits, securities and loans. Risk management concerns bankers and financial regulators alike because banking functions and intermediary activities depend on proper managerial practices to be done. Specifically, from the viewpoint of banking entrepreneurs, risk management activities are important because they provide the means to maximise profits; while for regulators, they provide the means to allocate resources and to avoid distress in the financial system. How can we define risk management? Following Bessis (2002), risk management can be defined as the complete set of processes and models that allow banking institutions to implement risk-based policies and practices. Considering the types of risks that banking firms normally deal with, these process aim to protect their balance sheets against severe monetary losses due to external shocks (e.g. confidence crises) and its cash flow against uncertainty (interest rate and exchange rate fluctuations, credit risk). Thus, risk management considerations play a crucial role when liquidity, asset, liability and capital decisions are taken.

**TESTS FOR LONG-RANGE DEPENDENCE FOR THE MEXICAN STOCK MARKET.** Nadiyahda de la Uz Blanco, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México. ITESM.

In this paper we use Lo's modified  $V_n(q)$  statistic and the Mandelbrot  $R/S$  statistic to test long-range independence in the Mexican Stock Market represented by its most important indicator, the IPC. We use, graphical methods as suggested by Taqqu *et al.* (1999) and some shuffling procedures. Data considers daily returns from 1993 to 2001. Results are similar to other studies found in developed markets. The market shows little evidence against the hypothesis of long-range independence with a Hurst parameter of about 0.58.

**DURATION ANALYSIS IN THE MEXICAN BONDS MARKET.** Juana Benitez Sotelo, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

The main measure of interest rate risk exposure in the bonds market is the well known modified duration. Modified duration is a measure of a bond return sensitivity to a change in its yield to maturity. However, this measure assumes that the yield curve shifts in a parallel form, which is not the case in real markets. This paper is intended to show the main differences between modified duration and the key rate duration. The key rate durations are a vector representing the price sensitivity of a security or a portfolio for each change in every point in the yield curve. In other words, key rate durations deal with the non-parallel shifts in the yield curve.



**DAY OF THE WEEK AND MONTH OF THE YEAR ANOMALIES IN THE MEXICAN STOCK MARKET.** Edgar Ortiz Calisto, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM; Alejandro Cabello Rosales, Programa Doctoral en Ciencias Financieras, ITESM.

This paper examine the day-of-the year effect for the case of the Mexican Stock Exchange MSE (Bolsa Mexicana de Valores). A thorough analysis is made using returns derived from the local nominal indexes, adjusted for inflation indexes, and dollar adjusted indexes to identify the behavior of investor in this market. It is worth noting that foreign portfolio investments in Mexico have increased rapidly spurred by financial liberalization policies enforced since the end of the 1980's. These investments now account for 65 percent on total investment at the Mexican Stock Exchange.

**EL FILTRO DE KALMAN EN LA METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE EVENTOS.** Gerardo Dubcovsky, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

El propósito de este trabajo de investigación consiste en extender la metodología de estudio de eventos, en un ambiente dinámico más rico, a fin de que se incluyan parámetros dependientes del tiempo. Se utiliza el filtro de Kalman para modelar parámetros como función del tiempo en una representación espacio-estado del modelo estadístico del mercado de estudio de eventos. Asimismo, se aplica la inferencia Bayesiana para actualizar la información relevante y se utiliza la teoría de información para elegir la distribución inicial de los parámetros. La extensión propuesta conduce a un planteamiento más robusto para la evaluación del impacto que un evento económico o financiero tiene sobre el valor de mercado de las empresas.

**MAXIMIZACIÓN DE UTILIDAD Y VALUACIÓN DE CONTRATOS FORWARD, FUTUROS, BONOS Y OPCIONES.** Roberto Ballinez-Ambriz, Centro de Investigación en Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM; Francisco Venegas-Martínez, Centro de Investigación en Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

El presente trabajo desarrolla un modelo de expectativas racionales en tiempo continuo para la determinación de precios de contratos forward, contratos futuros, bonos y opciones. El modelo considera la existencia de un individuo representativo en una economía con dos bienes de consumo. Asimismo, el modelo propuesto permite examinar las condiciones bajo las cuales se presentan situaciones de "backwardation" o "contango". Estas condiciones enfatizan la importancia de los contratos forward y contratos futuros como instrumentos de cobertura sobre las decisiones de consumo.

**VALOR EN RIESGO NO LINEAL: UNA APLICACIÓN A UN PORTAFOLIO DE DERIVADOS.** Elías Ramírez  
Ramírez, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México. ITESM.

La metodología de Valor en Riesgo Lineal, conocida como el enfoque delta-normal, sugiere que los instrumentos financieros son combinaciones lineales de factores de riesgo. Sin embargo, esta metodología tiende a fallar cuando se trata de instrumentos no lineales como los derivados. En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología cuadrática para estimar la posición de riesgo de un portafolio de derivados, esto significa no sólo tomar la delta del portafolio, que implica la tasa de cambio del valor del portafolio respecto a la variable de riesgo, sino también realizar un ajuste utilizando un parámetro conocido como la gamma, que mide la curvatura de la relación entre el valor del portafolio y la variable del mercado de riesgo subyacente. Además, se presenta la utilización de la expansión de Cornish-Fisher, para estimar los percentiles de la distribución de probabilidad del cambio del valor del portafolio a través de los momentos de la distribución, los cuales se usan para estimar el *VaR* con su respectivo nivel de confianza.

**MERGER POLICY IN AN INTERNATIONAL SETTING.** Marcos Aválos, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM; José Carlos Ramírez, Departamento de Economía, Campus Ciudad de México, ITESM.

This paper is about the interactions between trade policy and a narrow but important aspect of competition policy namely merger policy. We focus on one key issue: mergers with international dimension. We introduce a one-market model of international trade policy under imperfect competition. We study the effects of domestic and foreign mergers on the domestic country's optimal trade policy and on domestic and foreign welfare when the domestic country pursues its optimal trade policy. By implementing three antitrust rules, we determine the "conflict" and "blocking" zones for mergers. Later on, we discuss the effects of trade liberalisation on merger policy. By comparing the free trade case to the trade policy case, we assess whether trade liberalisation leads to tough or lenient merger policy

**Área: Administración y Negocios**  
**Coordinadora de área: Dra. Irma Adriana Gómez**  
**Cavazos**

**Aplicaciones cuantitativas en las finanzas**  
**Coordinador de mesa: Dr. Nicolás Gutiérrez Garza**

**EL MODELO DETERMINISTA DE VASICEK. UNA APLICACIÓN EN EL MODELO DE ACARREO DE CONTRATOS DE FUTUROS SOBRE INSUMOS AGRÍCOLAS.** Igor P. Rivera. Centro de Investigación en Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

El modelo de acarreo para futuros sobre insumos agrícolas utiliza como tasa relevante, una tasa denominada de acarreo que incorpora variables tales como la tasa de interés, el costo de almacenamiento, el costo de transporte y muchas otras variables que no sólo son difíciles de modelar sino incluso de identificar. Considerando que en todo caso dicha tasa de acarreo representa un costo (o beneficio) de oportunidad por la tenencia física del insumo en cuestión, el presente trabajo pretende demostrar que dicha tasa puede modelarse por medio del modelo de Vasicek en su formato determinista, siempre que se cumpla con algunas condiciones tales como la homoscedasticidad de la muestra. Para tales efectos se han seleccionado, de entre las cotizaciones diarias para el precio inmediato y de futuros del maíz, trigo y frijol soya en el *Chicago Board of Trade*, disponibles entre el 2 de enero de 1997 y el 21 de diciembre 1998, aquellos segmentos en los que se cumpla la condición de homoscedasticidad. Luego se construyen las bases de datos de la tasa corta, despejándola del modelo de acarreo. Después se buscan los estimadores del modelo AR(1) que representa la solución al modelo de Vasicek. Finalmente, se realizan algunas pruebas a los estimadores encontrados a través del análisis de los residuales así como de la construcción de un pronóstico del contrato de futuros con base en la tasa modelada.

**DAY OF THE WEEK AND MONTH OF THE YEAR ANOMALIES IN THE MEXICAN STOCK MARKET.** Edgar Ortiz Calisto, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM; Alejandro Cabello Rosales, Programa Doctoral en Ciencias Financieras, ITESM.

This paper examine the day-of-the year effect for the case of the Mexican Stock Exchange MSE (Bolsa Mexicana de Valores). A thorough analysis is made using returns derived from the local nominal indexes, adjusted for inflation indexes, and dollar adjusted indexes to identify the behavior of investor in this market. It is worth noting that foreign portfolio investments in Mexico have increased rapidly spurred by financial liberalization policies enforced since the end of the 1980's. These investments now account for 65 percent on total investment at the Mexican Stock Exchange.



**UN TRATAMIENTO NATURAL PARA LOS MODELOS DE TASAS MULTIVARIABLES.** Andres Fundia Aizenstat, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México.

Para poder incorporar los datos presentes de la curva de tasas de interés, se necesita utilizar modelos multivariados. La relación básica entre la matriz de volatilidades, el vector de pendientes infinitesimales y el valor de mercado del riesgo fue establecida en el trabajo seminal de Heath, Jarrow y Morton en 1992. Desafortunadamente, los modelos concretos producidos son demasiado complejos y han sido parcialmente rechazados por la industria financiera. Aún bajo el supuesto simplificador de que las tasas de intereses siguen distribuciones normales, las fórmulas de valuación de bonos y derivados requieren el uso de distribuciones normales multivariadas asimétricas. También los modelos discretos resultantes, conocidos como *árboles frondosos*, al no ser recombinantes, conllevan una alta complejidad computacional que los hace inefectivos para períodos medianos y largos. En este trabajo proponemos una metodología para tratar los modelos normales multivariados utilizando esperanzas condicionales, con lo que los modelos se vuelven similares a los modelos de una variable. Con esta metodología se obtienen precios de bonos, calls y puts de tipo europeo, así como sus sensibilidades en forma muy sencilla y natural. Se abre así la posibilidad de utilizar esta metodología en otros instrumentos más complejos.

**LOS DETERMINANTES DE LA ESTRUCTURA DE CAPITAL DE LAS EMPRESAS QUE COTIZAN EN LA BOLSA MEXICANA DE VALORES.** Noel Nava Peralta, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

En este trabajo se presenta un resumen de los diferentes enfoques, sobre la estructura de capital de las empresas, tanto de aquellos de carácter teórico, como de algunos de carácter práctico que se derivan de la experiencia de los ejecutivos de empresas. El propósito básico consiste en analizar diferentes hipótesis relativas a los determinantes de las decisiones de endeudamiento de corto y largo plazo de 125 empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, agrupadas en 16 sectores. Al respecto se analiza la relación entre la deuda de largo plazo, el tamaño de la empresa y la estructura de sus activos. A su vez, la deuda de corto plazo se relaciona con el crecimiento de la empresa y con su rentabilidad. Finalmente, se estudian estas relaciones en los diferentes sectores que conforman las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores.

**DERIVADOS CLIMÁTICOS: ALTERNATIVA PARA LA DISPERSIÓN DE LOS RIESGOS CATASTRÓFICOS EN MÉXICO.** Dr. Luis Manuel González de Salceda Ruiz, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

El proceso de fusiones de empresas a nivel mundial ha alcanzado al mercado del reaseguro. Así, sólo prevalecen unas cuantas empresas reaseguradoras a nivel mundial. Lo anterior, aunado al incremento en catástrofes naturales y no naturales ha hecho que las primas del seguro presenten incrementos generalizados. Por ello, el mercado del seguro se ha enfocado al desarrollo de mecanismos alternativos de *weather derivatives*. El éxito de estos, ilustra la tendencia creciente de convergencia que hay entre los mercados financieros y los de seguro. La diversidad climática de México constituye una gran ventaja para la implementación exitosa de los Derivados Climáticos. Sin embargo, de forma paradójica podría representar un importante reto para la apropiada implementación del instrumento, sobre todo si los riesgos de base no son ponderados de manera adecuada. El presente documento aborda los aspectos necesarios a considerar para una apropiada instrumentación de los derivados climáticos en México.

**USOS Y LIMITACIONES DE LOS PROCESOS ESTOCASTICOS APLICADOS A FINANZAS.** José Carlos Ramírez, Departamento de Economía, Campus Ciudad de México. ITESM.

El documento analiza las distintas condiciones bajo las cuales se incorporan los procesos estocásticos en el estudio de la administración de riesgos y de los modelos de ingeniería financiera. Se hace especial énfasis en el poder predictivo de los métodos estocásticos cuando la serie de datos de los instrumentos financieros no se distribuyen normalmente. Como ejemplo ilustrativo, se incluye un tratamiento estadístico del valor en riesgo de las acciones que forman el paquete Banamex 30 basada en diferentes procesos estocásticos. Asimismo, se comparan estos resultados con otros obtenidos por métodos normales-estacionarios y se discuten sus limitaciones y alcances

# APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE OPCIONES REALES A UN PROYECTO DE FLEXIBILIDAD TECNOLÓGICA

Roberto J. Santillán<sup>a</sup>, Eloy Aguilar<sup>b</sup>, Alexandra Rodríguez<sup>c</sup>

El proceso de presupuestación de inversiones de capital está estrechamente vinculado con la estrategia de la empresa. En contraste con las decisiones de capital de trabajo, las inversiones de capital representan el compromiso de cantidades muy importantes durante plazos prolongados. Por tal razón, es de vital importancia profundizar y refinar las metodologías existentes de valuación de proyectos. En este trabajo presentamos una descripción de la metodología de opciones reales para la valuación de proyectos de inversión y desarrollamos el caso de una empresa hipotética dentro de la industria cementera, interesada en evaluar la viabilidad económica de realizar una inversión importante en la reconversión tecnológica de sus hornos de calcinación para que adquieran la flexibilidad de utilizar ya sea gas natural o coque de petróleo, según cual de los dos energéticos resulte menos costoso para la generación de un MMBTU. El modelo propuesto se basa en la metodología de valuación de opciones mediante árboles binomiales que representa cuarenta y ocho meses de la vida del proyecto, donde cada uno es un momento de decisión entre gas natural y coque de petróleo. El análisis es equivalente a la valuación de cuarenta y ocho opciones call para adquirir un MMBTU mensual durante el horizonte temporal de cuatro años propuesto para este ejemplo.

Palabras clave: evaluación de proyectos, opciones reales, industria cementera.

## 1. Introducción

Los modelos para la evaluación de decisiones de inversión basados en la proyección de flujos de efectivo y tasas de descuento proporcionales al nivel de riesgo de los proyectos como, por ejemplo, la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), el Índice de Rentabilidad (IR) y, en particular, el Valor Presente Neto (VPN) comenzaron a utilizarse de manera generalizada en las empresas privadas durante los años sesenta del siglo pasado. No cabe duda que al tomar en consideración el valor del dinero en el tiempo esa nueva generación de modelos representó un avance significativo con respecto a las metodologías más simples (Payback, Índice de Rendimiento Contable, etc.) utilizadas hasta entonces. Sin embargo, con los años ha comenzado a evidenciarse que, adicionalmente a algunas dificultades técnicas en su utilización, la naturaleza de todos los modelos previos ignora el valor económico de la flexibilidad gerencial para responder oportunamente a las oportunidades y retos que surgen durante la vida de un proyecto.

Entre las críticas más frecuentes a las metodologías tradicionales está la de que los proyectos de inversión no deberían ser analizados como una proyección de flujos de efectivo estimados a partir de información sobre ventas anticipadas y estimaciones técnicas sobre los costos y rendimientos de la producción, ya que ese tipo de proyecciones se limitan generalmente a proyecciones lineales. En contraste, con base en la experiencia acumulada en la administración y operación de una gran cantidad

---

<sup>a</sup> Dr. Roberto J. Santillán, EGADE-ITESM, Campus Monterrey, roberto.santillan@itesm.mx

<sup>b</sup> C.P. Eloy Aguilar, DAPF, ITESM, Campus Monterrey, eaguilar@campus.mty.itesm.mx.

<sup>c</sup> Lic. Alexandra Rodríguez, EGADE-ITESM, Campus Monterrey, alexa14@hotmail.com.

de proyectos de inversión ha resultado evidente que, a medida que evolucionan las condiciones del entorno económico y financiero, los gerentes responsables de la conducción de un proyecto pueden realizar ajustes operativos y estratégicos para optimizar su operación y mejorar tanto su perfil de riesgo como su rendimiento efectivo. Puesto que los grados de libertad asociados a la planeación de un proyecto pueden dar como resultado beneficios económicos que difícilmente pueden ser medidos bajo un enfoque tradicional de VPN, surge la necesidad de desarrollar nuevos modelos que incorporen el valor económico representado por esa flexibilidad.

Otra crítica frecuente a los modelos tradicionales se refiere a las limitaciones que presentan para identificar aquellos proyectos en los que una inversión aislada aparentemente no contribuye al valor de la empresa con base en sus propios flujos presentes y futuros pero, sin embargo, su principal mérito económico consiste en posibilitar la realización de otros proyectos, muchas veces altamente rentables. Los ejemplos abundan: las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico, la decisión de entrar a un mercado nuevo para prevenir la entrada de un competidor, la decisión de comprar un terreno para un desarrollo futuro de bienes raíces o explotar minas de minerales bajo la expectativa de que los precios de esos productos evolucionarán favorablemente en el futuro, etc. Esta dimensión frecuentemente se incorpora en el análisis de proyectos de una forma conceptual, mas no cuantitativa, por lo que su peso específico en las decisiones no puede ser totalmente objetivo.

La TIR y el VPN soportarán decisiones de mejor "calidad" que modelos precedentes en los cuales el valor del dinero en el tiempo estaba ausente. Sin embargo, al reconocer que ambas metodologías asumen que los flujos de efectivo futuros de un proyecto son determinados por factores sobre los cuales la capacidad gerencial, la experiencia y la acumulación de información no tienen influencia alguna, resulta evidente la necesidad de desarrollar nuevas opciones metodológicas para evaluar proyectos<sup>d</sup>.

## 2. Las opciones reales

Hace aproximadamente veinte años comenzó a utilizarse en los Estados Unidos una nueva metodología que permite incorporar el valor económico de la flexibilidad implícita en las decisiones estratégicas de inversión, al valor presente de los flujos proyectados: las Opciones Reales. La característica más notable de las Opciones Reales es que sus resultados son perfectamente consistentes con el objetivo de elevar al máximo el valor de la empresa y, por tanto, pueden combinarse con el Valor Presente Neto, la Valuación Riesgo Neutral, etc.

La cantidad de ejemplos de casos reales de proyectos de inversión en los que existen opciones reales es prácticamente ilimitada. Sin embargo, a falta de una lista comprensiva, una definición genérica es que "en tanto exista alguna flexibilidad respecto a la asignación (o retiro) de recursos en respuesta a las condiciones del entorno que permita maximizar el valor de la inversión o minimizar el valor de las pérdidas potenciales, podemos aplicar la metodología de valuación de proyectos mediante opciones reales para obtener una medición más objetiva del valor económico de una decisión de inversión".

La valuación de proyectos de inversión con base en la metodología de opciones reales es una extensión de los modelos desarrollados para la valuación de opciones financieras. El problema de valuación de opciones financieras mediante una solución analítica quedó resuelto satisfactoriamente hace varios decenios con el trabajo de Black y Scholes (1). Aunque el modelo original de esos autores puede utilizarse solamente para valuar opciones call europeas, gracias al trabajo posterior de muchos investigadores se han agregado refinamientos muy diversos y actualmente ya es posible resolver problemas de valuación significativamente complejos.

Aún cuando la aplicación de la metodología de valuación de opciones financieras al ámbito de las decisiones corporativas es todavía una materia en desarrollo, es indudable que los métodos tradicionales

---

<sup>d</sup> Por ejemplo, Dixit y Pindyck (1995) argumentan que las limitaciones que presenta el método VPN para asignar un valor justo a las opciones creadas por nuevos proyectos de inversión dan lugar a menores niveles de inversión por parte de las empresas.

de valuación de proyectos de inversión se beneficiarán al incorporar el valor económico de las opciones reales.

### 3. Distintos tipos de opciones reales

Una Opción Real reconoce el valor económico de la flexibilidad “para aprovechar las oportunidades de aumentar las ganancias o de disminuir las pérdidas”. La medición objetiva del valor económico de la flexibilidad puede mejorar la calidad de las decisiones estratégicas en las empresas. Es, por tanto, deseable que las empresas reconozcan ese hecho y la utilización de las opciones reales se generalice progresivamente. El reconocimiento del valor económico de la flexibilidad puede incluso convencer a las empresas de la necesidad de incurrir en costos adicionales para incorporar grados de flexibilidad en sus proyectos de inversión (2).

A diferencia de las opciones financieras que son en realidad contratos estandarizados, las opciones reales no tienen características uniformes (fecha de vencimiento, descripción exacta del activo subyacente, etc.), pero están presentes en casi todas las decisiones de negocio. Al conocer y comprender las formas más frecuentes, los administradores pueden desarrollar la capacidad de mejorar la calidad de sus decisiones. Las opciones reales más comunes en las empresas son:

- a) Las opciones de diferir: se refieren al valor de mantener abierta una alternativa para invertir, mientras se obtiene información adicional que soporte (o en rechace) la asignación de recursos.
- b) Las opciones de abandonar un proyecto: cuando es evidente que el valor de liquidación es más atractivo que conservar el proyecto;
- c) Las opciones de cambiar de insumos o productos: para aprovechar las tendencias del entorno; es decir, conservar la flexibilidad para reaccionar mediante una modificación de la mezcla de entrada o salida;
- d) Las opciones de aumentar (disminuir) la escala de operaciones: si las condiciones del mercado son favorables (desfavorables);
- e) Las opciones de crecimiento: son aquellas que representan un requisito previo en una sucesión de proyectos interrelacionados, por ejemplo, investigación y desarrollo tecnológico de productos o procesos nuevos, fusiones y adquisiciones, etc.

Si bien es cierto que existen similitudes obvias entre las opciones financieras y las opciones reales, también es necesario aclarar que hay diferencias importantes. Para comenzar, las opciones financieras se intercambian generalmente en un mercado formalmente establecido, y su valor es determinado por la interacción de las fuerzas del mercado. Puesto que los mercados financieros son eficientes, las operaciones de arbitraje eliminan cualquier posibilidad de arbitraje

Por contraste, los proyectos de inversión están generalmente protegidos del arbitraje por tipos diferentes de barreras. En general, existen impedimentos para que cualquier agente económico pueda apropiarse del proyecto; por ejemplo, la escala mínima óptima de planta, el dominio tecnológico, el tamaño de la inversión, etc. No obstante, en la medida que los mercados financieros se hacen más eficientes y profundos, los proyectos de inversión real con VPN positivo serán también más escasos, pues al representar una opción interesante de inversión, habrá agentes económicos que consigan el financiamiento y recursos de otra índole para llevarlos a cabo. En tal virtud, los mismos principios que se aplican para valorar opciones financieras pueden aplicarse a la valuación de opciones reales reconociendo que el resultado de la valuación será, por lo general, un piso del valor económico potencial del proyecto en cuestión.

Los tres métodos más frecuentemente utilizados para determinar el valor de una opción real son:

- a. Ecuaciones de diferencias parciales: bajo este enfoque, el valor de la opción es determinado por una ecuación diferencial parcial, sujeta a una serie de límites. Así, el valor de la opción está dado en una sola ecuación en función directa de sus datos de entrada. Si los datos están disponibles el uso de este método es la forma más fácil y rápida de obtener el precio de una opción real. La ecuación de diferencia parcial más famosa es la que fue diseñada por Black & Scholes, para determinar el valor de una opción call Europea.

- b. Programación Dinámica: La programación dinámica resuelve el problema de cómo tomar una decisión cuando esta afecta la producción de futuros flujos de efectivo. La adaptación de ese modelo a la valuación de opciones reales compara los flujos de efectivo en cada periodo por pares de posibles acciones (o inacciones) y elige la de mayor rentabilidad partiendo desde el futuro hasta llegar al punto inicial de la toma de decisiones en el presente. Por esa razón se le llama "Método Binomial". La solución del problema descuenta los flujos posibles al periodo en el cual se realiza el ejercicio de valuación mediante la tasa libre de riesgo y un conjunto de probabilidades "riesgo neutrales"<sup>e</sup>. En el anexo a este trabajo se describe el proceso de solución del modelo binomial de valuación de opciones que forma parte de la Programación Dinámica.
- c. Simulación: Las técnicas de simulación utiliza muestras aleatorias repetidas a partir de distintas distribuciones de probabilidad (normal, lognormal, poisson, etc.) para cada variable primaria subyacente a los flujos de efectivo de un proyecto y, de esta manera, permite calcular el valor de miles de "camino" a seguir por el activo subyacente, desde el presente hasta el día de la decisión final de la opción. El método más usado de simulación es el llamado Simulación Monte Carlo. Cada vez que el modelo de simulación genera un nuevo valor para el activo subyacente, otro modelo de programación dinámica calcula la inversión óptima al final de cada periodo. Así, el valor actual de la opción es estimado a partir de un promedio de los flujos descontados hasta el presente momento cuando la decisión es tomada. Utilizamos esta combinación de simulación y programación dinámica para generar una distribución de valores de la opción de flexibilidad en el uso de combustibles que ejemplifica este trabajo en una sección posterior.

La elección del método apropiado en cada caso depende de los datos disponibles, la complejidad del proyecto y el grado de planeación estratégica que se quiera lograr. De esta manera, opciones sencillas como la comprar de cierto número de toneladas de maíz pueden ser valuadas con relativa facilidad con la información existente en el mercado (futuros u opciones sobre el subyacente). Pero también se puede intentar valorar una opción compleja, como la de introducir una medicina que aún se encuentra en proceso de desarrollo, con el objetivo de estimar si desde un punto de vista económico resulta rentable su producción y comercialización.

#### **4. Valuación de una Tecnología que permite utilizar gas natural o coque de petróleo como fuente calórica en la producción de cemento mediante la metodología de opciones reales.**

En años recientes se registró una elevada volatilidad en los precios del gas natural explicada por diversos factores entre los cuales intervinieron las constantes amenazas a la paz entre países de la región de Medio Oriente, y el rápido crecimiento económico registrado por los Estados Unidos y la Unión Europea posteriormente a la crisis financiera del sudeste asiático en 1997, que generó una demanda de energía superior a la tendencia normal y presionó los precios al alza en forma muy importante.

A partir de enero de 1999, cuando el precio por cada millón de unidades térmicas británicas (Mmbtu) del gas natural registraba un valor de 1.05 dólares, comenzó una carrera alcista. A mediados del mes de agosto del 2000 el precio del gas natural logró elevar su valor al cotizarse en esa fecha a 4.5 dólares por Mmbtu. Estos incrementos alcanzaron en dos años un 902 por ciento, tras registrar en diciembre del 2000 el máximo precio histórico intradía de 10.52 dólares por Mmbtu, que significó un incremento promedio mensual del 27 por ciento.

La elevación pronunciada de los precios del gas natural tuvo un impacto inmediato en las empresas que lo utilizan como insumo para la generación de energía calórica indispensable en sus procesos productivos. En varios casos, la consecuencia de la elevación del precio del gas fue el cierre de plantas y la reducción de personal, con las consecuencias sociales que cabría esperar.

---

<sup>e</sup> Metodología mediante la cual se ajustan las probabilidades de los escenarios para reflejar en el valor presente de los flujos esperados futuros una actitud "riesgo neutral" del inversionista.



El comportamiento de los precios del gas natural despertó en diversos ámbitos una intensa discusión sobre las posibles alternativas para reducir e incluso eliminar el impacto que el insumo puede tener sobre los costos totales y, en consecuencia, la posición competitiva de las empresas. Una de las alternativas fue la utilización de contratos a futuro para la adquisición de volúmenes específicos de gas natural a precios fijos durante un periodo de tiempo. En otros casos se optó por la importación de insumos intermedios o productos en proceso que requieren de una infusión intensa de calor para su elaboración, dado que esa opción resultaba más económica, desde países donde los costos de producción eran más bajos; en otros aún, se eligió una vía alternativa para suplir el consumo de gas natural. La empresa hipotética del ejemplo que a continuación presentaremos es representativa de esa tercera vía alternativa al haber desarrollado una adaptación de sus procesos de calcinación mediante la instalación de quemadores que permiten la utilización tanto de gas natural como de coque de petróleo en sus hornos. Esta flexibilidad representó una la posibilidad de controlar dentro de rangos más confiables el componente del costo total de su proceso productivo derivado del consumo de energía en procesos caracterizados, precisamente, por un alto consumo.

Al adoptar tecnología flexible para la producción de altas temperaturas necesarias en sus procesos productivos, la empresa debe adaptar sus instalaciones para poder manejar y quemar ambos combustibles. En el mediano y largo plazo puede anticiparse que la flexibilidad de optar por la fuente de energía más económica redundará en menores costos, mayor productividad y competitividad. Así, es de esperarse que el costo de las adaptaciones será recuperado a través del tiempo por los ahorros obtenidos.<sup>f</sup> Sin embargo, mediante el desarrollo de este ejemplo quedará demostrado que es posible llegar a una medición objetiva del valor económico de realizar una inversión semejante, contribuyendo de esa manera a un proceso de toma de decisiones mejor informado y responsable.

Para el desarrollo de nuestro caso proponemos que con la inversión en la tecnología para la generación de altas temperaturas con la flexibilidad para utilizar coque de petróleo o gas natural, la empresa cementera “adquiere la opción” de comprar unidades de MMBTU al precio de mercado más bajo entre los dos combustibles con una frecuencia temporal determinada y a lo largo de un plazo finito.

La información primaria que sirvió de base para el desarrollo del ejemplo hipotético que presentamos nos fue proporcionada originalmente por una empresa real que, sin embargo, prefirió conservar la confidencialidad. Tuvimos la oportunidad de trabajar en carácter de consultores externos para evaluar, precisamente, la conveniencia económica de llevar a cabo la inversión requerida para instalar una tecnología flexible de utilización de combustibles, capaz de alternar el consumo de gas natural o coque de petróleo en función de los niveles de precios spot de ambos y, más específicamente, del diferencial positivo entre los mismos. Aquí presentamos una reconstrucción de las inversiones, costos y ahorros modificados, preservando las proporciones relativas entre cada uno de los componentes de las proyecciones financieras originales, aunque alterando por razones de ética profesional las cantidades reales en términos de costos, flujos y volúmenes. Cabe mencionar que aunque un mayor nivel de detalle de las inversiones enriquecería la transparencia de este análisis, las limitaciones de espacio establecidas nos llevan a presentar una desagregación de menor nivel.<sup>g</sup>

Los rubros de inversión necesario para la conversión de los hornos en las distintas plantas de la empresa hipotética, son:

- a) La conversión de equipos, en particular la instalación de quemadores especiales que son utilizados para procesar alternativamente coque y gas natural para obtener el poder calorífico necesario en el proceso de producción de cemento: \$17,184,135 USD.
- b) A pesar de que el azufre forma parte del cemento como producto terminado, al quemar coque de petróleo se desprenden espontáneamente volúmenes de azufre capaces de

---

<sup>f</sup> Por ejemplo, Cemex implementó desde 1993 un programa de sustitución de combustibles por el cual se espera que para el 2002 el 85 por ciento de sus plantas utilicen coque y carbón como fuentes de energía. Apasco, por su parte, esta reconfigurando sus instalaciones para utilizar coque de petróleo y ya tiene contratado con Pemex el suministro del energético por 20 años a partir del 2002. Fuente: Entrevistas con ejecutivos de esas empresas.

<sup>g</sup> El lector interesado puede dirigirse a cualquiera de los autores del trabajo para obtener mayor detalle de los agregados presentados aquí.

contaminar el medio ambiente, por lo que es necesario invertir en equipos de control ambiental \$12,745,982 USD.

c) Con el objetivo de abatir costos de adquisición del coque de petróleo y así optimizar el beneficio obtenido de las inversiones, se evalúa también la instalación de un equipo de molienda con inversión de \$13,282.172 USD.

d) La inversión en capital en trabajo adicional necesaria se estima en el orden de \$460,720 USD.

e) Por ultimo, se propone la creación de una reserva de previsión para anticipar el final de la vida útil de los hornos flexibles por un monto de \$1,853,500 USD.

Para propósitos de este análisis, los flujos positivos derivados de la operación del proyecto corresponden al margen positivo entre el precio del gas y el precio del coque, según sea el caso de cual de los dos puede utilizarse para generar energía con un costo menor, mientras que los flujos negativos de operación se refieren a los aumentos en gastos por el cambio de quemadores y el aumento del capital en trabajo, tal como lo muestra la Figura 1.

**Figura 1:** Descripción de Inversión

<b>Concepto de Inversión</b>	<b>Monto de la Inversión en USDs</b>
Inversión en Planta (Conversión de Equipos)	\$ 17,184,135.00
Inversión en equipo de Control Ambiental	\$ 12,745,982.00
Inversión en Equipo de Moliendas	\$ 13,282,172.00
Incremento en previsión por vida útil	\$ 1,853,500.00
Inversión en Capital en Trabajo	\$ 460,720.00
<b>Inversión Total</b>	<b>\$ 45,526,509.00</b>

La inversión para la conversión de quemadores capaces de utilizar alternativamente coque de petróleo o gas natural, permite tener la opción de utilizar el combustible que resulte más económico en distintos momentos del tiempo. Para operacionalizar el modelo, decidimos analizar nuestros datos a lo largo de un periodo representativo de cuatro años, con cortes mensuales. Hacemos el supuesto de que cada mes se puede tomar la decisión de utilizar ya sea gas natural o coque de petróleo para abastecer las necesidades de consumo calórico de los procesos productivos de la empresa al menor costo posible. Por tanto, se trata de valuar 48 opciones call europeas, cada una con un vencimiento diferido en los meses del 1 al 48, sobre unidades de MMBTU. El análisis se realizó para una unidad de MMBTU y posteriormente se escaló a las dimensiones "tipo" de una empresa que opera en esta industria con cobertura nacional en México.

Utilizamos información estadística de publicaciones especializadas y bases de datos comerciales para calcular la volatilidad de los precios de coque de petróleo y gas natural, como sigue: el gas natural tiene una volatilidad ( $\omega$ ) del 15.97% anual, mientras que la volatilidad presentada por el Coque de Petróleo es de 10.61%, también anual. Estas estimaciones corresponden a un periodo de aproximadamente 10 años (1990-2000) (3).

Asumimos que el financiamiento necesario para arrancar el proyecto proviene de los Estados Unidos, por lo que utilizamos una tasa libre de riesgo del 0.80% mensual para descontar los flujos de efectivo provenientes de los ahorros obtenidos por la utilización de coque de petróleo, de acuerdo con la metodología de valuación "riesgo neutral" utilizada para valuar opciones call mediante un árbol binomial..

**Figura 2:** Variables necesarias para la valuación mediante opciones reales

Opciones Reales	Empresa Cementera	Datos de Entrada del Modelo
VP de los Flujos Esperados	Diferencial en Margen precio GN vs Coque	2.35 dls por Mmbtu
Costo de la Inversión	Inversión + Gts de Operación y Cap. Trab.	\$45,526,509 Total
Tiempo de la Opción	Tiempo a realizar la Valuación	4 años (48 meses)
Incertidumbre	Volatilidad precio Gas Natural	Volatilidad Gas Natural= 15.97% Volatilidad Coque = 10.61%
Tasa libre de riesgo		0.80% mensual

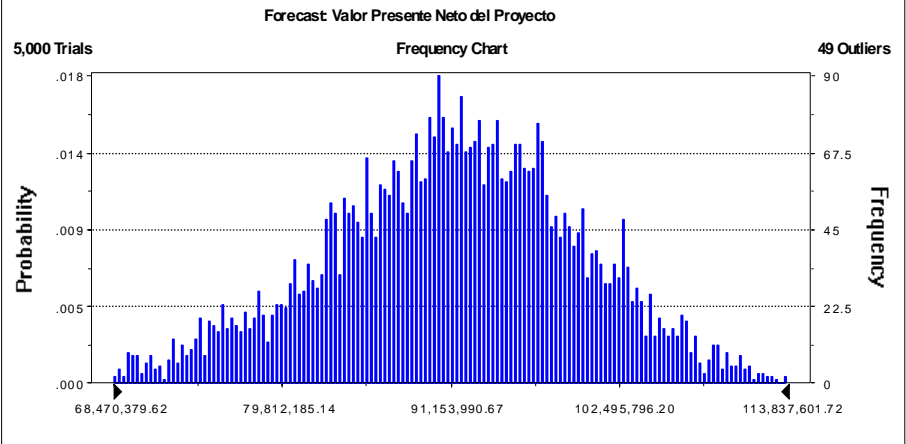
Establecimos que los hornos para la producción de cemento en nuestra empresa hipotética tienen un consumo anual promedio de coque de petróleo igual a 14,590,908 MMBTU's. Por lo tanto, la inversión por unidad de MMBTU es de aproximadamente \$3.12 USD.

Valuamos la flexibilidad de optar por el combustible más económico para producir una unidad de MMBTU utilizando cuarenta y ocho árboles binomiales<sup>h</sup>. En una primera aproximación, asumimos que el precio del coque es constante a lo largo del periodo de estimación y solamente permitimos que fluctúe el precio del gas natural mes a mes, con base en el supuesto de un comportamiento aleatorio cuyo único parámetro es la volatilidad observada históricamente. Para resolver los modelos binomiales fue necesario valorar cada uno de los nodos, comenzando por el extremo derecho y avanzando hacia el origen, a la izquierda, de acuerdo con la regla de decisión siguiente: el valor de un nodo es igual a **MAX [(pGN-pC),0]**. Al valor agregado de la opción repetible durante cuarenta y ocho meses (en realidad, se trata de cuarenta y ocho opciones) restamos el valor de la inversión y los costos de operación para obtener su Valor Presente Neto. Así, obtuvimos un Valor Presente Neto para las cuarenta y ocho opciones que abarcan el periodo de cuatro años propuesto como horizonte del proyecto igual a \$74.96 dólares.

En un segundo experimento, repetimos la valuación de los cuarenta y ocho modelos binomiales, ahora permitiendo que el precio del coque fluctuara de acuerdo con un movimiento browniano en el cual los parámetros utilizados para calcular cada valor sucesivo fueron la volatilidad del precio del coque por MMBTU, el precio inmediatamente anterior y un número aleatorio generado a partir de una distribución normal estandarizada (Media=0,  $\omega=1$ ). La Simulación Montecarlo tuvo 5,000 iteraciones para obtener una distribución de valores del Valor Presente Neto de la opción, bajo el supuesto de que tanto el gas natural como el coque de petróleo evolucionarán en el futuro siguiendo una caminata aleatoria cuyo parámetro conocido es la desviación estándar observada históricamente. Los resultados de la simulación arrojaron un valor esperado de \$91.15 USD., lo que confirma la viabilidad financiera del cambio de combustible de gas natural por coque de petróleo.

<sup>h</sup> Ver apéndice metodológico al final de este artículo para leer una sucinta descripción del método de valuación de opciones con árboles binomiales.

**Figura 3:** Distribución de frecuencias del Valor Presente de la Opción Real. Método Montecarlo



## CONCLUSION

Aún cuándo existen argumentos de peso para justificar la utilización del método de Opciones Reales para el análisis y valuación de proyectos de inversión, así como de otras alternativas estratégicas, su adopción por parte de las empresas es todavía muy limitada. Al reflexionar sobre las posibles explicaciones de la falta de difusión de un método tan prometedor surgen varias hipótesis. Por ejemplo, que los modelos actualmente utilizados no son ni muy conocidos ni bien entendidos por directores y ejecutivos corporativos. La explicación podría también ser que, en lugar de total desconocimiento, en realidad los ejecutivos si tienen alguna información sobre la naturaleza y utilización de los modelos pero, sin embargo, los supuestos de los modelos pocas veces se cumplen y, por tanto, producen resultados inconsistentes de manera que se ha optado por desecharlos (4).

La contribución que puede esperarse de la metodología de Opciones Reales promete ser muy valiosa si a partir de ellas se logra promover un análisis más objetivo de las oportunidades de inversión y, en ese sentido, permite una asignación más eficiente de los recursos de inversión disponibles en la sociedad. Las consecuencias específicas que podrían derivar de su empleo más generalizado podrían incluir, por ejemplo, mayores niveles de inversión y, por ende, la creación de más y mejores empleos, así como la modernización de la economía. La mera posibilidad de que las Opciones Reales contribuyan a mejorar la asignación de recursos escasos entre las mejores oportunidades, justifica plenamente realizar mayores esfuerzos para desarrollar la metodología y promover su aplicación. Tales esfuerzos deberán incluir una más amplia difusión de la lógica financiera y estratégica que subyace el planteamiento y solución de los problemas de valuación. En la medida que sea posible lograr una mayor flexibilidad de los algoritmos disponibles para el administrador, la difusión de su uso se incrementará. Hay buenas razones para suponer que en un plazo no muy largo habrá un desarrollo importante de paquetes de computación que facilitarán sustancialmente el análisis de Opciones Reales y permitirán a un número creciente de empresas aprovechar los beneficios que ofrece.

## Referencias

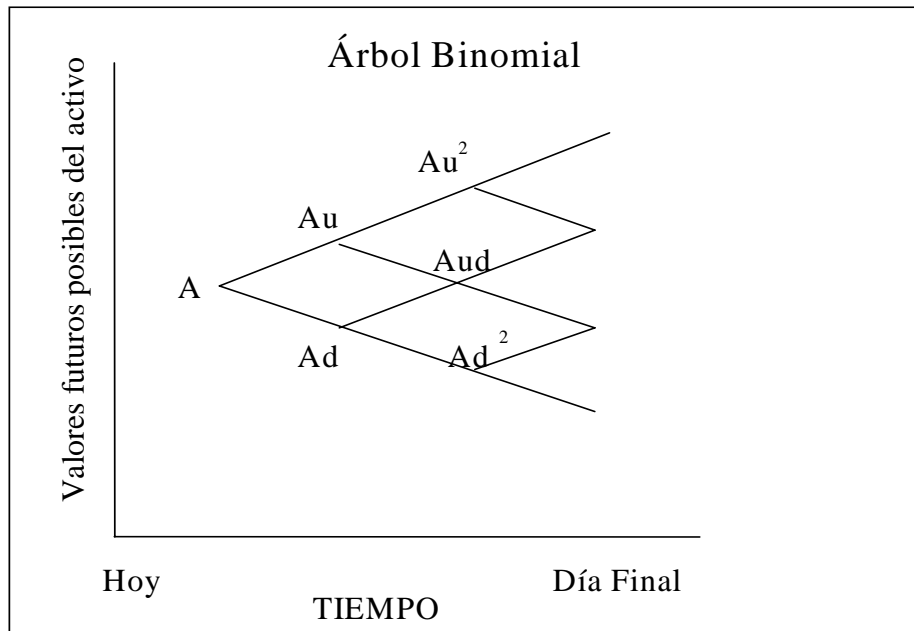
1. Black, F. & Scholes M. 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. Journal of Political Economy. Mayo/Junio. 637-654.
2. Landers, Diane M., and George E. Pinches, (1998), "Challenges to the Practical Implementation of Modeling and Valuing Real Options", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 38, Special Issue, pp.537-567.
3. Oil and Gas Journal, varios números; Petroleum Intelligence, varios números;
4. Landers, Diane M., and George E. Pinches, (1998), "Challenges to the Practical Implementation of Modeling and Valuing Real Options", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 38, Special Issue, pp.537-567.

## Apéndice Metodológico

### A1. El Modelo Binomial

El modelo binomial esta basado en una simple representación de la evolución del precio del activo subyacente por medio de un árbol de decisiones. En cada periodo el valor del activo subyacente puede tomar sólo uno o dos posibles valores, estos son; un valor a la alza y otro valor a la baja. La magnitud de los movimientos a la alza y a la baja está determinada por la volatilidad estimada por unidad de tiempo del activo subyacente. En el ejemplo desarrollado en este trabajo, el subyacente es una unidad de MMBTU. La Figura A1 muestra un árbol binomial común para los posibles valores de un activo subyacente.

**Figura A1:** Árbol Binomial de Decisiones



Fuente: Adaptada de: (Amram & Kulatilaka, 1999) pag. 113.

Cuando la probabilidad neutral al riesgo es incluida en el modelo binomial, el rendimiento esperado del activo subyacente es la tasa libre de riesgo,  $r$ , pero su volatilidad, es la misma que la observada en la realidad. Compuesto continuamente el rendimiento esperado para cada periodo es:

$$\mathbf{E-1} \quad e^r = \frac{pAu + (1-p)Ad}{A}$$

De esta ecuación se desprende que la probabilidad esta dada por:

$$\mathbf{E-2} \quad p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

De igual manera al poner en una ecuación la varianza de los rendimientos del modelo binomial que observa una distribución normal dada por:

$$\mathbf{E-3} \quad \sigma^2 = p u^2 + (1-p) d^2 - 2 p u d$$

De esta ecuación se desprende que los estados "up" & "down" son:

$$u = e^{\omega}; d = e^{-\omega}$$

Para encontrar el punto A en un modelo binomial dado que en el periodo 2 el punto A puede tomar los valores  $A_u$  y  $A_d$  se utiliza la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E-4} \quad A = \frac{p A_u + (1-p) A_d}{e^{r\Delta t}}$$

**LOS SISTEMAS DE COSTOS EN LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS MANUFACTURERAS UBICADAS EN EL DISTRITO FEDERAL.** Blanca Tapía Sánchez, Departamento de Finanzas, Campus Ciudad de México, ITESM.

La dinámica de globalización de los negocios y los retos que actualmente enfrentan estos en el ámbito competitivo, han generado durante los últimos años una tendencia marcada hacia el análisis de los factores clave para que la estrategia de una empresa tenga éxito, sin embargo, pareciera ser que esto es privativo de las grandes corporaciones quienes, aunque sacudidas, en su mayoría han sobrevivido a los embates de la globalización. La presente propuesta pretende ser una colaboración en el análisis de uno de los factores clave de competencia para los negocios: “los costos” pero enfocados al sector de la pequeña y mediana empresa por considerarlo de suma importancia siendo estas proveedoras de empleo en las economías de todos los países de Latinoamérica a pesar de los múltiples programas que generan los diferentes gobiernos para apoyarlas, se han visto afectadas por el proceso de globalización y apertura de fronteras. Por lo anterior, es imperante detectar áreas de oportunidad para apoyar el sano desarrollo de las PYMES en el cual los Sistemas de Costos juegan un papel importante.

**Área: Ciencias Exactas y Naturales**  
**Coordinador de área: Mtro. Ricardo Ojeda De la Cruz**

**Ciencias exactas: Matemáticas y ecuaciones en derivadas parciales**  
**Coordinador de mesa: Mtro. Alberto Villarreal**



# LA SOLUCION DE ECUACIONES DIFERENCIALES USANDO METODOS ESPECTRALES

J. Rafael Pacheco<sup>1</sup>, Arturo Pacheco-Vega<sup>2</sup>, J. Asunción Zárate García<sup>3</sup>

En este trabajo se aplican algunos métodos basados en el análisis espectral que se han desarrollado recientemente para el estudio de problemas complejos en varias ramas de la ciencia. Dentro de la sub-clase de métodos espectrales se muestran los siguientes esquemas: Galerkin, Tau, y Colocación con funciones de expansión dadas por los polinomios de Chebyshev y Legendre. Se ejemplifica la aplicación de cada uno de ellos resolviendo dos problemas que han sido atacados con otros métodos cuya comparación muestra la eficiencia y exactitud del método espectral.

Palabras clave: Métodos espectrales, ecuaciones diferenciales.

## 1. Introducción

Los métodos espectrales involucran la búsqueda de la solución a una ecuación diferencial en términos de una serie de funciones ortogonales suaves conocidas. Estos métodos han surgido recientemente como una alternativa viable a los métodos de diferencias finitas y elementos finitos para resolver numéricamente problemas de valor inicial y de frontera que surgen del análisis de fenómenos físicos. La función de aproximación resultante contiene coeficientes ajustables que se determina de forma tan exacta como sea posible de acuerdo a algún criterio adecuado. Dicho criterio en general, es tomado a partir del método de residuos pesados [1]. En contraste con los métodos de diferencias finitas y elementos finitos cuyas funciones de aproximación son de carácter local, los métodos espectrales son globales y pueden representar derivadas por medio de las derivadas de las funciones de expansión (llamadas también funciones base). La ventaja principal de los métodos espectrales es su alto orden de convergencia. Existen también algunas desventajas, tales como su restricción a geometrías sencillas. El punto clave del reciente avance y aplicación de dichos métodos, fué el desarrollo de métodos de transformación para la implementación eficiente de las ecuaciones espectrales [2].

El objetivo de este artículo es presentar la aplicación y versatilidad de los métodos espectrales. Por ésta razón, el presente trabajo se enfoca a la ilustración de dos problemas que muestran la superioridad del método. Para alcanzar dicho objetivo se comparan los resultados del presente método contra soluciones a problemas que han sido obtenidas por métodos diferentes que se encuentran reportados en la literatura especializada así como con soluciones analíticas en aquellos problemas que se han podido obtener.

## 2. Metodos espectrales

En esta sección se proporciona una descripción general sobre la construcción de los tres tipos fundamentales de métodos espectrales (Galerkin, Tau y Colocación). Las justificaciones matemáticas de los métodos espectrales pueden ser estudiadas en diversas referencias [3,4].

Los problemas que se tratan mediante métodos espectrales son problemas que involucran tanto valor inicial como de frontera de la forma

$$\begin{aligned} \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} &= L(x,t)u(x,t) + f(x,t), & x \in D & \quad t \geq 0 \\ B(x)u(x,t) &= 0, & x \in \partial D & \quad t \geq 0 \\ u(x,0) &= g(x), & x \in D & \end{aligned} \tag{1}$$

---

<sup>1</sup>Dr. J. Rafael Pacheco. Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica, ITESM Monterrey. E-mail:rpacheco@itesm.mx

<sup>2</sup>Dr. Arturo Pacheco-Vega. Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Notre Dame. E-mail:apacheco@nd.edu

<sup>3</sup>Dr. J. Asunción Zárate. Profesor del Centro de Energía Solar, ITESM Monterrey. E-mail:azarate@campus.mty.itesm.mx

donde  $D$  es el dominio espacial con frontera en  $\partial D$ ,  $L(x, t)$  es un operador diferencial lineal (espacial) y  $B(x)$  es un operador de frontera lineal (independiente del tiempo). Las Ecs. (1) se presentan para una sola variable dependiente  $u$ , una coordenada espacial  $x$  y condiciones de frontera homogéneas. La generalización a sistemas de ecuaciones en dimensiones espaciales mayores y condiciones de frontera no homogéneas es directa.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la formulación de un método espectral involucra dos pasos esenciales: (1) la elección del espacio de aproximación  $B_N$  y (2) la elección del operador de proyección  $P_N$ . A partir de esto, se deduce que el análisis matemático de los métodos también involucra dos pasos clave: (1) el análisis de que tan exactamente se pueden aproximar la solución a través de las funciones de aproximación, y (2) el estudio de la estabilidad del operador diferencial. Finalmente, hay cuestiones prácticas importantes sobre como discretizar el tiempo y como implementar los métodos espectrales en forma eficiente que se expondrán en los ejemplos seleccionados.

En general, los métodos espectrales se basan en la aproximación de una función continua  $\phi(x)$  en  $[a, b]$  mediante la expansión de una serie finita  $\phi_N(x)$  sobre una base ortogonal  $B_k(x)$ , esto es

$$\phi_N(x) = \sum_{k=0}^N \hat{\phi}_k B_k(x), \quad (2)$$

donde  $\hat{\phi}_k$  se denomina el espectro de  $\phi_N(x)$ .

Cuando la función de aproximación se sustituye en la ecuación diferencial, se genera un residuo  $R(x)$  debido a que la función finita de aproximación no satisface la ecuación original. El objetivo del método espectral es la minimización del residuo con respecto a una función de peso (o prueba), donde la forma en que se minimiza dicho residuo es determinado por el método empleado.

Los diferentes esquemas serán vistos en más detalle en las siguientes secciones.

**El método de Galerkin:** La aproximación de Galerkin para las Ecs. (1) se construye de la siguiente manera. Se busca una aproximación  $u_N$  a la función  $u(x, t)$  en forma de una serie finita

$$u_N(x, t) = \sum_{k=0}^N a_k(t) \phi_k(x), \quad (3)$$

donde el conjunto de funciones  $\phi_k$  independientes del tiempo, son linealmente independientes. Así, la función de aproximación  $u_N(x, t)$  necesariamente satisface todas las condiciones de frontera. Si se sustituye la Ec. (3) en las Ecs. (1), se observa que las Ecs. (1) no se satisfacen totalmente; existe un término residual dado por

$$R(x, t) = \frac{\partial u_N(x, t)}{\partial t} - L(x, t)u_N(x, t) - f_N(x, t) \quad (4)$$

para  $k = 0, 1, \dots, N$ .

El residuo debe ser minimizado a fin de satisfacer la ecuación diferencial. Esto se logra mediante la propiedad de ortogonalidad de las funciones de prueba  $\Psi_k$  y de las funciones de expansión  $\phi_k$ .

Los coeficientes  $a_k(t)$ , que son las cantidades desconocidas, son determinados por las ecuaciones de Galerkin

$$\frac{d}{dt} (u_N, \phi_k) = (Lu_N, \phi_k) + (f_N, \phi_k) \quad (5)$$

para  $k = 0, 1, \dots, N$ , o con la forma equivalente

$$\sum_{j=0}^N (\phi_j, \phi_k) \frac{da_j}{dt} = \sum_{j=0}^N a_j (L\phi_j, \phi_k) + (f_N, \phi_k). \quad (6)$$

Estas ecuaciones implícitas para  $a_k(t)$  pueden escribirse en forma explícita mediante el operador proyección  $P_N$ , que se define como:

$$P_N u(x) = \sum_{j=0}^N \sum_{k=0}^N p_{j,k}(u, \phi_j) \phi_k(x) \quad (7)$$

donde  $p_{jk}$  son los elementos de la inversa de la matriz  $(N+1) \times (N+1)$  cuyos valores de entrada son  $(\phi_j, \phi_k)$  [4].

El operador de proyección dado por la Ec. (7) es específico de la aproximación de Galerkin. Dicho operador cambiará si se emplea el método de Tau o Colocación. Sin embargo la forma de la expresión dada por la Ec.(7) será similar.

Es importante hacer notar que las funciones de muestra en el método de Galerkin deben satisfacer las condiciones de frontera de forma individual. En el caso de condiciones de frontera periódicas, los polinomios trigonométricos satisfacen de forma automática esta condición. Sin embargo, cuando las funciones base son los polinomios de Legendre o Chebyshev, debe emplearse una combinación lineal de ellas, de tal forma que se genere un nuevo conjunto de funciones base que cumplan las condiciones de frontera [3].

**El método de Tau:** El método Tau, desarrollado por Lanczos en 1938 [5,6], es empleado fundamentalmente para resolver problemas no periódicos. En éste método, las funciones de expansión  $\{\phi_k\}$  para  $k = 0, 1, \dots, N$  son ortonormales. La solución aproximada  $u_N(x, t)$  se expande mediante funciones base como

$$u_N(x, t) = \sum_{k=0}^{N+s} a_k(t)\phi(x), \quad (8)$$

donde  $s$  es el número de restricciones de frontera independientes  $B(x)u_N(x, t) = 0$  que deben ser aplicadas. La diferencia fundamental entre la Ec. (8) para la aproximación Tau y la Ec. (3) para la aproximación de Galerkin, es que la aproximación Tau no requiere que las funciones de expansión  $\phi_k$  de la Ec. (8) satisfagan de forma individual las condiciones de frontera dadas por la Ec. (1). Las  $s$  restricciones de frontera

$$\sum_{k=0}^{N+s} a_k(t)B\phi_k(x) = 0 \quad (9)$$

son impuestas como parte de las condiciones que determinan a los coeficientes de expansión  $a_k$  de una función en las fronteras. El operador de proyección  $P_N$  para éste método se define como

$$P_N \left( \sum_{k=0}^N A_k \phi_k \right) = \sum_{k=0}^N A_k \phi_k + \sum_{j=0}^s b_j \phi_{N+j} \quad (10)$$

donde los coeficientes  $b_j, j = 1, 2, \dots, s$  se seleccionan de tal forma que las condiciones de frontera sean satisfechas; esto es,  $B P_N u = 0 \quad \forall u \in H$ , donde  $H$  es el espacio de Hilbert.

Así, la aproximación Tau para las Ecs. (1) está dada por la Ec. (8), con las  $s$  expresiones dadas por la Ec. (10) y las  $N+1$  ecuaciones

$$\frac{da_k}{dt} = (Lu_N, \phi_k) + (f_N, \phi_k), \quad k = 0, 1, \dots, N. \quad (11)$$

Una formulación equivalente del método Tau se puede expresar de la siguiente forma: las ecuaciones para los coeficientes de expansión  $a_k$  de la solución exacta  $u(x, t)$  en término de la base ortonormal completa  $\phi_k$  son:

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} a_k(t)\phi(x) \quad (12)$$

$$\frac{da_k}{dt} = (Lu_N, \phi_k) + (f_N, \phi_k), \quad k = 0, 1, \dots, N.$$

De hecho, las ecuaciones de aproximación Tau para los  $(N+1)+s$  coeficientes de expansión de  $u_N$  en la Ec. (8) se obtienen de las primeras  $N+1$  expresiones dadas por la Ec. (12) reemplazando  $u(x, t)$  por  $u_N(x, t)$ , y de las  $s$  condiciones de frontera dadas por la Ec. (9).

**El Método de Colocación:** El operador de proyección  $P_N$  para la aproximación por Colocación a veces llamado método de los puntos seleccionados [5] o aproximación pseudo-espectral [7], se define de la

siguiente manera:

$$P_N u(x, t) = \sum_{k=0}^N a_k(t) \phi_k(x), \quad (13)$$

donde los coeficientes de expansión  $a_k(t)$  se obtienen de la solución de las ecuaciones

$$\sum_{k=0}^N a_k(t) \phi_k(x_j) = u(x_j), \quad j = 0, 1, \dots, N. \quad (14)$$

En la Ec. (14), el conjunto  $x_j$ ,  $k = 0, 1, \dots, N$  contiene los  $N + 1$  puntos interiores al dominio  $D$  llamados puntos de colocación. Estos puntos se seleccionan a partir de raíces de las funciones de aproximación  $\phi_k(x)$ . Las funciones de expansión  $\phi_k(x)$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, N$  son un conjunto ortogonal de funciones base cuya restricción es que  $|\phi_k(x_j)| \neq 0$  para que el operador dado por la Ec. (13) pueda construirse.

Entonces, para definir un método de Colocación, se deben proporcionar los diferentes puntos  $x_j$  en el dominio  $D$  y en las fronteras  $\partial D$  donde se busca la solución espectral. Las condiciones de frontera se imponen en cierto número de estos puntos localizados en  $\partial D$ . Los puntos de colocación restantes son usados para satisfacer la ecuación diferencial.

En el caso del método de Colocación, las funciones de prueba  $\Psi_k(x)$ , son funciones delta de dirac definidas en los puntos de colocación como

$$\Psi_k(x_j) = \delta_{k,j} = \delta(x_k - x_j) \quad (15)$$

donde  $\delta_{j,k} = 1$  si  $j = k$ , o  $\delta_{j,k} = 0$  si  $j \neq k$ . El método de Colocación se obtiene por medio de la condición de que la ecuación diferencial sea satisfecha en el conjunto de puntos  $\{x_j\}$ , (algunos de ellos en el interior del dominio  $D$  y posiblemente otros sobre las fronteras) y que las condiciones de frontera (o posiblemente algunas de ellas) sean satisfechas en los nodos restantes. Por lo tanto, la aproximación por colocación se caracteriza por la condición

$$P_N u(x_j) = u(x_j), \quad j = 0, 1, \dots, N. \quad (16)$$

La condición dada por la Ec. (16) es equivalente a forzar el residuo  $R(x, t) = 0$ , o  $(\Psi_k(x), R(x, t)) = 0$  en los puntos de colocación  $x_j$ ,  $j = 0, 1, \dots, N$ .

Debe hacerse notar que los resultados de la aproximación por colocación dependen tanto de los puntos  $x_j$  como de las funciones base  $\phi_k(x)$  para  $k = 0, 1, \dots, N$ . En las siguientes secciones se muestra la implementación de los diferentes métodos.

#### 4. Solución de la Ecuación de Onda via Chebyshev-Tau y Chebyshev-Galerkin

El problema que se estudia es la ecuación de onda  $u_t = u_x$  en  $[-1, 1]$  con condiciones de entrada  $u(-1, t) = g(t)$  y la condición inicial  $u(x, 0) = 0$ . Para la solución numérica  $g(t) = -\sin(5\pi t)$ . La solución exacta está dada por  $u(x, t) = g(t - x - 1)$ ,  $x \geq t - 1$ ,  $u(x, t) = 0$ ,  $x > t - 1$ .

El sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias resultante de la expansión en funciones de Chebyshev es integrado en tiempo usando el método de Euler modificado y la aproximaciones de Chebyshev-Galerkin y de Chebyshev-Tau para resolver el sistema de ecuaciones diferenciales.

La discretización del problema se hace mediante polinomios ortogonales de Chebyshev, cuyas propiedades pueden ser encontradas en [8]. En este contexto, se explicará brevemente el método de solución. El sistema de  $N + 1$  ecuaciones es expresado mediante

$$u_t^N + u_x^N = R(x, t), \quad (17)$$

donde  $R(x, t)$  es el residuo resultante de la aproximación de la función. Dicho residuo puede ser escrito en términos de los polinomios de Chebyshev como

$$R(x, t) = \sum_{k=0}^N A_k(t) T_k(x), \quad (18)$$

donde  $A_k$  son coeficientes y  $T_k$  son los polinomios. La derivada espacial es representada en términos de la derivada de los polinomios de Chebyshev, pero por conveniencia dicha derivada se expresa en términos de los propios polinomios y no de su derivada, por ello los coeficientes cambian de la siguiente forma:

$$\frac{\partial u^N(x, t)}{\partial x} = \sum_{k=0}^N a_k(t) T_k'(x) = \sum_{k=0}^N b_k(t) T_k(x), \quad (19)$$

donde la relación de transformación para la primera derivada entre estos coeficientes está dada por las siguientes expresiones

$$\begin{aligned} b_N &= 0 \\ b_{N-1} &= 2Na_N \\ c_k b_k &= b_k + 2(k+1)a_{k+1} \end{aligned} \quad (20)$$

donde

$$\begin{aligned} c_0 &= 2 \\ c_k &= 1, \quad k = 1, 2, \dots, N. \end{aligned} \quad (21)$$

El sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias por resolver es

$$\sum_{k=0}^N a_k'(t) T_k(x) = - \sum_{k=0}^N b_k(t) T_k(x) + R(x, t), \quad (22)$$

donde el lado izquierdo de la ecuación se aproxima por diferencias finitas. La Ec. (22) puede ser simplificada puesto que los polinomios forman un factor común en ambos lados de la ecuación, por lo tanto la ecuación resultante puede expresarse en términos de los coeficientes como

$$\hat{a}^{j+1} = \hat{M} \hat{a}^j + \Delta t \hat{A}^j \quad (23)$$

donde la matriz  $\hat{M}$  se define como

$$\hat{M} = \hat{I} - \Delta t \hat{B} + \frac{1}{2} \Delta t^2 \hat{B}^2. \quad (24)$$

Aquí,  $\hat{B}$  es la matriz de transformación entre los coeficientes  $\hat{b}$  y los coeficientes  $\hat{a}$ , y  $\hat{A}$  es el vector de coeficientes que representa al residuo dado por la Ec. (18). La Ec. (23) es la expresión necesaria para describir los métodos Tau y Galerkin. En el método de Tau, se requiere que  $\hat{A} = 0$  (se impone la ortogonalidad del residuo con referencia a las funciones base para ser minimizado) y se reemplaza la última fila del sistema de ecuaciones previas para satisfacer la condición de frontera. Una vez calculados los coeficientes  $\hat{a}^{j+1}$  la obtención de  $u(x, t)$  es inmediata, basta multiplicar los coeficientes  $\hat{a}$  por la matriz de polinomios de Chebyshev.

La Tabla 1 muestra el error en la solución de la ecuación de onda obtenida con el método espectral de Chebyshev-Tau para un tiempo  $t = 4$  con  $N = 20$ ,  $N = 40$  y  $N = 60$ . El incremento de tiempo empleado fue  $\Delta t = 1 \times 10^{-3}$ . Al comparar los valores de la Tabla 1, se puede observar que el máximo error generado en la solución numérica decrece en un 98.6% al aumentar la resolución de  $N = 20$  a  $N = 40$  y se mantiene constante al seguir incrementando el número de polinomios empleado. Es importante notar que al aumentar la resolución deberá seleccionarse un  $\Delta t$  más pequeño para que el espectro de eigenvalores del sistema caiga dentro de la región de estabilidad del esquema de integración modificado de Euler, de tal suerte que el sistema acoplado converja a la solución real.

Para aplicar el método de Galerkin se requiere definir una función de la forma

$$u(x, t) = v(x, t) + w(x, t) \quad (25)$$

donde

$$w(x, t) = \frac{1-x}{2} g(t). \quad (26)$$

$N$	20	40	60
Error	$2.425 \times 10^{-02}$	$3.224 \times 10^{-04}$	$3.23 \times 10^{-04}$

Tabla 1. Máximo error en la solución de la ecuación de onda en un periodo completo ( $t = 4$ ) empleando la norma  $\|\cdot\|_\infty$  por el método de Chebyshev-Tau.

Después de sustituir las Ecs. (25) y (26) en la ecuación gobernante, se tiene

$$\begin{aligned}
u_t + u_x &= (v_t + w_t) + (v_x + w_x) = 0 \\
v_t + v_x &= -(w_t + w_x) \\
v(-1, t) &= 0, & v(x, 0) &= 0 \\
w(-1, t) &= -\sin(5\pi t), & w(x, 0) &= 0
\end{aligned} \tag{27}$$

y el problema a resolver es

$$v_t + v_x - \frac{1}{2}g'(t)T_1(x) + \frac{g(t) + g'(t)}{2}T_0(x) = 0 \tag{28}$$

con condiciones homogéneas  $v(-1, t) = 0$ ,  $v(x, 0) = 0$  ya que  $T_0 = 1$  y  $T_1 = x$ .

El método de Galerkin requiere que se establezca un nuevo conjunto de funciones base  $\Phi(x)$  para cumplir con las condiciones de frontera. Estas funciones base están expresadas de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
\Phi_1(x) &= T_0(x) + T_1(x) \\
\Phi_{2k}(x) &= T_{2k}(x) + T_1(x) \quad k \geq 1 \\
\Phi_{2k+1}(x) &= T_{2k+1}(x) + T_1(x) \quad k \geq 1,
\end{aligned} \tag{29}$$

donde el residuo  $R(x, t)$  está dado ahora por

$$R(x, t) = v_t + v_x - \frac{1}{2}g'(t)T_1(x) + \frac{g(t) + g'(t)}{2}T_0(x). \tag{30}$$

Resulta claro que la expresión

$$\frac{\hat{a}^{j+1} - \hat{a}^j}{\Delta t} + \hat{B}\hat{a}^j + \hat{C}^j = \hat{A}^j \tag{31}$$

es equivalente a la Ec. (30) siempre que

$$\hat{a}^j = \begin{pmatrix} \hat{a}_0 \\ \hat{a}_1 \\ \dots \\ \hat{a}_N \end{pmatrix}^j, \quad \hat{A}^j = \begin{pmatrix} \hat{A}_0 \\ \hat{A}_1 \\ \dots \\ \hat{A}_N \end{pmatrix}^j \tag{32}$$

y

$$\hat{C} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2}(g(t) + g'(t)) \\ -\frac{1}{2}g'(t) \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}. \tag{33}$$

Los coeficientes de expansión en el nivel de tiempo  $j + 1$  pueden expresarse en forma explícita modificando la Ec. (30) de manera que la ecuación resultante toma la forma

$$\hat{a}^{j+1} = \hat{a}^j - \Delta\hat{B}\hat{a}^j - \Delta\hat{C} - \Delta t\hat{A}. \tag{34}$$

Puesto que el residuo es ortogonal a las funciones base  $\Phi$ , se obtienen  $N$  ecuaciones que pueden escribirse en forma matricial como

$$\hat{H}\hat{a}^{j+1} = \hat{H}(\hat{I} - \Delta t\hat{B})\hat{a}^j - \hat{H}\Delta t\hat{C} = \hat{d}^j \tag{35}$$

$N$	20	40	60
Error	$3.328 \times 10^{-02}$	$7.427 \times 10^{-04}$	$7.427 \times 10^{-04}$

Tabla 2. Máximo error en la soluci3n de la ecuaci3n de onda en un periodo completo ( $t = 4$ ) empleando la norma  $\|\cdot\|_\infty$  por el m3todo de Chebyshev-Galerkin.

ya que  $\hat{H}\hat{A} = 0$ . La condici3n adicional necesaria para obtener los coeficientes  $\hat{a}^j$  está dada por la condici3n de frontera homog3nea. Por lo tanto, la expresi3n final es

$$\hat{a}^{j+1} = \tilde{H}^{-1}\tilde{d}^j \quad (36)$$

donde  $\tilde{H}$  y  $\tilde{d}$  han sido modificadas de acuerdo con

$$\tilde{H} = \begin{pmatrix} \hat{H} & & \\ -1 & \dots & -1 \end{pmatrix}, \quad \hat{d} = \begin{pmatrix} \hat{d} \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (37)$$

Una vez calculados los coeficientes  $\hat{a}^{j+1}$ , la obtenci3n de la funci3n  $u(x, t)$  es directa, simplemente se multiplican estos coeficientes por la matriz de polinomios de Chebyshev.

Los resultados obtenidos por este m3todo se muestran en la Tabla 2. Aquí puede notarse que, como en el caso anterior, los resultados númericos tienden hacia la soluci3n analítica al incrementar  $N$ . El error de la soluci3n num3rica por esta vía es mayor al obtenido por el m3todo de Chebyshev-Tau. Sin embargo, la exactitud del esquema Chebyshev-Galerkin sigue siendo muy buena.

## 5. Soluci3n de la Ecuaci3n Bi-dimensional de Poisson

En esta secci3n se estudia la aplicaci3n del m3todo de Chebyshev-Colocaci3n a la ecuaci3n bi-dimensional de Poisson

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = f(x, y), \quad (38)$$

donde  $f(x, y) = 2\pi^2 \cos(\pi x) \cos(\pi y)$ , en el dominio  $x \in [-1, 1]$ ,  $y \in [-1, 1]$ , con condiciones de frontera no homog3neas dadas por  $\psi(x, -1) = \cos(-\pi x)$ ,  $\psi(x, 1) = \cos(\pi x)$ ,  $\psi(-1, y) = \cos(-\pi y)$ ,  $\psi(1, y) = \cos(\pi y)$ .

La aproximaci3n espectral a la funci3n  $\psi(x, y)$  está dada por

$$\psi_N(x, y) = \sum_{k=0}^N \sum_{l=0}^N \hat{\psi}_{kl} T_k(x) T_l(y), \quad (39)$$

donde  $\hat{\psi}_{kl}$  son los coeficientes de expansi3n y  $T_k(x)T_l(y)$  es el producto tensorial de los polinomios de Chebyshev en cada una de las direcciones espaciales. El procedimiento para determinar los operadores discretos de diferenciaci3n se explicara más adelante. Por simplicidad, usamos la variable  $x$  puesto que el procedimiento para obtener las expresiones de las derivadas de la funci3n por el m3todo de Colocaci3n es id3ntico para  $y$ . Los polinomios de Chebyshev se definen como

$$T_k(x) = \cos(k \cos^{-1} x) \quad (40)$$

con puntos de colocaci3n dados por  $x_j = \cos(\pi j/N)$ ,  $j = 0, 1, 2, \dots, N$ , [3]. El sistema de ecuaciones que resulta de la expansi3n en polinomios de Chebyshev en los puntos de colocaci3n es

$$\psi_j = \psi_N(x_j) = \sum_{k=0}^N \hat{\psi}_k \cos \frac{k\pi j}{N}. \quad (41)$$

A fin de evaluar el conjunto de coeficientes de expansi3n  $\hat{\psi}_k$ , se tiene la correspondiente transformaci3n inversa

$$\hat{\psi}_k = \frac{2}{N c_k} \sum_{j=0}^N \frac{\psi_j}{c_j} \cos \frac{k\pi j}{N}, \quad (42)$$

donde

$$c_j = \begin{cases} 2 & j = 0 \text{ or } N \\ 1 & 0 < j < N. \end{cases} \quad (43)$$

Las Ecs. (41) y (42) definen la interpolación polinomial espectral de la expansión unidimensional de la solución, que es exacta por definición en los puntos de colocación.

Resulta obvio que la derivada  $\psi'_N(x)$  está dada en los puntos de colocación  $x_j$  por la expresión

$$\frac{d\psi_N}{dx}(x_j) = \sum_{k=0}^N \hat{\psi}_k T'_k(x_j). \quad (44)$$

En notación matricial, la Ec. (44) puede ser re-escrita como

$$\psi' = D_N \hat{\psi}, \quad (D_N)_{jk} = T'_k(x_j), \quad (45)$$

donde  $\psi'$  es un vector cuyos  $(N + 1)$  elementos son los valores de las derivadas en los  $(N + 1)$  puntos de colocación.

La forma analítica de los operadores de diferenciación de primer y segundo orden, han sido determinadas de forma explícita por varios investigadores [3,9]. Como ejemplo, se muestra la expresión para  $\psi_N(x)$  ya que la extensión a otras variables es inmediata. Si  $\psi(x)$  está representada por

$$\psi_N(x) = \sum_{k=0}^N \hat{\psi}_k T_k(x), \quad (46)$$

entonces la primera y segunda derivadas están dadas por

$$\left. \frac{d\psi}{dx} \right|_j = \sum_{k=0}^N A_{jk} \psi_k, \quad (47)$$

$$\left. \frac{d^2\psi}{dx^2} \right|_j = \sum_{k=0}^N E_{jk} \psi_k, \quad (48)$$

$j = 0, \dots, N$ , donde  $A_{jk}$  y  $E_{jk}$  son elementos de las matrices de diferenciación de primer y segundo orden respectivamente [10]. Los elementos de los operadores de diferenciación están dados por

$$\begin{aligned} A_{jk} &= \frac{c_j (-1)^{j+k}}{c_k x_j - x_k} & j \neq k \\ A_{jj} &= -\frac{x_j}{2(1-x_j^2)} \\ A_{00} &= \frac{2N^2 + 1}{6} = -A_{NN} \end{aligned}$$

con  $c_0 = c_N = 2$ , y  $c_j = 1$ ,  $1 \leq j \leq N - 1$ , y

$$E_{jk} = A_{jm} A_{mk} \quad (49)$$

Si se define ahora el operador espectral como  $L_N$  tal que  $\psi'(x, y) = L_N \psi(x, y)$ , entonces la Ec. (38) puede re-escribirse como:

$$L_N \psi = f(x, y). \quad (50)$$

La Ec. (38) puede ser puesta en forma vectorial como:

$$D_{xx} \psi + \psi D_{yy}^T = f(x, y) \quad (51)$$

donde el segundo término en la ecuación anterior contiene a la matriz transpuesta de la derivada en la dirección  $y$ . El esquema para resolver el sistema algebraico de ecuaciones, emplea la técnica iterativa de Richardson [3].



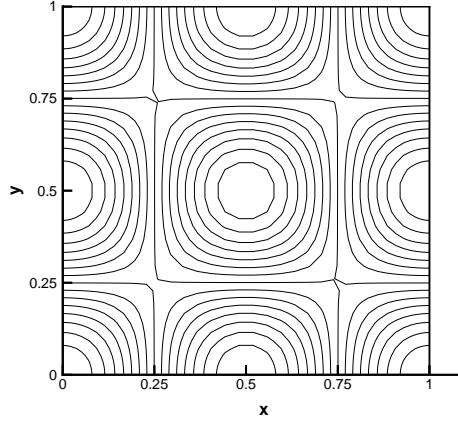


Figura 1. Curvas de nivel de la variable  $\psi(x, y)$  usando el método de Colocación.

Con la finalidad de probar el procedimiento iterativo de Richardson con preconditionamiento, se usa la ecuación de Laplace como problema de prueba. En este caso,  $f(x, y) = 0$  en la Ec. (38), con al menos una condición de frontera no homogénea a fin de evitar la solución trivial. Así, la ecuación de Laplace se escribe como

$$\psi_{xx} + \psi_{yy} = 0 \quad -1 \leq x, y \leq 1 \quad (52)$$

con condiciones de frontera

$$\begin{aligned} \psi(-1, y) &= 0 \\ \psi(x, 1) &= 0 \\ \psi(1, y) &= 0 \\ \psi(x, -1) &= \cos\left(\frac{\pi x}{2}\right) \end{aligned} \quad (53)$$

La solución analítica a la Ecs. (52) y (53) está dada por:

$$\psi(x, y) = \frac{\sinh\left(\frac{(1-y)\pi}{2}\right) \cos\left(\frac{\pi x}{2}\right)}{\sinh(\pi)} \quad (54)$$

El problema anterior, es un problema bondadoso ya que no existen discontinuidades ni gradientes agudos. La Ec.(52) es resuelta empleando el método descrito anteriormente. Para el esquema iterativo se usaron un parámetro de relajación  $\tau = 0.1$ , 33 puntos de colocación y una tolerancia de  $1 \times 10^{-4}$ . La diferencia máxima entre la solución numérica y la analítica (la norma infinita) es  $9 \times 10^{-5}$ . De aquí se infiere que el método numérico es capaz de obtener una solución muy precisa para este problema.

La ecuación de Poisson dada por la Ec. (38) con las condiciones de frontera expresadas ha sido resuelta empleando el procedimiento descrito con anterioridad. El número de términos de los polinomios de Chebyshev empleados fueron 33, con el mismo número de puntos de colocación. El criterio de convergencia se definió como la diferencia entre los valores del paso  $j$  menos los valores obtenidos en el paso  $j - 1$ . La tolerancia establecida para alcanzar la convergencia se fijó en de  $1 \times 10^{-4}$ ; el número de iteraciones necesarias fue de 148. Los resultados numéricos son mostrados en las Figs. 1 y 2. La Fig. 1 ilustra las curvas de nivel de la función que satisface la Ec. (38). Por otra parte, la Fig. 2 muestra la historia de la convergencia para este problema. Puede apreciarse el rápido decaimiento del error gracias al preconditionamiento empleado y el uso del método espectral.

## 7. Conclusiones

En este trabajo se ha investigado la simulación numérica de una variedad de ecuaciones diferenciales de diversa índole mediante técnicas espectrales.

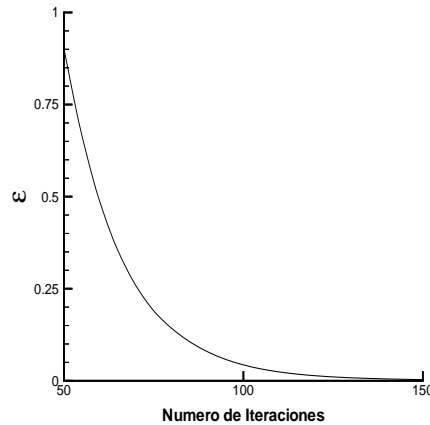


Figura 2. Evolución del máximo error en la solución de la ecuación de Poisson empleando la norma  $\| \cdot \|_{\infty}$  para el método de Chebyshev-Colocación.

Los métodos de Galerkin y Tau se desarrollan en términos de los coeficientes de expansión, mientras que los métodos de Colocación se generan por medio de los valores de la función desconocida en el espacio físico.

La ecuación de onda es una ecuación diferencial típica, cuya forma permite obtener soluciones analíticas que sirven como referencia para probar las virtudes y debilidades de diferentes esquemas numéricos. El método espectral ha probado la gran ventaja de poseer una rapidez de convergencia mayor a la algebraica.

La implementación eficiente del esquema espectral ha sido demostrada para funciones de dos variables en ecuaciones diferenciales parciales elípticas. La selección del método de Richardson con un preconditionador para obtener una convergencia mas rápida ha sido apropiada en problemas de este tipo.

J.R.P.V. agradece al profesor Miguel Angel Arredondo Morales de la Universidad Iberoamericana, León, por las facilidades de computación otorgadas para realizar este trabajo.

## 8. Referencias

- [1] Fynalyson, B.A., and Scriven, L.E., The Method of Weighted Residuals-a Review, *Appl. Mech.*, **19**, pp. 735–748, (1966).
- [2] Orszag, S.A., Transform Methods for Calculation of Vector Coupled Sums: Application to the Spectral Form of the Vorticity Equation. *J. Atmosph. Sci.*, **28**, 1074, (1970).
- [3] Canuto, C., Hussaini, M.Y., Quarteroni, A. and Zang, T.A., *Spectral Methods in Fluid Dynamics*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany, (1988).
- [4] Gottlieb, D., and Orszag, S.A., *Numerical Analysis of Spectral Methods: Theory and Applications*, Soc. Indus. and Appl. Math., Philadelphia, PA., (1977).
- [5] Lanczos, C., Trigonometric Interpolation of Empirical and Analytical Functions, *J. of Math. Phys.* **17**, pp. 123–199, (1938).
- [6] Lanczos, C., *Applied Analysis*. Prentice-Hall, (1956).
- [7] Orszag, S.A., Acurate Solution of the Orr-Sommerfeld Stability Equation, *J. Fluid Mech.*, **50**, 689–703, (1971).
- [8] Fox, L. and Parker, I.B., *Chebyshev Polynomials in Numerical Analysis*, Cambridge University Press, London, England, (1968).
- [9] Solomonoff and Turkel, *Global Collocation Methods for Approximation and the Solution of Partial Differential Equations*, ICASE Rep. No. 86–60, NASA Langley Research Center, South Hampton, VA., (1986).

## On the Cauchy Problem for Higher Order Parabolic Equations

We consider the Cauchy problem for higher order linear parabolic equations in a layer. We establish new a priori estimates for the solution to this problem in general anisotropic Hölder norms, under the assumption that the coefficients and the independent term satisfy the general anisotropic Hölder condition of exponent  $\alpha(l)$  with respect to the space variables only. In this connection, however, we also obtain an estimate for the modulus of continuity with respect to the time of the higher derivatives with respect to  $x$  of the corresponding solutions. On the basis of our new a priori estimates for the solution to the Cauchy problem for higher order linear parabolic equations, we establish the corresponding solvability theorem for this problem in general Hölder anisotropic spaces. We obtain the solvability of the Cauchy problem for higher order nonlinear parabolic equations with the aid of the results of the corresponding linear theory.

Key words: estimates, solvability, equations, parabolicity, solution, problem.

### 1. Introduction

In the present work we consider the higher order linear parabolic equation

$$Lu \equiv u_t - \sum_{|k| \leq 2m} a_k(t, x) D_x^k u = f(t, x), \quad (1)$$

in the layer  $\Pi_T = [0, T] \times E_n$  with the initial condition

$$u|_{t=0} = \varphi(x) \quad (2)$$

Here  $x = (x_1, \dots, x_n)$  is a point of the  $n$ -dimensional Euclidean space  $E_n$ .

$t \in [0, T]$ ,  $k = (k_1, \dots, k_n)$ ,  $|k| = k_1 + \dots + k_n$ ,  $k_i \geq 0$ ,  $i = 1, \dots, n$ ,

$$u_t = \frac{\partial u}{\partial t}, \quad D_x^k u = \frac{\partial^{|k|} u}{\partial x_1^{k_1} \dots \partial x_n^{k_n}}.$$

We establish new a priori estimates for solutions  $u(t, x)$  to the problem (1), (2) in general anisotropic norms, under the assumption that the coefficients  $a_k(t, x)$  and the independent term  $f(t, x)$  are continuous functions in the layer  $\Pi_T = [0, T] \times E_n$  and they satisfy the general Hölder condition in  $\Pi_T = [0, T] \times E_n$  of exponent  $\alpha(l)$ ,  $l > 0$

with respect to the space variables  $x = (x_1, \dots, x_n)$  only (See theorem 1).

In this connection, however, we also obtain an estimate for the modulus of continuity with respect to the time  $t$  of the leading derivatives  $D_x^k u$ ,  $|k| = 2m$  (See theorems 2 and 3).

Note that in the works [1]-[12], the a priori estimates of this type have been obtained under the fulfillment of a (general) Hölder condition with respect to the totality of variables  $(t, x)$  on the coefficients and the independent term of equation (1).

On the basis of our new a priori estimates for the solutions to the problem (1), (2), we establish the corresponding solvability theorems for this problem in general Hölder anisotropic spaces ( See theorem 4 ).

We assume that the coefficients of Equation (1) satisfy the uniform parabolicity condition: for any non-zero vector  $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n) \in E_n$  and  $(t, x) \in \Pi_T$ ,

$$(-1)^{m+1} \sum_{|k|=2m} a_k(t, x) \xi^k > \lambda |\xi|^{2m}, \quad \lambda = \text{const.} > 0, \quad \xi^k = (\xi_1^{k_1}, \dots, \xi_n^{k_n}) \quad (3)$$

We apply our results in the linear theory to establish the local solvability with respect to the time  $t$ , in general Hölder anisotropic spaces, to the Cauchy problem for the nonlinear parabolic equation ( See theorem 5 ),

$$u_t = A(t, x, u, D_x u, \dots, D_x^{2m} u), \quad (4)$$

in  $\Pi_T$  with the initial condition (2), where  $D_x u = \left( \frac{\partial u}{\partial x_1}, \dots, \frac{\partial u}{\partial x_n} \right)$  and  $D_x^r u$  is the set of all derivatives  $D_x^k u$  of order  $r = |k|$ ,  $1 \leq r \leq 2m$ .

In the present work, the equation (4) is linearized directly. No conditions are imposed here on the nature of the growth of the nonlinearity of the function  $A(t, x, p^0, p^1, \dots, p^{2m})$ , ( See [9] ), where  $p^0$ -scalar,  $p^r = (\dots, p_k^r, \dots)$ , which is defined for  $(t, x) \in \Pi_T$  and any  $p^0, p^r, 1 \leq r \leq 2m$ .

The main assumption concerning to the function  $A(t, x, p^0, p^1, \dots, p^{2m})$  is the parabolicity condition: for any non zero vector  $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n) \in E_n$ ,  $(t, x) \in \Pi_T$  and  $p^0, p^1, \dots, p^{2m}$

$$(-1)^{m+1} \left\{ \sum_{|k|=2m} A_{p_k^{2m}}(t, x, p^0, p^1, \dots, p^{2m}) \right\} > 0 \quad (5)$$

$(\xi, \eta)$  – here and below denotes the usual scalar product in  $E_n$ . In almost all the work we suppose that in the equation (1), the function  $f = f_1 + f_2$ ; the functions  $a_k(t, x)$ ,  $|k| = 2m$  and  $f_1$  satisfy the general Hölder condition in  $\Pi_T$  of exponent  $\beta(l)$ ,  $l > 0$  with respect to the space variables  $x = (x_1, \dots, x_n)$  only and  $f_2$  satisfies the general Hölder condition in  $\Pi_T$  of exponent  $\alpha(l)$ ,  $l > 0$  with respect to the space variables  $x = (x_1, \dots, x_n)$  only.

All the coefficients and the independent terms of equation 1 are continuous in the layer  $\Pi_T$ . We require less smoothness conditions from the functions  $A(t, x, p^0, p^1, \dots, p^{2m})$  and  $\varphi(x)$  than in the works [ 6 ], [ 7 ] and [ 9 ] ( See theorem 5 ).

Some close results for second order parabolic equations have been established in [13], [14], [15], [16] and [17].

## 2. Basic Notations. Auxiliary Propositions

We shall say that the function  $u(t, x)$  defined in the layer  $\Pi_T$  satisfies the general Hölder condition of exponent  $\beta(\ell)$ ,  $\ell > 0$  in  $\Pi_T$  with respect to the space variables if there exists a constant  $C > 0$  such that

$$|u(t, x) - u(t, y)| \leq C|x - y|^{\beta(|x-y|)}, \quad (t, x), (t, y) \in \Pi_T.$$

The function  $\beta(\ell)$  is defined and continuous in  $0 < \ell < \infty$ . Moreover it has the following properties:

Ia.  $\beta(\ell) \rightarrow \sigma \in [0, 1[$  if  $\ell \rightarrow 0^+$  or  $\ell \rightarrow +\infty$ .

Ib.  $\beta'(\ell)\ell\ell_n\ell \rightarrow 0$  if  $\ell \rightarrow 0^+$  or  $\ell \rightarrow +\infty$ .

Ic. If  $\sigma = 0$  then  $\beta(\ell)\ell_n\ell \rightarrow -\infty$  for  $\ell \rightarrow 0^+$  and  $\alpha(\beta(\ell) + \beta'(\ell)\ell\ell_n\ell) > 0$

for  $\ell \in ]0, \ell_0[$ , where  $\ell_0$  is sufficiently small number (we suppose that the derivative  $\beta'(\ell)$  exists and it is a continuous function in  $R_0 = ]0, \ell_0[ \cup ]1/\ell_0, +\infty[$ ).

Note that the condition Ic introduces a new set of functions ( the functions  $u(t, x)$  that satisfy the general Hölder condition with respect to  $x$  only ). In this new set of functions we will obtain the corresponding existence and uniqueness theorems for the solutions to the problems ( 1 ), ( 2 ) and ( 4 ), ( 2 ).

It follows from the conditions Ia, Ib, Ic that

IIa.  $\ell^{\beta(\ell)}$  is a monotonically increasing function for  $\ell \in R_0$

IIb.

$$\frac{(k\ell)^{\beta(k\ell)-\sigma}}{\ell^{\beta(\ell)-\sigma}} \rightarrow 1 \text{ if } \ell \rightarrow 0^+ \text{ or } \ell \rightarrow +\infty.$$

uniformly respect to  $k$ ,  $0 < a \leq k \leq b < \infty$ .

We denote by  $\Gamma$  the set of functions  $\beta(\ell)$  for which

$$\Lambda\ell^{\beta(\ell)} \equiv \Lambda_{\beta(\ell)} \equiv \int_0^\ell t^{\beta(t)-1} dt < \infty.$$

For the functions  $\beta(\ell) \in \Gamma$  we introduce the functions

$$B_{\beta(\ell)} = \frac{1}{\ln \ell} \ln \frac{\Lambda_{\beta(\ell)}}{\Lambda_{\beta(1)}}$$

The function  $B_{\beta(\ell)}$  is a function of the type  $\beta(\ell)$ .

IIIa.  $B_{\beta(\ell)} > 0$  for  $\ell \in ]0, +\infty[$ .

IIIb. There exist constants  $C_1, C_2$  such that for  $\ell \in R_0$

$$\ell^{\beta(\ell)} < C_1 \ell^{B_{\beta(\ell)}}$$

and

$$\ell^{B_{\beta(\ell)}} < C_2 \ell^{\beta(\ell)} \text{ for } \sigma > 0$$

IIIc. There exists a constant  $C_3$  such that for  $\ell \in ]0, \ell_0[$

$$\ell \int_\ell^{+\infty} \rho^{\beta(\rho)-2} d\rho \leq C_3 \Lambda_{\beta(\rho)}$$

Now we give two examples of functions of the type  $\beta(\ell)$

1.  $\beta(\ell) = \beta$ ,  $\beta = \text{const}$ ,  $0 < \beta < 1$ .

2.

$$\beta(\ell) = \begin{cases} \beta - \frac{b \ln(-\ln \ell)}{\ln \ell}, & 0 < \ell \leq \exp(-\frac{b}{a}) \\ \beta - \frac{b \ln(\frac{b}{a})}{\ln \ell}, & \ell > \exp(-\frac{b}{a}), \end{cases}$$

where  $0 < a < 1 < b$ ,  $\beta = \text{const}$ ,  $0 \leq \beta < 1$  (see [18]).

For the functions  $u(t, x)$  defined and Hölder continuous ( in the general sense ) of exponent  $\beta(\ell)$ ,  $\ell > 0$  in the layer  $\Pi_T$  with respect to space variables, we introduce the following norms

.

$$|u|_{0,0}^{[t]} = \sup_{0 \leq \tau \leq t} |u|_{0,0}^\tau, \quad |u|_{0,\beta(\ell)}^{[t]} = \sup_{0 \leq \tau \leq t} |u|_{0,\beta(\ell)}^\tau, \quad (6)$$

where

$$|u|_{0,0}^t = \sup_{x \in E_n} |u(t, x)|, \quad |u|_{0,\beta(\ell)}^t = |u|_{0,0}^t + H_{\beta(\ell)}^t(u), \quad (7)$$

$$H_{\beta(\ell)}^t(u) = \sup_{\substack{x, y \in E_n \\ x \neq y}} \frac{|u|(t, x) - u|(t, y)|}{|x - y|^{\beta(|x-y|)}}. \quad (8)$$

For the functions  $u(t, x)$  that have continuous derivatives with respect to  $x$  up to the order  $m$  ( $m = 0, 1, 2, \dots$ ) inclusively in the layer  $\Pi_T$ , and satisfying the general Hölder condition of exponent  $\beta(\ell)$ ,  $\ell > 0$ , with respect to space variables in the layer  $\Pi_T$  we define the norms

$$|u|_{m,\beta(\ell)}^\tau = \sum_{|k| \leq m} |D_x^k u|_{0,\beta(\ell)}^\tau \quad m = 0, 1, 2, \dots \quad (9)$$

$$|u|_{m,\beta(\ell)}^{[t]} = \sup_{0 \leq \tau \leq t} |u|_{m,\beta(\ell)}^\tau \quad m = 0, 1, 2, \dots \quad (10)$$

We will denote by  $C_{m,\beta(\ell)}^{[t]}(\Pi_t)$   $m = 0, 1, 2, \dots$  the Banach space of functions  $u(t, x)$  that are continuous in  $\Pi_t = [0, t] \times E_n$  together with all derivatives respect to  $x$  up to the order  $m$ ,  $m = 0, 1, 2, \dots$  inclusively and have a finite norm (10).

With respect to the coefficients of the equation (1) we assume that  $a_k(t, x) \in C_{0,\beta(\ell)}^{[T]}(\Pi_T)$ ,  $0 \leq |k| \leq 2m$  and

$$\sum_{|k| \leq 2m} |a_k|_{0,\beta(\ell)}^{[T]} = B < \infty, \quad (11)$$

**Lemma.** Suppose that the function  $u(t, x) \in C_{2m,\beta(\ell)}^{[T]}(\Pi_T)$   $0 \leq t \leq T$ . Then for  $0 < \varepsilon < 1$  the following inequality holds

$$|u|_{2m-1,\beta(\ell)}^{[t]} \leq \varepsilon |u|_{2m,\beta(\ell)}^{[t]} + C(\varepsilon) |u|_{0,0}^{[t]}.$$

For the proof of this lemma see [7].

For equation (4) we consider in addition to the parabolicity condition (5) that there exists a domain  $H_M = \{(t, x) \in \Pi_T; |u| \leq M, |p^r| \leq M, 1 \leq r \leq 2m, M = const.\}$  in which the function  $A(t, x, p^0, p^1, \dots, p^{2m})$ , together with its derivatives with respect to  $p_k^r$ ,  $p^r = (\dots, p_k^r, \dots)$ ,  $1 \leq r = |k| \leq 2m$  up to the second order inclusively is continuous, satisfies the Lipschitz condition with respect to  $p^r$ ,  $1 \leq r = |k| \leq 2m$  and the general Hölder condition of exponent  $\beta(\ell)$  with respect to  $x$  and with the constant  $C_M$ .

Moreover  $A(t, x, 0, 0, 0, \dots) \in C_{0,\alpha(\ell)}^{[T]}(\Pi_T)$ ,  $|A(t, x, 0, 0, 0, \dots)|_{0,\alpha(\ell)}^{[T]} \leq C$ .

All the mentioned derivatives are bounded in  $H_M$  by the constant  $C_M$ . Now we shall consider the equation (1) with the initial zero condition:

$$u|_{t=0} = 0 \quad (12)$$

### 3. Methodology

We applied the properties of the fundamental solution of the higher order linear parabolic equation with leading derivatives only and its coefficients depending on  $t$  in order to establish a priori estimates to the solution of the Cauchy problem (1) (2) in general anisotropic Hölder norms under the assumption that the coefficients and the independent term satisfy the general anisotropic Hölder condition of exponent  $\alpha(l)$  with respect to the space variables only. On the basis of these new a priori estimates we obtain the existence and uniqueness of the solution to the Cauchy problem (1),(2) in general Hölder anisotropic spaces. In the case of the Cauchy problem for the higher order nonlinear parabolic equations we linearize directly the equation (4), We applied our results of linear theory to establish the local solvability with respect to the time  $t$ , in general Hölder anisotropic spaces, to the Cauchy problem (4) (2). The proof is obtained by means of an iterative process in which one successively solves the linearized equations.

## 4. Main Results and discussion

### 4.1. Bounds for solutions to the Cauchy problem for linear parabolic equations.

**Theorem 1.**  $u(t, x) \in C_{2m, \beta(\ell)}^{[T]}(\Pi_T)$  be a solution to the problem (1), (12) in the layer  $\Pi_T$ . Assume that  $f_1 \in C_{0, \beta(\ell)}^{[T]}(\Pi_T)$ ,  $f_2 \in C_{0, \alpha(\ell)}^{[T]}(\Pi_T)$ ,  $\beta(\ell), \alpha(\ell) \in \Gamma$ ,  $\beta(\ell) \rightarrow \sigma_1$ ,  $\alpha(\ell) \rightarrow \sigma_2$  if  $\ell \rightarrow 0^+$  or  $\ell \rightarrow +\infty$ ,  $0 \leq \sigma_1 < \sigma_2 < 1$ . Furthermore the conditions (3) and (11) hold. Then there exists a constant  $K$ , depending only on  $n, m, \lambda, B, T, \alpha(\ell), \beta(\ell)$  and  $B_{\beta(\ell)}$ , such that for  $0 \leq t \leq T$

$$|u|_{2m, B_{\beta(\ell)}}^{[t]} \leq K [ |f_1|_{0, \beta(\ell)}^{[t]} + t^{\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2m}} |f_2|_{0, \alpha(\ell)}^{[t]} ]. \quad (13)$$

Proof. For any  $t \in [0, T]$  and for any derivative  $D_x^{2m} u$  there exists  $x_0 \in E_n$  such that

$$\frac{1}{2} |D_x^{2m} u|_{0,0}^t \leq |D_x^{2m} u(t, x_0)| \quad (13a)$$

Let  $d$  be a number in  $]0, 1[$ . We introduce the function  $\eta(x) = \mu(|x - x_0|)$ , where  $\mu(l)$  is a decreasing infinitely differentiable function on  $l > 0$ ,  $\mu(l) = 1$  for  $0 \leq l \leq d$ ;  $\mu(l) = 0$  for  $l \geq 2d$  and satisfying the inequality

$$\sum_{s=1}^{2m+1} d^s |\mu^{(s)}(l)| \leq \text{const.} \quad (14)$$

The function  $\omega(t, y) = \eta(y)u(t, x)$  satisfies the equation

$$L_0 \omega \equiv \omega_t - \sum_{|k|=2m} a_k(t, x_0) D_x^k \omega = F(t, x) + \eta(x) f_2(t, x), \quad (15)$$

in the layer  $\Pi_\tau = [0, T] \times E_n$ , with the initial zero condition (12). where

$$F(t, x) \equiv \sum_{|k|=2m} [a_k(t, x) - a_k(t, x_0)] D_x^k \omega + \hat{f}_1(t, x),$$

$$\hat{f}_1(t, x) = \left[ \sum_{|k| < 2m} a_k(t, x) + f_1(t, x) \right] \eta(x) - \sum_{|k|=2m} a_k(t, x) \left[ \sum_{|p| < |k|} C_p^k D_x^{k-p} \eta(x) D_x^p u \right],$$

$$p = (p_1, \dots, p_n), \quad |k - p| = (k_1 - p_1) + \dots + (k_n - p_n), \quad |p| = p_1 + \dots + p_n,$$

Let

$$G_{x_0}(t, \tau, ; x - \xi) = \begin{cases} \frac{1}{(2\pi)^n} \int_{E_n} e^{i\xi(x-\xi)+\int_{\tau}^t \sum_{|k|=2m} a_k(t,x) (i\xi)^k d\xi} d\xi, & t > \tau \\ 0, & t < \tau \end{cases} \quad (16)$$

be the fundamental solution of the equation  $L_0\omega = 0$ . The following inequalities hold

$$|D_i^s D_x^k G_{x_0}(t, \tau, ; x - \xi)| \leq C(t - \tau)^{-\frac{n+2m-s+|k|}{2m}} \exp\left[-K\left(\frac{|x-\xi|^{2m}}{t-\tau}\right)^{\frac{1}{2m-1}}\right], \quad s = 0, 1; \quad 0 \leq |k| \leq 4m \quad (17)$$

For any derivative  $D_x^k G_{x_0}$  ( $|k| = 2m$ ), and  $|x - \xi| \geq 2|x - y|, t > \tau$  ( see[4])

$$|D_x^k G_{x_0}(t, \tau, ; x - \xi) - D_x^k G_{x_0}(t, \tau, ; y - \xi)| \leq K|x - y|(t - x)^{-\frac{n+2m+1}{2m}} \cdot \exp\left[-C\left(\frac{|x-\xi|^{2m}}{t-\tau}\right)^{\frac{1}{2m-1}}\right]. \quad (18)$$

Here  $C$  and  $K$  are constants which depend on  $n, m, \lambda, B, T$ .

The following formula gives us the solution to the Cauchy problem ( 1 ),( 12 )

$$\omega(t, x) = \sum_{s=1}^2 \int_0^t \int_{E_n} G_{x_0}(t, \tau, ; x - \xi) F_s(\tau, \xi) d\xi d\tau, \quad \text{where} \\ F_1(\tau, \xi) = F(\tau, \xi), \quad F_2(\tau, \xi) = \eta(\xi) f_2(\tau, \xi). \quad (19)$$

From (19) we obtain

$$D_x^{2m} \omega(t, x) = \sum_{s=1}^2 \int_0^t \int_{E_n} D_x^{2m} G_{x_0}(t, \tau, ; x - \xi) [F_s(\tau, \xi) - F_s(\tau, x)] d\xi d\tau \quad (20)$$

$$\begin{aligned} D_x^{2m} u(t, x_0) - D_x^{2m} u(t, y_0) &= D_x^{2m} \omega(t, x_0) - D_x^{2m} \omega(t, y_0) = \\ &= \sum_{s=1}^2 \int_0^t \int_{K_{2|x_0-y_0|}^{x_0}} D_x^{2m} G_{x_0}(t, \tau, ; x_0 - \xi) [F_s(\tau, \xi) - F_s(\tau, x_0)] d\xi d\tau \\ &- \sum_{s=1}^2 \int_0^t \int_{K_{2|x_0-y_0|}^{y_0}} D_x^{2m} G_{x_0}(t, \tau, ; y_0 - \xi) [F_s(\tau, \xi) - F_s(\tau, y_0)] d\xi d\tau \\ &+ \sum_{s=1}^2 \int_0^t \int_{E_N \setminus K_{2|x_0-y_0|}^{x_0}} [D_x^{2m} G_{x_0}(t, \tau, ; x_0 - \xi) - D_x^{2m} G_{x_0}(t, \tau, ; y_0 - \xi)] \cdot [F_s(\tau, \xi) - F_s(\tau, x_0)] d\xi d\tau + \\ &+ \sum_{s=1}^2 \int_0^t \int_{E_N \setminus K_{2|x_0-y_0|}^{y_0}} D_x^{2m} G_{x_0}(t, \tau, ; x_0 - \xi) \cdot [F_s(\tau, y_0) - F_s(\tau, x_0)] d\xi d\tau \end{aligned} \quad (21)$$

where

$$K_{2|x_0-y_0|}^{x_0} = \{\xi : |\xi - x| \leq 2|x_0 - y_0|\}$$

We next find a bound for  $|D_x^{2m} u|_{0,0}^{[t]}$ ,  $0 \leq t \leq T$ . By virtue of (17)



$$\begin{aligned}
|D_x^{2m}u(t, x_0)| &= |D_x^{2m}\omega(t, x_0)| \leq \int_0^t (t-\tau)^{-\frac{n+2m}{2m}} \dots \int_{E_n} |F_1(\tau, \xi) - F_1(\tau, x_0)| \left[ \exp\left(-K \frac{|x_0-\xi|^{2m}}{t-\tau}\right)^{\frac{1}{2m-1}} \right] d\xi d\tau \\
&+ \int_0^t (t-\tau)^{-\frac{n+2m}{2m}} \dots \int_{E_n} |F_2(\tau, \xi) - F_2(\tau, x_0)| \left[ \exp\left(-K \frac{|x_0-\xi|^{2m}}{t-\tau}\right)^{\frac{1}{2m-1}} \right] d\xi d\tau \quad (22)
\end{aligned}$$

It follows from (11),(14), (15) and from the properties (I),(II),(III) of the function  $\alpha(l)$  that

$$|D_x^{2m}\omega(t, x_0)| \leq K_1 \left[ \begin{aligned} &d^{B_{\beta(d)}} \sum_{|k|=2m} |D_x^k u|_{0,0}^{[t],2d} + d^{-(2m-1)} \sum_{|k|<2m} |D_x^k u|_{0,0}^{[t],2d} + \\ &+ d^{-2m} |u|_{0,0}^{[t],2d} + d^{-(2m-1)} |f_1|_{0,\beta(t)}^{[t],2d} + d^{-(2m-1)} t^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} |f_2|_{0,\alpha(t)}^{[t],2d} \end{aligned} \right] \quad (23)$$

Applying the inequality (23) to the right side hand of (13a) we find that ( choosing  $0 < d < l_1 < l_0$ , where  $l_1$  is a sufficiently small number such that  $d^{B_{\beta(d)}} < \frac{1}{8K_1}$ ) for any derivative  $D_x^{2m}u$  of the solution to the Cauchy problem ( 1 ),( 12 ) the following estimate holds ( $0 \leq t \leq T$  )

$$|D_x^{2m}u|_{0,0}^{[t]} \leq K_1 \left[ \begin{aligned} &d^{-(2m-1)} \sum_{|k|<2m} |D_x^k u|_{0,0}^{[t],2d} + d^{-2m} |u|_{0,0}^{[t],2d} + d^{-(2m-1)} |f_1|_{0,\beta(t)}^{[t],2d} + \\ &+ d^{-(2m-1)} t^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} |f_2|_{0,\alpha(t)}^{[t],2d} \end{aligned} \right] \quad (24)$$

On the other hand for any  $t \in [0, T]$  and for any derivative  $D_x^{2m}u$  there exists  $x_0 \in E_n$  such that

$$\frac{1}{2} H_{B_{\beta(l)}}^t (D_x^{2m}u) \leq \frac{|D_x^{2m}u(t, x_0) - D_x^{2m}u(t, y_0)|}{(|x_0 - y_0|)^{B_{\beta(|x_0 - y_0|)}}} \quad (25)$$

First let  $|x_0 - y_0| < d$ . Reasoning as in the proof of (24), we obtain from (21) the next inequalities (for  $d < l_0$ )

$$\begin{aligned}
&|D_x^{2m}u(t, x_0) - D_x^{2m}u(t, y_0)| \leq \\
&\leq K|x_0 - y_0|^{B_{\beta(|x_0 - y_0|)}} \left[ \begin{aligned} &d^{-(2m-1)} \sum_{|k|=2m} |D_x^k u|_{0,0}^{[t],2d} + d^{-2m} \sum_{|k|<2m} |D_x^k u|_{0,0}^{[t]} + d^{-(2m+1)} |u|_{0,0}^{[t]} + \\ &+ d^{-(2m-1)} |f_1|_{0,\beta(t)}^{[t]} + d^{-(2m-1)} t^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} |f_2|_{0,\alpha(t)}^{[t]} + d^{B_{\beta(d)}} |u|_{2m,B_{\beta(t)}}^{[t],2d} \end{aligned} \right] \quad (26)
\end{aligned}$$

It follows from (24) that

$$\begin{aligned}
&|D_x^{2m}u(t, x_0) - D_x^{2m}u(t, y_0)| \leq \\
&\leq K|x_0 - y_0|^{B_{\beta(|x_0 - y_0|)}} \left[ \begin{aligned} &d^{-2m} \sum_{|k|<2m} |D_x^k u|_{0,0}^{[t]} + d^{-(2m+1)} |u|_{0,0}^{[t]} + d^{-(2m-1)} |f_1|_{0,\beta(t)}^{[t]} + \\ &+ d^{-(2m-1)} t^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} |f_2|_{0,\alpha(t)}^{[t]} + d^{B_{\beta(d)}} |u|_{2m,B_{\beta(t)}}^{[t],2d} \end{aligned} \right] \quad (27)
\end{aligned}$$

Applying the inequality (27) to the right- hand side of (25) we find that

$$\frac{1}{2} H_{B_{\beta(l)}}^t (D_x^{2m}u) \leq K \left[ \begin{aligned} &d^{-2m} \sum_{|k|<2m} |D_x^k u|_{0,0}^{[t],2d} + d^{-(2m+1)} |u|_{0,0}^{[t],2d} + d^{-(2m-1)} |f_1|_{0,\beta(t)}^{[t],2d} + \\ &+ d^{-(2m-1)} t^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} |f_2|_{0,\alpha(t)}^{[t],2d} + d^{B_{\beta(d)}} |u|_{2m,B_{\beta(t)}}^{[t],2d} \end{aligned} \right] \quad (28)$$

Using (6),(9) we obtain from (28)

$$|u|_{2m, B_{\beta(\ell)}^{[\tau]}} \leq K_2 \left[ \begin{aligned} & d^{-2m} \sum_{|k| < 2m} |D_x^k u|_{0,0}^t + d^{-(2m+1)} |u|_{0,0}^{[\tau]} + d^{-(2m-1)} |f_1|_{0, \beta(\ell)}^{[\tau]} + \\ & + d^{-(2m-1)} t^{\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2m}} |f_2|_{0, \alpha(\ell)}^{[\tau]} + d^{B_{\beta(d)}} |u|_{2m, B_{\beta(\ell)}}^{[\tau], 2d} \end{aligned} \right] \quad (29)$$

Choosing  $0 < d < l_2 < l_0$ , where  $l_2$  is a sufficiently small number, such that  $d^{B_{\beta(d)}} < \frac{1}{2K_2}d$ ,  $d \leq \min\left(1, \frac{l_0}{2}, l_1, l_2\right)$  we find that for  $0 \leq t \leq T$

$$|u|_{2m, B_{\beta(\ell)}^{[\tau]}} \leq K_2 \left[ |u|_{2m-1, B_{\beta(\ell)}^{[\tau]}} + |f_1|_{0, \beta(\ell)}^{[\tau]} + t^{\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2m}} |f_2|_{0, \alpha(\ell)}^{[\tau]} \right] \quad (30)$$

Consider the situation  $|x_0 - y_0| > 2d$ ,

$$\frac{|D_x^{2m} u(t, x_0) - D_x^{2m} u(t, x_0)|}{(|x_0 - y_0|)^{B_{\beta(|x_0 - y_0|)}}} \leq \frac{2|D_x^{2m} u|_{0,0}^{[\tau]}}{d^{B_{\beta(d)}}},$$

then the estimate (30) holds for  $|x_0 - y_0| > 2d$ .

By virtue of the interpolation inequalities with  $\varepsilon$  small enough we get the estimate ( $\varepsilon = \frac{1}{2K_2}$ )

$$|u|_{2m, B_{\beta(\ell)}^{[\tau]}} \leq K \left[ |f_1|_{0, \beta(\ell)}^{[\tau]} + t^{\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2m}} |f_2|_{0, \alpha(\ell)}^{[\tau]} + |u|_{0,0}^{[\tau]} \right] \quad (31)$$

We can eliminate the term  $|u|_{0,0}^{[\tau]}$  in (31) as in the last part of the proof of Lemma 2 in [16].

This complete the proof of Theorem 1.

**Remark.** We can reduce the Cauchy problem with non-zero initial condition  $u|_{t=0} = u_0(x)$  to the Cauchy problem (1), (12) by means of the transformation  $u = u(t, x) - u_0(x)$ , where  $u_0(x) \in C_{2m, \beta(\ell)}$ .

Now we shall establish an estimate of the moduli of continuity with respect to the time  $t$  of the leading derivatives  $D_x^k u$ ,  $|k| = 2m$ , for the solutions to the equation (1).

**Theorem 2.** Let  $u(t, x) \in C_{2m, B_{\beta(\ell)}}^{[T]}(\Pi_T)$  be a solution to the equation (1), in the cylindrical domain  $Q_T = [0, T] \times \Omega$ ,  $\Omega$  -bounded domain in  $E_n$ .

Assume that  $f \in C_{0, \beta(\ell)}^{[T]}(Q_T)$   $\beta(\ell) \in \Gamma$ ,  $\beta(\ell) \rightarrow \sigma_1$ , if  $\ell \rightarrow 0^+$  or  $\ell \rightarrow +\infty$ ,  $0 \leq \sigma_1 < 1$ .

Furthermore the conditions (3) and (11) hold.

Then if the points  $(t_1, x_0), (t_2, x_0) \in Q_T^\delta = (\delta^2, T] \times \Omega^\delta$ ,  $\delta^2 < t_2 < t_1 < T$ ,

$\Omega^\delta = \{x \in \Omega; \text{dist}(x, \partial\Omega) > \delta\}$ , there exists a constant  $K$ , depending only on

$n, m, \lambda, \delta, B, T, \beta(\ell)$  and  $B_{\beta(\ell)}$ , such that for any higher order derivative  $D_x^k u$ ,  $|k| = 2m$  the following estimate holds

$$\frac{|D_x^k u(t_1, x_0) - D_x^k u(t_2, x_0)|}{(\sqrt{t_1 - t_2})^{B_{\beta(\sqrt{t_1 - t_2})}}} \leq K [ |f|_{0, \beta(\ell)}^{[t_1]} + |u|_{0,0}^{[t_1]} ]$$

The proof of the theorem 2 is similar to the proof of the theorem 2 in [16], but reasoning as in the proof of theorem 1 of the present paper.

**Theorem 3.** Suppose that all assumptions of the theorem 1 hold. Then for every

$(t_1, x), (t_2, x) \in \Pi_T$ ,  $0 \leq t_2 < t_1 \leq T$ , there exists a constant  $K$ , depending only on,

$n, m, \lambda, B, T, \alpha(\ell), \beta(\ell)$  and  $B_{\beta(\ell)}$ , such that for any higher order derivative  $D_x^k u$ ,  $|k| = 2m$

of the solution  $u(t, x)$  to the Cauchy problem (1), (12) the following estimates hold

$$|u(t_1, x) - u(t_2, x)| \leq KM |t_1 - t_2| \quad (32)$$

$$|D_x^k u(t_1, x) - D_x^k u(t_2, x)| \leq KM (\sqrt{t_1 - t_2})^{B_{\beta(\sqrt{t_1 - t_2})}} \quad (33)$$

where  $M \equiv \left[ |f_1|_{0,\beta(t)}^{[t]} + t^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} |f_2|_{0,\alpha(t)}^{[t]} \right]$ .

The proof of this theorem is similar to the proof of the theorem 3 in [16], but reasoning as in the proof of theorem 1 of the present paper

#### 4.2 Existence and uniqueness theorems.

**Theorem 4.** Suppose that all conditions of theorem 1 are true. Then there exists a unique solution  $u(t, x) \in C_{2m, B_{\beta(t)}}^{[T]}(\Pi_T)$  to the Cauchy problem (1), (2) with continuous derivatives  $u_t$  in  $\Pi_T$ .

We can get the proof of this theorem on the basis of the new priori estimates established in this work and with the aid of the method of continuity in a parameter. (see [4] and [20]).

We proceed now to formulate the local existence theorem for solutions to the non-linear problems for the equation (4). Here we consider that the function

$A(t, x, u, D_x u, \dots, D_x^{2m} u) = L(u) + F(t, x, u, D_x u, \dots, D_x^{2m} u) + A(t, x, 0, \dots, 0)$ , where  $L(u) = A_{p^0}(t, x, 0, \dots, 0)u + (A_{p^1}(t, x, 0, \dots, 0), D_x u) + \dots + (A_{p^{2m}}(t, x, 0, \dots, 0), D_x^{2m} u)$ .

**Theorem 5.** Suppose that all assumptions with respect to the function  $A(t, x, p^0, p^1, \dots, p^{2m})$  hold. Moreover  $0 \leq \sigma_1 < \sigma_2 < 1$ . Then there exists  $t_0$ , determined by the above a assumptions, such that the problem (4) (12) has in the layer  $\Pi_{t_0} = [0, t_0] \times E_n$  a unique solution  $u(t, x) \in C_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]}(\Pi_{t_0})$  with continuous derivative  $u_t$  in  $\Pi_{t_0} = [0, t_0] \times E_n$ .

Proof. We will prove Theorem 5 by means of an iterative process in which one successively solves the equations

$$u_t^v = L(u^v) + F(t, x, u^{v-1}, D_x u^{v-1}, \dots, D_x^{2m} u^{v-1}) + A(t, x, 0, \dots, 0), \quad v = 1, 2, \dots, \quad (34)$$

with the zero initial condition (12). Furthermore  $u^0(t, x) = 0$

We will show that there exists such a sequence of functions  $u^v(t, x)$ ,  $v = 1, 2, \dots$ , defined in some layer  $[0, t_0] \times E_n$  with  $t_0$  small enough. Moreover they are bounded in  $C_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]}(\Pi_{t_0})$ .

We assume that there exist the functions  $u^r(t, x)$ ,  $r \leq v - 1$  and they satisfy the inequality

$$|u^r|_{2m, B_{\beta(t)}}^{\Pi_{t_0}} \leq q = \text{const.} = \min(1, M) \quad (35)$$

where the numbers  $t_0$  and  $q$  are still to be determined.

Now we can consider the equation (34) as a linear equation of the type (1), where  $f_1(t, x) = F(t, x, u^{v-1}, D_x u^{v-1}, \dots, D_x^{2m} u^{v-1})$ ,  $f_2(t, x) = A(t, x, 0, \dots, 0)$ . Reasoning as in the proof of theorem 1, we conclude that there exists  $u^v(t, x) \in C_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]}(\Pi_{t_0})$  and it satisfies the inequality

$$|u^v|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]} \leq K_1 \left[ |u^{v-1}|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]} + t_0^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} \right] \quad (36)$$

We will use  $K_1, K_2, K_3, \dots$  to denote constants, depending on  $n, m, \lambda, \alpha(\ell), \beta(\ell), B_{\beta(t)}, C, C_M$  but not depending on  $t_0$ . From the inequality (35) it follows the estimate

$$|u^v|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]} \leq K_1 \left[ q^2 + t_0^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} \right] \quad (37)$$

Putting  $K_1 q \leq \frac{1}{2}$ ,  $K_1 t_0^{\frac{\sigma_2-\sigma_1}{2m}} = \frac{1}{2} q$  we find that

$$|u^v|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]} \leq \frac{1}{2} q + \frac{1}{2} q = q.$$

In the last inequality we have selected

$$q \leq \min\left(1, M, \frac{1}{2K_1}\right), \quad t_0 = \left(\frac{q}{2K_1}\right)^{\frac{2m}{\sigma_1-\sigma_2}} \quad (38)$$

On the other hand the function  $\omega = u^v - u^{v-1}$  satisfies the equation

$$\omega_t = L(\omega) + F(t, x, u^{v-1}, D_x u^{v-1}, \dots, D_x^{2m} u^{v-1}) - F(t, x, u^{v-2}, D_x u^{v-2}, \dots, D_x^{2m} u^{v-2}) \quad (39)$$

in the layer  $\Pi_{t_0} = [0, t_0] \times E_n$ , for any  $v > 0$ , with the zero initial condition (12).

Reasoning as in the proof of theorem 1, we obtain for the function  $\omega(t, x)$  the inequality

$$\omega_v \equiv |u^v - u^{v-1}|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]} \leq K_2 \left[ \left( |u^{v-1}|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]} + |u^{v-2}|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]} \right) \cdot |u^{v-1} - u^{v-2}|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]} \right]$$

From (35) and (38) it follows that

$$\omega_v \leq 2K_2 q \omega_{v-1}, \quad (40)$$

therefore if we choose  $q = \min\left(\frac{1}{2K_1}, \frac{1}{4K_2}, 1, M\right)$ , then

$$\omega_v \leq \frac{1}{2} \omega_{v-1}, \quad \omega_v \leq \frac{1}{2^{v-1}} \omega_1 = \frac{1}{2^{v-1}} |u^1|_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]}.$$

We have determined the number  $t_0$  by (38), then the sequence  $u^v(t, x)$  converges in the space  $C_{2m, B_{\beta(t)}}^{[t_0]}(\Pi_{t_0})$ . Consequently we can get a limit for  $v \rightarrow \infty$  in the equation (34).

For the proof of the uniqueness of the solution to the problem (4), (12) see [13].

This completes the proof of Theorem 5.

**Remark.** We can reduce the Cauchy problem with non-zero initial condition  $u|_{t=0} = \varphi(x)$  to the Cauchy problem with the zero initial condition  $u|_{t=0} = 0$  by means of the transformation  $\bar{u} = u(t, x) - \varphi(x)$ , where  $\varphi(x) \in C_{2m, \beta(t)}(E_n)$ .

## 5. Conclusions.

The novelty of this work consist in the fact that we have established new a priori estimates for solutions of higher order linear parabolic equations, unlike the known results [1-9], which are based on the fulfillment of a Hölder condition with respect to the totality of the variables  $(t, x)$  on the coefficients of the equation (1). Our estimates are obtained only under the assumption of the general Hölder condition of the coefficients of the equation (1) in  $\Pi_T$  with respect to the space variables. We establish the existence and uniqueness to the solution of the Cauchy problem for higher order linear parabolic equations in a new set of functions, the functions  $u(t, x)$  that satisfy the general Hölder condition with respect to  $x$  only.

These results are applied to obtain the local solvability of the Cauchy problem for nonlinear parabolic equations in general Hölder anisotropic spaces.

The derivatives with respect to  $x$  of the corresponding solutions satisfy the general Hölder condition with respect to the space variables and with respect to the time.

## 6. References

- [1] R. B. Barrar, "Some estimates for solutions of parabolic equations", J. Math. Anal. App. (1961) 373 - 397.
- [2] C. Ciliberto, "Formule di maggiorazine e teoremi di esistenza per le soluzione della equazioni paraboliche in due variabili", Ricerche Mat. 3 (1945) 40 - 75.
- [3] A. Friedman, "Boundary estimates for second order parabolic equations and their applications", J. Math. and Mech. 7, 5 (1968) 771 - 792.
- [4] A. Friedman. Partial Differential Equations of Parabolic Type. Prince - Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. (1964).
- [5] A. Solonnikov, "On boundary value problems for linear parabolic systems of differential equations of general forms", Trudy Mat. Inst. Steklov 83 (1965) Proc. Steklov Inst. Math. 83 (1965).
- [6] Ivanovich M.D. "On the nature of continuity of solutions of linear parabolic equations of

- the second order" . Vesnik Moskov Univ.Ser.I, Mat. Mech. 21 ,4 (1966) , 31-41. (Moscow University Mathematics Bulletin N. 4 (1966) 31-41).
- [7] Ivanovich M.D." Estimates of solutions of general boundary- value problems for parabolic systems" . Soviet Math.Dokl. 9, 4 (1968),786-789.
- [8] Matichuk M.I. , Eidelman S.D." Parabolic Systems" with coefficients satisfying Dini s condition".Soviet.Math.Dokl. I , 165 , 3 (1965) 1461-1464
- [9] D. Eidelman." Parabolic Systems. Noordhoff, Groningen and North - Holland, Amsterdam.(1969).
- [10] S.N. Kruzhkov, A. Castro, M. López, "Schauder type estimates and existence theorems for the solution of the Cauchy problem for linear and non-linear parabolic equations(I)", Vol. 1(1980) Universidad de la Habana 31 - 48.
- [11] S.N. Kruzhkov, A. Castro, M. López, "Schauder type estimates and existence theorems for the solution of the Cauchy problem for linear and non-linear parabolic equations (II)". Ciencias Matemáticas. Vol. I (1980). Universidad de La Habana .37-45.
- [12] Matichuk M.I. , Eidelman S.D."The Cauchy problem for parabolic systems whose coefficients have low smoothness".Ukrain. Mat. Z 22 (1970),22-36.
- [13] Lopez M. , Che J. "On the Cauchy Problem for Parabolic Equations" . Journal of the Ramanujan Mathematics Society. India. Vol. 11. NO. 1. (1996) pp 1-36 .
- [14] Lopez M. "On the Mixed Problem for Parabolic Equations". Aportaciones Matematicas ( Mexican Mathematical Society).Comunicaciones 12, (1993) ; 81-109 .
- [15] Lopez M. , Che J . "On the Solvability of the First Initial Boundary Value Problem for Parabolic Equations". Aportaciones Matematicas ( Mexican Mathematical Society). Comunicaciones 14, (1994) ; 123-139.
- [16] López M. , "On the solvability of the Cauchy problem for linear parabolic equations", Ciencias Matemáticas, Vol. IX, 3 (1988) Universidad de La Habana, 31- 48.
- [17] López M."On the local solvability of the Cauchy problem for nonlinear parabolic equations".Ciencias Matemáticas,Vol.VII,No.3,1986,17-24.
- [18] Sperner E. Jr. "Schauders existences thorem for - Dini continuos data". Ark. Mat.1,19 , 2 (1981) ; 193-216.
- [19] A. Lunardi. "Existence in the small and in the large in fully nonlinear parabolic equations". Differential Equations and Applications. Vol. I,II ( Colombo OH,1988 )170-178. Ohio Univ.Press Athens, OH,1989.
- [20] A. Ladyzhenskaia, V. A. Solonnikov and N. N. Uraltseva, "Linear and quasilinear equations of parabolic type", Trans. Math. Mon. Vol. 23 American Mathematical Society (1968).

# ESTUDIO SOBRE ALGUNAS DE LAS IDEAS MATEMÁTICAS QUE TIENEN LOS ESTUDIANTES RESPECTO A LA VARIACIÓN.

Ma. Beatriz Gómez Talancón

## Resumen

En este trabajo se presentan los resultados que se obtuvieron al realizar un estudio sobre las ideas matemáticas relativas a la variación, que tienen un grupo de estudiantes al terminar el quinto semestre de preparatoria. La experiencia se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Cuernavaca, con 52 estudiantes, en el semestre agosto-diciembre del 2001. El objetivo del trabajo fue explorar a través de la aplicación de un cuestionario<sup>1</sup>, cuales son las ideas variacionales que tienen los alumnos como resultado de haber estudiado los temas del Cálculo Diferencial, así como todos los temas incluidos en la currícula escolar de matemáticas que tienen relación con la variación. La investigación se llevó a cabo a través de la aplicación de un cuestionario en el cual en cada pregunta que contiene subyace una idea variacional. Se tiene la premisa que de las respuestas que den los estudiantes a cada pregunta se obtendrán evidencias de las ideas que predominan en ellos respecto a la variación y que desarrollaron a través de su instrucción matemática. Al final se mencionan las conclusiones a las que se llegan a partir del análisis estadístico de las respuestas.

## Introducción

Hace aproximadamente trescientos años, Newton y Leibniz desarrollaron las ideas del cálculo, desde entonces, éste ha demostrado ser una herramienta muy poderosa para resolver problemas no solo de matemáticas sino también de otras ciencias. Se puede decir que su éxito se debe a su capacidad para reducir problemas complicados a reglas y procedimientos sencillos, paradójicamente esa misma cualidad es la que representa el mayor problema para su enseñanza, es común que en la práctica docente se expongan los temas solamente como un conjunto de reglas y procedimientos, haciendo con ello que se pierda de vista su valor matemático y se obstaculice la comprensión de los conceptos, procedimiento y relaciones básicos de la matemática del cambio y la variación.

El estudio del cálculo demanda para su aprendizaje, que el alumno tenga los conocimientos previos necesarios, que le sirvan de base para que pueda construir los del cálculo, sino también requiere del pensamiento matemático elemental y avanzado el cual se refiere tanto a los contenidos matemáticos estudiados, como a los procesos del pensamiento involucrados.

## Antecedentes

En el Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, desde hace varios años, el Dr. Ricardo Cantoral Uriza, introdujo una línea de investigación denominada: "Pensamiento y Lenguaje Variacional". Dicha línea tiene como objeto de estudio al proceso de enseñanza de la matemática del Nivel Básico y Medio Superior, en particular la que se refiere a los conceptos, relaciones y procedimientos básicos de la Matemática del cambio y la variación. y cuyo objetivo general es desarrollar el

---

<sup>1</sup> Cuestionario elaborado por el Dr. Crisólogo Dolores Flores para explorar las ideas variacionales desarrolladas por los alumnos en los cursos de matemáticas.

pensamiento y lenguaje variacional en los estudiantes de dichos niveles. De acuerdo al planteamiento del Dr. Cantoral el pensamiento variacional es parte del pensamiento matemático avanzado y comprende las relaciones entre la matemática de la variación y el cambio por un lado y los procesos de pensamiento por el otro.

En esa línea ha estado trabajando, además del Dr. Cantoral, el Dr. Crisólogo Dolores Flores y varios de sus colaboradores (Catalán,1999; Guerrero/Martínez/Medina,2001; Solache/Díaz, 2000). En sus investigaciones han encontrado que en lo general los estudiantes de Cálculo Diferencial no cuentan con los conocimientos previos que se requieren para construir los del Cálculo; un alto porcentaje de ellos carecen de ideas variacionales; su capacidad para visualizar y analizar funciones es escasa; se les dificulta transitar entre las diferentes representaciones de un mismo concepto; no tienen clara la diferencia entre comportamiento de una función y su ubicación en el plano, no muestran gran capacidad para llevar a cabo procesos de reversibilidad, etc.

Por lo observado no es tarea fácil la enseñanza de esta materia, la cantidad y diversidad de problemas que la obstaculizan hacen que se convierta en una área de oportunidad para aquellos investigadores cuyo interés sea buscar formas que mejoren su enseñanza, de tal manera que posibiliten por un lado, un aprendizaje más efectivo de la matemática del cambio y la variación y por otro que propicien el desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional en los estudiantes. En ese sentido, en este trabajo se toma como objeto de estudio las ideas variacionales que tienen los estudiantes como resultado de su formación matemática en el ámbito escolar.

### **Objetivo de la investigación**

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación: *Estadíos en el desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional en situación escolar*. El objetivo principal de dicho proyecto es elaborar una propuesta teórica sobre la estructura del pensamiento y lenguaje variacional, para lo cual se hace necesario localizar sus estadios tomando en cuenta las habilidades y/o capacidades matemáticas propios de cada uno de éstos para ubicarlos en dicha estructura. También tiene como objetivo proponer situaciones o secuencias didácticas que faciliten el tránsito entre éstos y que incidan en la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática de la variación y en consecuencia en el desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional.

El objetivo particular de este trabajo es explorar a través de la aplicación de un cuestionario, cuales son algunas de las ideas matemáticas relativas a la variación que tienen un grupo de alumnos como resultado de haber estudiado, además de los temas del Cálculo Diferencial, los temas incluidos en la currícula escolar de matemáticas, con la premisa de que las ideas variacionales que tienen los estudiantes, no siempre corresponden a las que deberían haber desarrollado de acuerdo al contenido matemático estudiado.

### **Metodología**

Se aplicó un cuestionario a 52 estudiantes del quinto semestre de preparatoria del Tec de Monterrey, Campus Cuernavaca, al término de un curso de Cálculo Diferencial, con el propósito de obtener a partir de sus respuestas, evidencias sobre

algunas de las ideas que tienen respecto a la variación y que desarrollaron a través de su instrucción matemática.

El cuestionario está conformado por 21 preguntas, cada una con cinco incisos. Para facilitar el análisis de los resultados, éstas se agruparon en cinco categorías atendiendo a la idea variacional que subyace en cada una de éstas .

1. Conceptos de variable: p1. Concepto de variable del alumno, p2. Uso que hace del concepto de variable, p14. Reconocimiento del concepto de variable en un enunciado "x tal que x", p6. Características esenciales a la variable y p13. No es clara la pregunta.
2. Notación: p3. Notación que utiliza, p4. Formas en que reconoce las variables, p7. Distinción de notación y uso de las variables, p8. Uso de las variables y p9 Las variables involucradas en las funciones.
3. Detección de variables: p10. Determinación de variables dado un enunciado, p11. Reconocimiento de las variables involucradas en una función, p12. Detección de variables a partir de proposiciones y p17. Dependencia /Independencia de variables.
4. Variables vs. constantes: p15. Distinción entre variables y constantes, p16. Representación gráfica de las variables y las constantes y p21. Detección del cambio de magnitud al permanecer fijos a y b en el triángulo.
5. Relación algebraica: p18. Relación algebraica entre las variables, p19. Relación algebraica entre las variables y p20. Relación de cambio entre las variables

Para la interpretación de los resultados se utilizó el software SPSS Statistical Program for Social Sciencie.

- Se capturaron las respuestas de las categorías 1, 2, 3 y 5, asignándole uno a las opciones seleccionadas por los alumnos y cero a las que no seleccionaron. Las respuestas a las preguntas de la categoría 4 no se consideraron para este estudio por ser preguntas abiertas. Se pretende clasificarlas para un estudio posterior, a fin de correlacionar los resultados que se obtengan con los que arroje esta investigación.
- En la tabla de resultados de la frecuencia de respuesta a cada pregunta, por el gran número de variables se revisó opción por opción para discriminar aquellas en las que el 90% o más de la población coincidió en su elección, ya sea de aceptación o de rechazo.
- Se aplicó un Cluster Análisis a toda la población, agrupándose ésta en tres clusters o grupos. Por la velocidad de convergencia en cada una de las categorías, (en ninguna se necesitó más de cinco iteraciones del método numérico para encontrar una solución óptima en la clasificación), por lo que estadísticamente se interpretó que los clusters eran claros, que si existían y tenía sentido hacer la clasificación.
- Para la caracterización de cada cluster o grupo:
  - a. Se comparó el porcentaje de alumnos de cada grupo que seleccionó como opción de respuesta a cada una de las preguntas de cada categoría, para analizar si entre éstos había cercanía en algunos puntos de vista y desacuerdo entre otros que permitieran determinar las características individuales de cada uno de los grupos.



- b. Se hizo un Análisis de la varianza, el cual es una prueba de comparación de medias. Para cada pregunta se estableció como hipótesis nula que los tres cluster tenían igualdad de opinión, es decir, la conceptualización que tenían en ese punto era la misma. Como es de esperarse, la hipótesis alterna que se estableció fue que NO TODOS los cluster opinaban o conceptualizaban igual, sino que existía una diferencia significativa por lo menos en dos de esos clusters o grupos. De ahí que si las significancias obtenidas de la prueba fuera menor que alfa (alfa: nivel de confianza de la prueba, generalmente se usa el 5%), se rechazaría la hipótesis nula. De tal manera que al hacer el análisis de la variancia para cada pregunta; en los casos en que la significancia fue mayor que alfa se consideró que el grupo en sí conceptualizaba de tal forma y que no era algo propio del grupo en cuestión. Por otro lado, en los casos en que la significancia fue menor que alfa, al rechazar  $H_0$ , se aceptó que ese punto o concepto era significativamente distinto por lo menos entre el cluster mayor y el cluster menor y en consecuencia se le podía otorgar al cluster mayor esa distinción.

## Resultados

Los resultados que se obtuvieron fueron de dos índoles: los que se refieren a las ideas que comparte casi toda la población (90% o más) y los que se refieren a las características particulares de cada uno de los tres cluster o grupos que se formaron al aplicar el Cluster Análisis a la población.

I. Las ideas que comparte casi toda la población, son:

1. En relación a la Categoría 1. Concepto de variable:
  - a. No aceptan que una variable sea: la totalidad de elementos de un conjunto, ni un signo indefinido, ó que sea un conjunto de valores.
  - b. No consideran que para que la letra "a" sea una variable, ésta deba ser igual a  $f(x)$  ni que deba representar a todos los elementos de un conjunto.
  - c. El único conjunto que consideran como variable es el conjunto cuyos elementos son:  $\{u, w, x, y, z\}$
  - d. Dado el conjunto  $\{x|x \text{ es una vocal del alfabeto}\}$ , no aceptan que la variable sea 5
2. En cuanto a la Categoría 2. Notación:
  - a. No aceptan que solo se puedan representar con la "x" y la "y", o mediante una serie de números o mediante una serie de objetos.
  - b. No aceptan que gráficamente se puedan representar mediante la recta numérica o con un segmento de recta.
  - c. Dado  $f(x) = 2x + 1$ : no aceptan que "x" y "y" sean constantes pero sí que ambas son variables.
3. En cuanto a la Categoría 3. Detección de variables:
  - a. No reconocen al 10 como variable, dado  $y=10$  con  $y=f(x)$  en donde  $x>10$
  - b. En la expresión  $P(r)=2\pi r$ , para  $r>0$ , rechazan que  $P(r)$  sea constante y que  $P(5)$  sea variable.
4. En relación a la Categoría 5. Relación algebraica:

- a. No aceptan a:  $y = x^2 - d^2$ ,  $y^2 - x^2 = d$ ,  $y^2 - 4px = 0$  y  $y^2 = d^2$ , como la expresión algebraica que relaciona a un punto  $(x, y)$  que se mueve en el plano de modo que la distancia “d” al origen sea siempre la misma.
- b. No aceptan que sólo el valor de “y” ó solo el valor de “x” sea el que cambie en las coordenadas de un punto si éste se mueve sobre la gráfica de  $y = x^2$ .

## II. Características particulares de cada uno de los tres cluster o grupos

1. Las ideas que tiene en común el Cluster 1, (18 alumnos) referentes a cada categoría, son:
  - a. Concepto de variable
    - i. Consideran que para que la letra “a” represente una variable ésta debe cambiar de valor.
    - ii. Consideran que “x” representa la variable en el conjunto  $A = \{x | x \text{ es una vocal del alfabeto}\}$ .
  - b. Notación
    - i. Consideran que la mejor forma para representar a las variables es a través de una gráfica en el plano cartesiano.
    - ii. Identifican en la expresión  $f(x) = 2x + 1$ , a  $f(x)$  como una variable y a  $f(2)$  como una constante
    - iii. No consideran a “x” una variable en la expresión  $5x - 3 = 13$ .
  - c. Detección de variables
    - i. Identifican a “x” como variable si  $y = f(x)$  en donde  $x > 10$
    - ii. Reconocen a  $2\pi$  como constante y  $2\pi r$  como variable en la expresión.  $P(r) = 2\pi r$ , para  $r > 10$
    - iii. Determinan que en la expresión  $0.5 < y < 1$ , se habla de una variable, así como cuando  $x \rightarrow 0$ ;  $0 < f(x) < 10$  y  $x \approx 0$ .
  - d. Relación algebraica
    - i. Consideran que si un punto se mueve en el plano de modo que sus coordenadas se rigen por la fórmula  $y = x^2$ . Entonces lo que cambia es: el punto, las coordenadas del punto, el valor de “x” e “y” y que si cambia el valor de “x” entonces también cambiará el valor de “y”.
2. Las ideas que tiene en común el Cluster 2, (21 alumnos) referentes a cada categoría, son:
  - a. Concepto de variable
    - i. Consideran que “x” no es la variable en el conjunto  $A = \{x | x \text{ es una vocal del alfabeto}\}$ , sino que lo son los elementos: a, e, i, o, u.
  - b. Notación
    - i. Consideran que las variables solo se pueden representar con las últimas letras del alfabeto y que en la expresión  $5x - 2 = 13$ , “x” es una variable. No consideran que una buena forma para representar variables sea a través de una tabla donde se relacionen los valores de “x” con un valor constante de “y”.
  - c. Detección de variables
    - i. No identifican a “x” y a “y” como variables en la expresión  $y = f(x)$  en donde  $x > 10$
    - ii. No consideran que se está hablando de una variable cuando  $x \rightarrow 0$ ; o cuando  $x \approx 0$ . ni tampoco cuando  $y = -1$  y  $x = 0$

- d. Relación de variables
  - i. Consideran que lo que no cambian las coordenadas de un punto, cuando éste se mueve en el plano sobre la gráfica de  $y=x^2$ ,
- 3. Las ideas que tiene en común el Cluster 3, (13 alumnos) referentes a cada categoría, son:
  - a. Concepto de variable
    - i. No consideran que para que la letra “a” represente una variable ésta deba cambiar de valor.
    - ii. Tampoco consideran que los elementos a, e, i o, u, del conjunto  $A=\{x|x \text{ es una vocal del alfabeto}\}$  sean variables.
  - b. Notación
    - i. No consideran que las variables solo se puedan representar con las últimas letras del alfabeto.
    - ii. Consideran que la mejor forma para representar variables es a través de una tabla donde se relacionen los valores de “x” con un valor constante de “y” y no a través de una gráfica en el plano cartesiano.
    - iii. No identifican en la expresión  $f(x)=2x+1$ , a  $f(x)$  como una variable y a  $f(2)$  como una constante.
  - c. Detección de variables
    - i. Identifican a solo “y” y a “x” y “y” como variables en  $y=10$ , con  $y=f(x)$  en donde  $x>10$  pero no solo a la “x”
    - ii. No identifican a  $2\pi$  como una constante ni a  $2\pi r$  como variable en la expresión.  $P(r)=2\pi r$ , para  $r>10$
    - iii. Consideran que se está hablando de una variable cuando se tienen expresiones tales como:  $x=0$  y  $y=-1$ , pero no cuando se tienen expresiones como:  $0.5<y<1$  ó  $0<f(x)<10$ .
  - d. Relación algebraica
    - i. Consideran que si un punto se mueve en el plano de modo que sus coordenadas están determinadas por la relación  $y=x^2$ . Entonces no cambia el punto, ni el valor de “x” y “y” y no aceptan que si cambia el valor de “x” cambia entonces también cambia el valor de “y”.

### **Conclusiones y recomendaciones**

Al analizar los resultados, se pudo observar que algunas de las ideas que tienen algunos de los estudiantes, manifiestan que a pesar del nivel académico alcanzado, no han logrado conceptualizar adecuadamente cuestiones elementales de la matemática del cambio y la variación, como son: el concepto de variable, su notación, la forma de representarlas, etc.

Cabe destacar que si el concepto de variable no es fácil de definir dado que su significado puede cambiar de acuerdo al contexto en el cual aparece; es de esperarse que tampoco sea fácil su conceptualización. Sin embargo como docentes debemos buscar formas para incidir positivamente para lograrlo. Por tal motivo, se considera pertinente que en lugar de aplicar éste cuestionario al finalizar el curso de Cálculo Diferencial, se aplique a su inicio con el fin de detectar que ideas que tienen los estudiantes, de manera que se puedan tomar medidas que faciliten el aprendizaje.

## Bibliografía

- Usiskin Z (1988) "Conceptions of School Álgebra and Uses of Variables" en Cox ford a. F. y Shulte A. P. (eds) *The Ideas of Algebra K-12* pp. 8-19
- Hair Joseph, Anderson R. (1998) "Multivariate Data Analysis" Prentice Hall, Fourth edition
- Visauta B.(1998) "Análisis Estadístico con SPSS para Windows" Volumen II: Estadística Multivariante, Mc Graw Hill, México
- Cáceres, T.: 1997. *Estudio exploratorio de las ideas variacionales en estudiantes del bachillerato y principiantes universitarios*. Tesis de maestría. Inédita. Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV, IPN.
- Cantoral, R.: 1997. *Pensamiento y lenguaje variacional* (inédito). Seminario de investigación de área de Educación Superior. Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV del IPN.
- Dolores, C.: 1989. Algunos Obstáculos epistemológicos relativos a la noción de derivada. *Memorias de la 3ª. Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa*. San José de Costa Rica, C.A.
- Dolores, C.: 1996. *Una propuesta didáctica para la enseñanza de la derivada en el bachillerato*. Tesis Doctoral. Inédita. Biblioteca de la Facultad de Matemáticas de la UAG. Chilpancingo Gro.
- Dolores, C.: 1997. *Algunas ideas que acerca de la derivada se forman los estudiantes del bachillerato en sus cursos de Cálculo Diferencial. Investigación en Matemática Educativa. 2º. Volumen*. Artículo aceptado para su publicación en el Libro conmemorativo al 35 Aniversario del CINVESTAV del IPN. Grupo Editorial Iberoamérica. México D. F.
- Dolores, C.: 1998. *Una introducción a la derivada a través de la variación*. Libro aceptado para su publicación en la Serie Cuadernos Didácticos por el Grupo Editorial Iberoamérica. México D. F.
- Fernandez, J.: 2000. *Un Estudio Exploratorio sobre ideas variacionales en estudiantes escolarizados de bachillerato*. Tesis de Maestría. Biblioteca de la Facultad de Matemáticas de la UAG. Chilpancingo Gro.
- Martínez, M. / Medina, M. / Guerrero, L.: 2000. *Un estudio acerca de las concepciones de los estudiantes sobre el comportamiento variacional de funciones elementales*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Santibañez, R.: 2001. *Desarrollo del Pensamiento y Lenguaje Variacional en Situación Escolar con Estudiantes de Bachillerato*. Tesis de Maestría. Biblioteca de la Facultad de Matemáticas de la UAG. Chilpancingo Gro.
- Solache, J./ Díaz, R.: 1999. *El Desarrollo del Pensamiento Variacional. Una Experiencia Pedagógica en Situación Escolar en el Bachillerato*. Tesis presentada en opción al grado de Licenciatura en Matemática Educativa. Biblioteca de la Facultad de Matemáticas de la UAG. Chilpancingo Gro.

## Anexo: Cuestionario

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY  
CAMPUS CUERNAVACA

ESTE CUESTIONARIO ESTA DISEÑADO PARA EXPLORAR ALGUNAS IDEAS MATEMATICAS QUE SEGURAMENTE DESARROLLASTE EN TUS CURSOS DE MATEMATICAS. TE PEDIMOS LO CONTESTES CON SERIEDAD.

NOMBRE \_\_\_\_\_ MATRÍCULA \_\_\_\_\_ FECHA 15 de noviembre del 2001  
CURSO PM95500

**INDICACIONES:** LEE CUIDADOSAMENTE CADA UNA DE LAS SIGUIENTE PREGUNTAS Y SUBRAYA LA RESPUESTA CORRECTA. EN ALGUNAS PREGUNTAS SE PRESENTAN DOS O MÁS OPCIONES QUE CONTESTAN CORRECTAMENTE. .

1. ¿Qué entiendes por variable?

- A) **Es la totalidad de elementos de un conjunto**    B) Es una cantidad que cambia    C) **Es un signo** indefinido    D) **Es un conjunto** de valores    E) Es una letra que cambia de valor    f) Otra \_\_\_\_\_

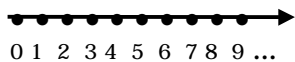
2.- **Proponga tres ejemplos de la realidad en donde estén presentes las variables.**

A) \_\_\_\_\_ B) \_\_\_\_\_ C) \_\_\_\_\_

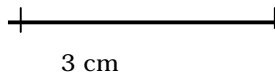
3.- ¿Cómo se representan las variables?

- A) Con cualquier signo    B) Con las últimas letras del alfabeto    C) **Solamente con** la "x" y la "y"    D) **Mediante una serie** de números    E) **Mediante una** serie de objetos    F) Otra \_\_\_\_\_

4.- De los siguientes dibujos, selecciona el que mejor represente variables:



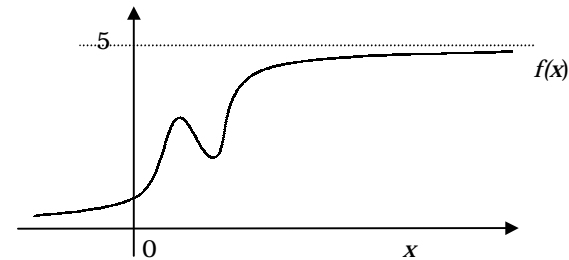
A



B

y	5	5	5	5	5	5	5	5
x	-2	-1	0	1	2	3	4	5

C



D

5.-¿Qué es una constante?.

- A) **Es la totalidad de** elementos de un conjunto    B) Es una cantidad que no cambia    C) Es un número    d) Es un valor, que no cambia    e) Otra \_\_\_\_\_

6.- Supongamos que tenemos, digamos a, ¿Qué atributos debe tener esta letra para que represente una variable?

- A) **a = f(x),**    B) Representar a cualquier elemento de un conjunto de números    C) Que cambie de valor    D) **Debe representar a todos** los elementos de un conjunto    E) **a = 3x-2 = 6.**    F) otra \_\_\_\_\_

7.- Sea  $5x - 2 = 13$

A)  $x$  es una variable B)  $x$  es una constante C)  $x$  es una incógnita D) otra: \_\_\_\_\_

8.- Sea  $x + y = 1$

A)  $x$  e  $y$  son constantes B)  $x$  e  $y$  son valores desconocidos C)  $x$  e  $y$  son variables D)  $x = 0.5$  e  $y = 0.5$  e) Otra: \_\_\_\_\_

9.- Sea  $f(x) = 2x + 1$ .

A)  $f(2)$  es una variable B)  $2x$  es una variable C)  $f(x)$  es una variable D)  $f(2)$  es constante E)  $x$  es una variable F) otra \_\_\_\_\_

10.- Sea  $y = 10$ , con  $y = f(x)$  en donde  $x > 0$  ¿Cuáles son las variables en esta situación?

A)  $y$  B)  $f(x)$  C)  $x$  e  $y$  D)  $x$  E) 10 F) otra \_\_\_\_\_

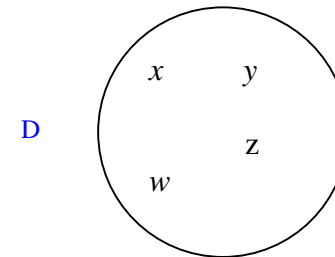
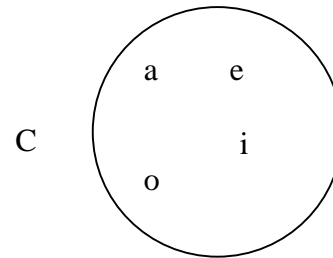
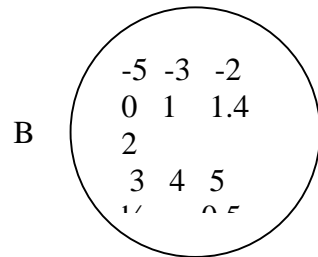
11.- Sea  $P(r) = 2\pi r$ , para  $r > 0$ .

A)  $r$  es un valor desconocido B)  $2\pi r$  es una variable C)  $2\pi$  es una constante D)  $P(r)$  es constante E)  $P(5)$  es variable F) otra: \_\_\_\_\_

12.- ¿En cuáles de los casos siguientes se está hablando de una variable?

A)  $x = 0$  B)  $0.5 < y < 1$  C)  $y = -1$  D)  $x \rightarrow 0$  E)  $0 < f(x) < 10$  F)  $x \approx 0$  (equis es aproximadamente cero) G) Otra: \_\_\_\_\_  
¿En qué caso estamos frente a una variable? Argumente su respuesta

13.- Los conjuntos A, B, C y D, son tales que sus elementos correspondientes aparecen en los círculos respectivos. ¿Qué conjuntos pueden ser considerados como variables?



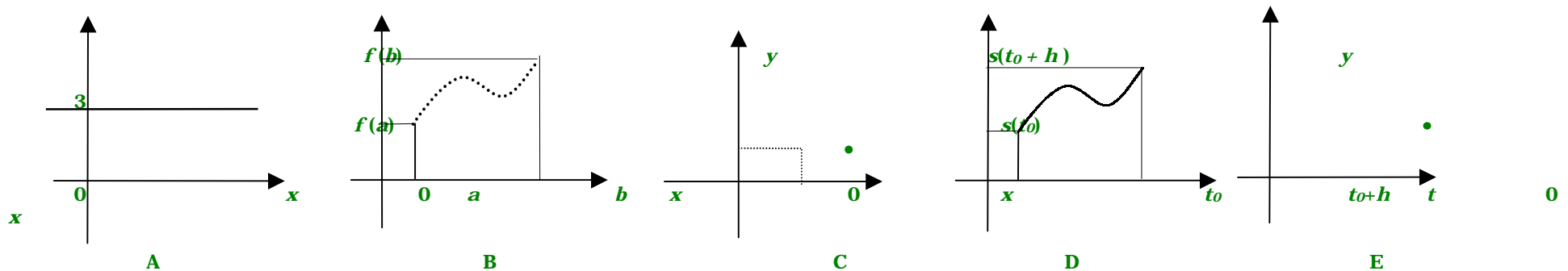
14.- Sea el conjunto A formado por los elementos x tal que x es una vocal del alfabeto.

- A) El conjunto A      B) x es la variable      C) La variable es 5.      D) Los elementos: a, e, i, o, u, son las variables      E) otra: \_\_\_\_\_

15.- Identifica en las fórmulas siguientes las variable y las constantes, y escribe en los casilleros correspondientes.

	$f(x) = \frac{5}{9}(x - 32)$	$A = \pi r^2$	$x^2 - 4py = 0$	$s = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$	$x^2 + y^2 = r^2$
<b>Variables</b>					
<b>Constantes</b>					

16.- A continuación se te presentan varios gráficos ¿En qué casos se representan constantes y en cuál variables?



17. El radio de una circunferencia puede variar independientemente de cualquier otra magnitud mientras que la superficie del círculo varia forzosamente al variar el radio. ¿Cuáles son las variable dependiente? \_\_\_\_\_ ¿Cuál es la variable independiente? \_\_\_\_\_

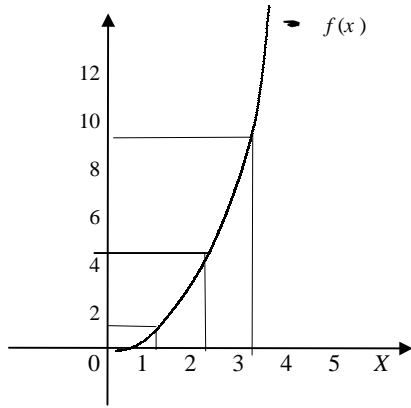
18.- Un punto se mueve en el plano de tal manera que las distancias respecto del eje de las "x" y de las "y" es siempre la misma. ¿Cuál debe ser la fórmula que relaciona a las variables "x" e "y" para que esto suceda?

- A)  $2y - x = 0$       B)  $y = \sqrt{x}$       C)  $y = 4px^2$       D)  $y^2 - 4px = 0$       E)  $y = x$       F) Otra: \_\_\_\_\_

19.- El punto P(x, y) se mueve en el plano de modo que la distancia d al origen es siempre la misma. ¿Cuál es la fórmula que rige a este serie de puntos?

- A)  $y = x^2 - d^2$       B)  $x^2 + y^2 = d^2$       C)  $y^2 - x^2 = d$       D)  $y^2 - 4px = 0$       E)  $y^2 = d^2$       F) Otra: \_\_\_\_\_

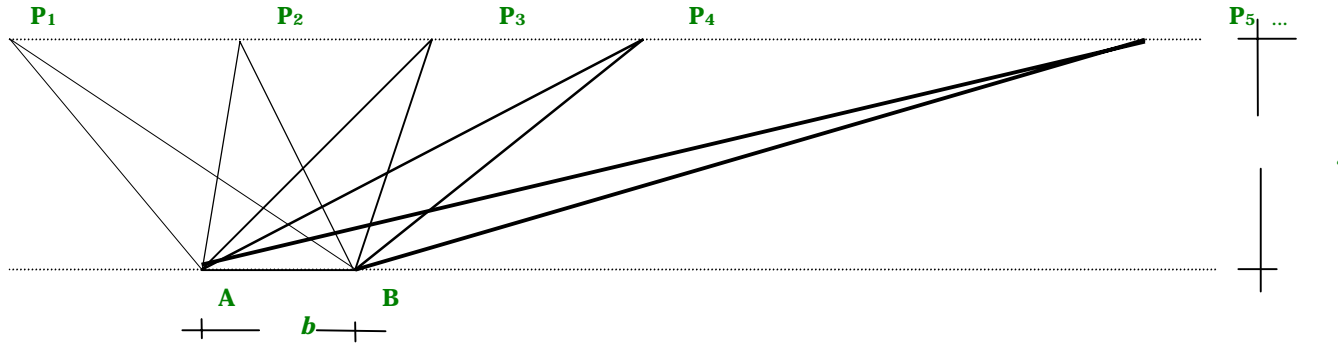
20.- Un punto se mueve en el plano de modo que sus coordenadas se rigen por la fórmula  $y = x^2$ . Al moverse el punto describe la siguiente gráfica:



¿Qué es lo que cambia?

- A) El punto    B) Las coordenadas del punto    C) El valor de  $x$  e  $y$     D) Sólo el valor de las  $y$     E) Sólo el valor de  $x$     F) Si el valor de las  $x$  **cambia también cambia el valor de las  $y$**     **F) otra \_\_\_\_\_**

**21. A continuación aparecen dibujados varios triángulos**



¿Hay cambios en este proceso? \_\_\_\_\_ ¿Qué es lo que cambia? \_\_\_\_\_ ¿Qué es lo que no cambia? \_\_\_\_\_  
 Argumenta tus respuestas \_\_\_\_\_



# APLICACIÓN DEL ÁLGEBRA A LA TEORÍA DE INVENTARIOS

Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón \*

Anteriormente, en varios artículos y libros, las fórmulas para calcular la cantidad económica a ordenar (EOQ) y la cantidad económica a producir (EPQ) se han derivado usando la técnica de optimización del cálculo diferencial. Durante el proceso se requiere resolver dos ecuaciones simultáneas obtenidas de las dos primeras derivadas parciales de la función del costo total; con la previa verificación de las condiciones de optimalidad. En trabajos previos, apareció un nuevo enfoque para encontrar el EOQ y EPQ sin y con faltantes por medio de un desarrollo algebraico simple. Este artículo presenta una extensión al enfoque algebraico para determinar el tamaño del lote económico para un sistema de inventario integral para la relación vendedor-comprador. Los resultados finales son las mismas fórmulas que han sido reportadas en los libros clásicos de teoría de inventarios. Finalmente, el método algebraico propuesto en este artículo se puede usar en las clases de licenciatura que cubran el tema de teoría de inventarios como un método alternativo al clásico enfoque de optimización, así como también para introducir la teoría de inventarios a nivel bachillerato.

Palabras clave: modelos de inventarios, cantidad económica a comprar.

## 1. Introducción.

El tamaño del lote económico ha sido estudiado extensivamente desde que Harris Ford Whitman [1] presentó la famosa fórmula del EOQ en 1913. Harris Ford mencionó que el desarrollo de la fórmula requería de matemáticas avanzadas; refiriéndose a que se utilizaba la técnica de optimización del cálculo diferencial en los criterios de la primera y segunda derivadas. La mayoría de la literatura sobre la teoría de inventarios contiene los modelos básicos del EOQ con o sin faltantes, y el EPQ con o sin faltantes derivados de acuerdo al cálculo diferencial. Durante el proceso para encontrar las expresiones finales para determinar la cantidad económica a ordenar o producir se necesita realizar procedimientos matemáticos que resultan complicados para la mayoría de los estudiantes que carecen de conocimientos sobre cálculo diferencial.

Uno de los puntos clave en el éxito de los e-business es la integración del sistema del vendedor-comprador. A. Banerjee [2] desarrolló un modelo de inventarios para determinar el tamaño del lote económico de manera conjunta para la relación vendedor-comprador considerando que existe un solo vendedor y un solo comprador; además el vendedor tiene una razón de producción finita. S.K. Goyal[3] realizó una modificación al modelo de A. Banerjee, la cual resultó en tener un menor costo total conjunto. En ambos modelos se usó la clásica técnica de optimización del cálculo diferencial.

En la revisión de la literatura y recopilación de los métodos se encontró que ha existido la preocupación por determinar formas diferentes para calcular la cantidad de productos a comprar

---

\* Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón, profesor asociado del Depto. Ing. Industrial y de Sistemas ITESM, Campus Monterrey. lecarden@itesm.mx

sin considerar faltantes. Por ejemplo, algunos autores presentaron varios enfoques para encontrar el EOQ sin faltantes de una manera más simple. Específicamente están los autores: Thierauf y Grosse [4], quienes presentaron el enfoque tabular, gráfico y algebraico como alternativa al enfoque del cálculo diferencial. El enfoque algebraico que proponen Thierauf y Grosse realmente no es un desarrollo algebraico puro.

Un desarrollo algebraico para determinar la cantidad económica de productos a comprar sin considerar el caso de faltantes fue presentado por R. Grubbström [5] en 1995. R. Grubbström y A. Erdem [6] han demostrado que la fórmula del EOQ estándar con faltantes puede derivarse sin la técnica clásica de optimización, en otras palabras, sin el cálculo diferencial. L.E. Cárdenas Barrón [7] desarrolló algebraicamente el modelo de inventarios de lote de producción, el EPQ sin faltantes. Posteriormente, en un artículo reciente, L.E. Cárdenas Barrón [8] derivó el modelo general de la teoría de inventarios, el EPQ con faltantes, aplicando el enfoque algebraico.

R. Grubbström y A. Erdem [6] mencionan que este enfoque debe considerarse como una estrategia pedagógica para explicar el concepto del EOQ a los estudiantes que carecen del conocimiento sobre derivadas, ecuaciones simultáneas y el procedimiento para construir y examinar la matriz Hessiana. L.E. Cárdenas Barrón [8] propone que el enfoque algebraico es un área de oportunidad para introducir la teoría de inventarios a nivel bachillerato.

## 2. Metodología.

El objetivo de este trabajo es encontrar una forma alternativa para determinar el tamaño del lote económico de productos a comprar en un sistema de inventarios integral para la relación vendedor-comprador de tal manera que sea sencilla y que no requiera del cálculo diferencial; así como también esté fundamentada en un desarrollo algebraico.

A continuación en este artículo se presenta el desarrollo del modelo para determinar el tamaño del lote económico de productos a comprar en un sistema de inventarios integral para la relación vendedor-comprador por medio del método algebraico, el cual viene siendo una extensión al método de R. Grubbström, A. Erdem y L.E. Cárdenas Barrón [5-8].

En la derivación algebraica del modelo se utiliza la siguiente notación:

$C_v$ = costo de preparación del vendedor  
 $C_b$ =costo de ordenar del comprador  
 $H_v$ = costo de mantener inventario del vendedor  
 $H_b$ = costo de mantener inventario del comprador  
 $d$ = razón de demanda  
 $T_v$ =tiempo de ciclo del vendedor  
 $T_b$ =intervalo de reabastecimiento del comprador  
 $Q_v$ = tamaño del lote del vendedor por ciclo  $T_v$   
 $Q_b$ = tamaño del lote del comprador por entrega  
 $TC_v$ =costo total del vendedor  
 $TC_b$ = costo total del comprador  
 $TC$ = costo total conjunto de  $TC_v$  y  $TC_b$ .

Se invita al lector no familiarizado con el tema consultar a E.A. Silver, D.F. Pike y R. Peterson [9, pp. 477-481]

El costo total del comprador está representado por la ecuación (1) y el costo total del vendedor está representado por la ecuación (2). El tamaño del lote económico del comprador es igual al tiempo de reabastecimiento del comprador por la razón de demanda, el tamaño del lote económico del vendedor es igual a  $n$  veces el tamaño del lote del comprador, donde  $n$  es un entero positivo. Ambos tamaños de lote económico están representados por las ecuaciones (3) y (4).

$$TC_b = \frac{C_b}{T_b} + \frac{Q_b H_b}{2} \quad (1)$$

$$TC_v = \frac{C_v}{T_v} + \frac{Q_v H_v}{2} \quad (2)$$

$$Q_b = T_b d \quad (3)$$

$$Q_v = nQ_b \quad (4)$$

$$T_v = nT_b \quad (5)$$

El costo total conjunto (TC) del sistema de inventarios de la relación integral de vendedor – comprador está dada por la ecuación siguiente:

$$TC = \frac{C_b}{T_b} + \frac{dT_b H_b}{2} + \frac{C_v}{nT_b} + \frac{nT_b dH_v}{2} \quad (6)$$

Factorizando la ecuación (6) llegamos a la ecuación (7) :

$$TC = \frac{1}{T_b} \left[ (C_b + \frac{C_v}{n}) + T_b^2 (\frac{dH_b}{2} + \frac{ndH_v}{2}) \right]$$

$$TC = \frac{d}{2T_b} [H_b + nH_v] \left[ T_b^2 + \frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)} \right] \quad (7)$$

Completando el trinomio cuadrado perfecto con respecto a la variable  $T_b$  :

$$TC = \frac{d}{2T_b} [H_b + nH_v] \left[ T_b^2 - 2T_b \sqrt{\frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)}} + \frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)} + 2T_b \sqrt{\frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)}} \right] \quad (8)$$

Factorizando el trinomio cuadrado perfecto en binomio al cuadrado obtenemos :

$$TC = \frac{d}{2T_b} [H_b + nH_v] \left[ (T_b - \sqrt{\frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)}})^2 + 2T_b \sqrt{\frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)}} \right]$$

$$TC = \frac{d}{2} [H_b + nH_v] \left[ \left( \frac{1}{T_b} \right) (T_b - \sqrt{\frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)}})^2 + 2 \sqrt{\frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)}} \right] \quad (9)$$

### 3. Resultados y Discusión

La ecuación (9) representa el costo total conjunto del sistema integral de la relación vendedor-comprador, la cual tiene un valor mínimo cuando:

$$T_b = \sqrt{\frac{2(C_b + \frac{C_v}{n})}{d(H_b + nH_v)}}$$

Por lo tanto el tamaño del lote económico óptimo para el comprador está dado por:

$$Q_b = \sqrt{\frac{2d(C_b + \frac{C_v}{n})}{H_b + nH_v}} \quad (10)$$

La ecuación (10) es idéntica a la ecuación (12.7) de Silver et al. ( página 480).

El valor óptimo de la variable n se puede obtener siguiendo el mismo procedimiento que se realizó para obtener el valor óptimo de  $T_b$ . Sustituyendo el valor óptimo de  $T_b$  en la ecuación (9) obtenemos el valor óptimo para el costo total conjunto del sistema integral de la relación vendedor-comprador:

$$TC = \sqrt{2d(C_b + \frac{C_v}{n})(H_b + nH_v)} \quad (11)$$

Reescribiendo la expresión del costo total :

$$TC = \sqrt{2d(C_b H_b + C_v H_v + \frac{C_v}{n} H_b + C_b n H_v)}$$

sea  $w = \frac{C_v}{n} H_b + C_b n H_v$  y aplicando el mismo procedimiento algebraico anterior llegamos a :

$$w = C_b H_v \left[ \frac{1}{n} \left( n - \sqrt{\frac{C_v H_b}{C_b H_v}} \right)^2 + 2 \sqrt{\frac{C_v H_b}{C_b H_v}} \right]$$

$$n = \left\lfloor \sqrt{\frac{C_v H_b}{C_b H_v}} \right\rfloor \quad \text{ó} \quad n = \left\lfloor \sqrt{\frac{C_v H_b}{C_b H_v}} \right\rfloor + 1 \quad (12)$$

donde  $\lfloor p \rfloor$  es el entero más grande menor e igual a p.

La ecuación (12) es idéntica a la ecuación (12.5) de Silver et al. ( página 480). Para encontrar los valores óptimos numéricos se recomienda seguir el procedimiento que sugieren Silver et al en la página 480.

#### 4. Conclusión

En este artículo se presentó un método alternativo para determinar el tamaño del lote económico de productos en la relación de vendedor - comprador sin usar cálculo diferencial. El procedimiento algebraico propuesto en la derivación del modelo debe de ser considerado como una manera eficiente y sencilla de explicar la teoría básica de inventarios a estudiantes que no tienen conocimientos de cálculo diferencial.

Finalmente, el método algebraico propuesto en este artículo se puede usar en las clases de licenciatura que cubran el tema de teoría de inventarios como un método alternativo al clásico enfoque de optimización, así como también, este método algebraico podría usarse para introducir la teoría de inventarios a nivel bachillerato.

#### 5. Referencias

- [1] Harris, F.W., 1913. How many parts to make at once, *Factory, The Magazine of Management*, Vol. 10 No. 2 pp. 135-136, 152.
- [2] Banerjee, A., 1986. A joint economic-lot-size for purchaser and vendor, *Decision Sciences* (17) pp 292-311.
- [3] Goyal, S.K., 1988. A joint economic-lot-size for purchaser and vendor: A comment, *Decision Sciences* (19) pp 236-241.
- [4] Thierauf, R.J. and Grosse, R.A., 1970. *Decision Making Through Operations Research*, Wiley, New York.
- [5] Grubbström, R.W., 1995. Modelling production opportunities -- an historical overview, *International Journal Of Production Economics* (41) pp. 1-14.
- [6] Grubbström, R.W. and Erdem, A., 1999. The EOQ with backlogging derived without derivatives. *International Journal Of Production Economics* (59) pp. 529-530.
- [7] Cárdenas-Barrón, L.E., 2001. The economic production quantity without backlogging derived with algebra, 6th International Conference of The Decision Sciences Institute, Chihuahua, México.
- [8] Cárdenas-Barrón, L.E., 2001. The economic production quantity (EPQ) with shortage derived algebraically. *International Journal Of Production Economics* (70) pp. 289-292.
- [9] Silver, E.A., Pike, D.F. and Peterson R., 1998. *Inventory management and production planning and scheduling*, John Wiley and Sons, Inc. N.Y.

EXÁMENES COLABORATIVOS E INDIVIDUALES EN LA  
ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

M.en C. María González Cerezo

Tec de Monterrey  
Campus Cuernavaca  
México

## ¿Porqué trabajo en equipo?

- Orígenes Lúdicos
- La sociedad está compuesta por grupos
- Relaciones interpersonales
- Heterogeneidad académica de los alumnos
- Integración a la comunidad universitaria

## Actividades que facilitan el trabajo colaborativo

- Dinámicas de grupo a lo largo del semestre
- Reglas del juego precisas
- Formas de evaluación diversas :
  - de grupo e individual
- Retroalimentación constante
- Contrastar con otras técnicas

## Objetivos a cumplir con la Técnica

Desarrollar, a través del trabajo colaborativo:

- **Una buena comunicación en la evaluación**
- **La habilidad para analizar, proponer, discutir y resolver problemas en grupo**
- **La capacidad de lograr un clima de respeto.**
- **El compromiso de obtener buenos resultados conjuntos**
- **La capacidad de aprender de los demás**
- **La responsabilidad para evaluar el trabajo colaborativo**

## Intenciones del proceso

- **Utilizar elementos del aprendizaje significativo en exámenes de grupos colaborativos**
- **Llevar a cabo en cada clase una mayor integración de los grupos .**

- **Promover el aprendizaje a partir de otras experiencias y el coaprendizaje**
- **Uso de tecnología**

Principios básicos del aprendizaje colaborativo.  
En los exámenes de Matemáticas:

- La responsabilidad de los resultados es compartida.
- Todos se “salvan” o todos se “hunden”
- La información que reciben deberá integrarse para obtener resultados
- Se integran en el examen habilidades y conocimientos

Conclusiones sobre la aplicación de la técnica en la evaluación

Los alumnos desarrollan nuevas Habilidades Actitudes y Valores:

- Buena comunicación oral y escrita
- Capacidad de análisis y síntesis
- Respeto y responsabilidad
- Tolerancia por la diversidad en el conocimiento
- Crítica y autocrítica

...

...Conclusiones sobre la aplicación de la técnica

Los alumnos desarrollan su capacidad de

- dar sentido a su aprendizaje
- construir a partir de sus conocimientos previos



- aprender de los demás
- cumplir tiempos y programas
- compartir responsabilidades
- involucrarse en el aprendizaje de los demás

**EI PBL COMO MEDIO PARA REFORZAR EL CONOCIMIENTO.** Raúl Pérez Marcial, Evelin Salgado Mejía, Departamento de Ciencias Básicas. Campus Toluca, ITESM

Se estudia el impacto que tiene la metodología PBL al ser usada como una técnica para reforzar la adquisición de conocimiento y desarrollo de habilidades. Se trabajó con la población de alumnos del curso de Matemáticas I para Ciencias Sociales dividiéndola en dos muestras, una que trabajó con un curso rediseñado pero sin técnica PBL y la otra con un curso rediseñado y con técnica PBL. El parámetro de comparación utilizado fue la calificación del examen final y se realizó una prueba de hipótesis con el promedio muestral de las calificaciones finales para establecer una conclusión acerca de las ventajas de usar la técnica PBL .

**Área: Ciencias Exactas y Naturales**  
**Coordinador de área: Mtro. Ricardo Ojeda De la Cruz**

**Ciencias naturales: Física, climatología y óptica**  
**Coordinador de mesa: Dr. Alfonso Serrano Heredia**

# AN ALTERNATIVE METHOD TO STUDY THE STABILITY OF LASER RESONATORS.

Julio César Gutiérrez Vega\*

An alternative mathematical technique is proposed for studying the stability of the lowest order mode of resonators. The technique consist on transforming the complex beam parameter into another parameter, such that the ABCD self-consistency equation becomes linear. The versatility of the technique is demonstrated with several examples.

Keywords: Resonators, complex q parameter, Gaussian beams

## 1. Introduction

An optical resonator confines and stores light at certain resonant frequencies [1]. The laser is an optical resonator containing a medium that amplifies light. The geometrical configuration of the cavity plays an important role in the stability of the resonator. On this respect, spherical-mirror resonators provide a more stable configuration for the confinement of light that renders them less sensitive to misalignment under certain geometrical conditions. The modes of a resonator with spherical mirrors are Gaussian, Hermite-Gaussian, and Laguerre-Gaussian optical beams. The study of the beam characteristics is therefore useful to understanding and controlling the behavior of the laser resonators.

In this manuscript we present an alternative mathematical technique for studying the fundamental mode (Gaussian beam) of laser resonators. Basically, the technique consist on transforming the complex beam parameter into another more suitable complex parameter, such that the ABCD self-consistency equation takes on a linear form instead of the usual bilinear one. As a result, mathematical manipulations are reduced to simple linear algebra. We believe that this method is a useful complement to the already existing analytical procedures for the study of resonators.

To demonstrate its versatility, we will investigate the perturbation stability of an arbitrary resonator for arbitrarily large perturbations. In this respect, we will show that our method enables one to study the topological properties of the path, traced in the complex plane by the perturbed beam parameter upon convergence to (or divergence from) the confined solution of the self-consistency equation for the resonator. Finally, we will apply our method to derive conditions for an arbitrary mode to be self-reproduced after multiple cavity roundtrips.

## 2. Metodology

### 2.1. Preliminary concepts

The Gaussian beam is the fundamental mode in a spherical-mirror resonator. It is a circularly symmetric wave whose energy is confined about its axis (say  $z$  axis) and whose wavefront normals are paraxial rays, see Fig. 1. At an axial distance  $z$  from the beam waist, the complex amplitude  $U(\mathbf{r})$  of the Gaussian beam is

$$U(\mathbf{r}) = U_0 \frac{w_0}{w(z)} \exp\left[-\frac{r^2}{w^2(z)}\right] \exp\left[-ikz - ik\frac{r^2}{2R(z)} + i \tan^{-1}\left(\frac{z}{z_0}\right)\right], \quad (1)$$

---

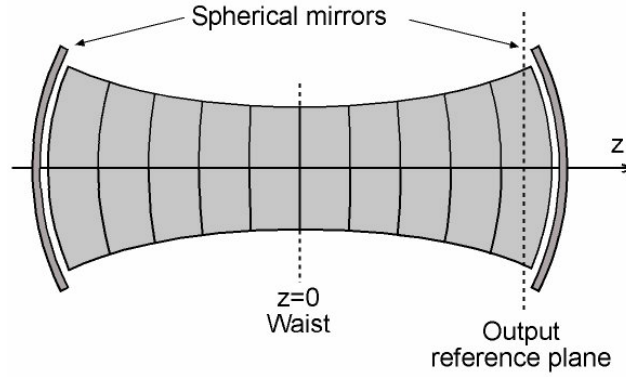
\* Dr. Julio César Gutiérrez Vega, Physics Department, ITESM, Campus Monterrey, juliocesar@itesm.mx

where  $k = \omega/c$  is the wavenumber and

$$w(z) = w_0 \left[ 1 + \left( \frac{z}{z_0} \right)^2 \right]^{1/2}, \quad (2a)$$

is the width of the beam, *i.e.* the distance at which the field amplitude is  $e^{-1}$  times that on the axis. The constant  $z_0 = kw_0^2/2$  is the Rayleigh range, at which the beam wavefronts are most curved. The beam width  $w(z)$  increases in both transverse directions from its minimum value  $w_0$  at the beam waist ( $z = 0$ ). The radius of curvature of the wavefronts is given by

$$R(z) = z \left[ 1 + \left( \frac{z_0}{z} \right)^2 \right]. \quad (2b)$$



**Figure 1:** Wavefronts of a Gaussian beam in a spherical mirror resonator.

The complex beam parameter  $q$  of a Gaussian beam at a transverse plane  $z$  is defined as

$$\frac{1}{q(z)} = \frac{1}{R(z)} - i \frac{2}{kw(z)^2}. \quad (3)$$

The parameter  $q$  is sufficient for characterizing a Gaussian beam of known peak amplitude. The linear dependence of the  $q$  parameter on  $z$  permits us readily determine  $q$  at all points, given  $q$  at a single point. In particular, the  $q$  parameters,  $q_1$  and  $q_2$ , of the incident and transmitted Gaussian beams at the input and output planes of a paraxial optical system described by the ABCD matrix (see Fig. 2) are related by the following bilinear equation

$$q_2 = \frac{Aq_1 + B}{Cq_1 + D} \quad (4)$$

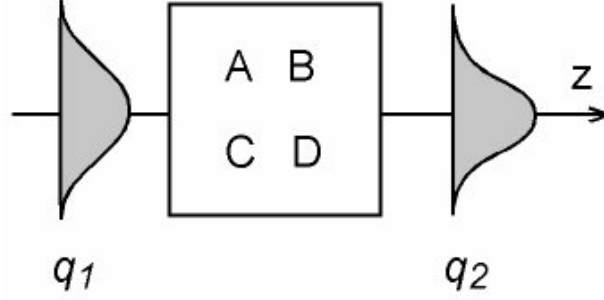
It is evident that the self-consistency condition for the Gaussian mode in a resonator yields a bilinear equation of the form

$$q = \frac{Aq + B}{Cq + D} = H(q), \quad (5)$$

where the constants  $A, B, C$  and  $D$  are the elements of the  $2 \times 2$  unimodular ABCD matrix [2], describing one cavity roundtrip (beginning and ending at the output reference plane). Henceforth, we will denote by  $H$  the bilinear transformation (5).

The self-consistency equation (5) yields two solutions, say  $q_a$  and  $q_b$ , given by

$$\frac{1}{q_a}, \frac{1}{q_b} = \frac{D - A}{2B} \pm \frac{1}{2B} \sqrt{(A + D)^2 - 4}. \quad (6)$$



**Figura 2:** Modificação de um feixe Gaussiano por um sistema paraxial arbitrário descrito por uma matriz ABCD.

These are the *self-consistent*  $q$  values of the resonator. In order to be physically acceptable,  $q_a$  or  $q_b$  has to be confined [3], i.e.

$$\text{Im} \left( \frac{1}{q} \right) < 0,$$

and in addition, perturbation stable. If  $q_0$  represents an arbitrarily large perturbed starting parameter, the latter condition implies that

$$q_n = H(q_{n-1}) = H^n(q_0), \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (7)$$

converges to a confined solution of the self-consistency equation. That solution is then called perturbation stable, and so is the resonator. Notice that, if the latter series converge, the limit has to be a solution of the Eq. (5), but not necessarily the confined one [1].

## 2.2. Description of the method

To check the perturbation stability, and to calculate the rate of convergence (or divergency) by computing  $R^n$  for arbitrarily  $n$  values, turns out to be very impractical. We therefore propose to handle this problem in another way. In fact, this is where our method originates from. We replace the original sequence  $(q_0, q_1, \dots, q_n, \dots)$  by other one  $(Q_0, Q_1, \dots, Q_n, \dots)$  that has the same convergency behavior. This will be the case if

$$\forall n : Q_n = T(q_n),$$

where  $T$  is a continuous mapping. For example, if  $q_a$  represents the stable and confined solution of the self-consistency equation,  $q_n$  will converge to  $q_a$ , and consequently  $Q_n$  will converge to  $T(q_a)$ . Obviously, the mapping  $T$  should render the determination of

$$Q_n = THT^{-1}(Q_{n-1}) \quad (8)$$

as easy as possible.

If  $T$  is also a bilinear transformation, the product  $THT^{-1}$  can be interpreted as a matrix product. Therefore the transformation  $T$  can be determined to diagonalize the matrix  $H$ . In other words, if

$$T = (v_1 \ v_2)^{-1},$$

where the column matrices  $v_1$  and  $v_2$  represent the eigenvectors of  $H$ , with corresponding eigenvalues  $u_1$  and  $u_2$ , then

$$THT^{-1} = \begin{pmatrix} u_1 & 0 \\ 0 & u_2 \end{pmatrix}. \quad (9)$$

We can now rewrite both the self-consistency equation (5) and the iteration equation (7) in the  $Q$ -plane. With the above choice for  $T$ , very simple forms are obtained. The self-consistency equation becomes

linear

$$Q = \frac{u_1}{u_2} Q, \quad (10)$$

with solutions

$$Q_a = 0, \quad (11a)$$

$$Q_b = \infty, \quad (11b)$$

being the images of  $q_a$  and  $q_b$  under the mapping  $T$ . The iteration equation in the  $Q$ -plane,

$$Q_n = \left( \frac{u_1}{u_2} \right)^n Q_0, \quad (12)$$

reveals that the perturbed  $Q_n$  parameter always will converge to either  $Q_a$  or  $Q_b$  depending on the absolute value of the ratio of the eigenvalues of  $R$ , except for the case of equal eigenvalues (degeneracy), for which the convergency is indifferent.

### 3. Results and discussion

The perturbation stability analysis of a resonator is a very simple and straightforward procedure in the  $Q$ -plane, as we will show now. From section 2, we can state already three relevant results:

1. Because  $Q_0$  is arbitrary, so is  $q_0$ . In other words, our perturbation analysis is not restricted to infinitely small perturbations.
2. Since the iteration equation (12) in the  $Q$ -plane always converge to a solution of the linear self-consistency equation (10),  $q_n$  always converge to a solution of its bilinear self-consistency equation (5). In other words,  $q_n$  always converges to either  $q_a$  or  $q_b$ .
3. If one solution of the linear self-consistency equation (5) is stable, the other one is unstable. Since  $T$  is a continuous mapping, the same is true for the solutions of the bilinear self-consistency equation in the  $q$ -plane. In other words, if  $q_a$  is stable,  $q_b$  is necessarily unstable and vice versa.

From the second conclusion, it follows that in order to investigate the stability of a particular resonator, one has to check whether  $Q_a$  or  $Q_b$  represent the confined solution under the mapping  $T$ . As we will explain now, this depends on which eigenvalue we choose to be  $u_1$ , and therefore determines which stability test,

$$\left| \frac{u_1}{u_2} \right| < 1, \quad \text{or} \quad (13a)$$

$$\left| \frac{u_1}{u_2} \right| > 1, \quad (13b)$$

has to be applied.

From the secular equation for  $H$ , we obtain the eigenvalues  $u_1$  and  $u_2$ , namely

$$u_1, u_2 = \frac{1}{2} \left[ (A + D) \mp \sqrt{(A + D)^2 - 4} \right].$$

The convergency rate upon consecutive cavity roundtrips can be inferred from

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{1}{4} \left[ (A + D) - \sqrt{(A + D)^2 - 4} \right]^2. \quad (14)$$

Next, from a straightforward calculation of the eigenvectors of  $H$ ,

$$v_j = \begin{pmatrix} 1 \\ (u_j - A)/B \end{pmatrix},$$

we obtain

$$T = \begin{pmatrix} 1/q_a & -1 \\ -1/q_b & 1 \end{pmatrix}, \quad (15)$$

from which we immediately notice that

$$T(q_a) = Q_a = 0, \quad (16a)$$

$$T(q_b) = Q_b = \infty. \quad (16b)$$

The stability condition is now determined without ambiguity. According to (12) and (16),  $q_a$  will be the stable solution if condition (13a) is fulfilled, while if condition (13b),  $q_b$  is stable. Whether or not the resonator should be called perturbation stable, depends on whether the stable solution corresponds to the confined one.

Although we have derived the mathematical condition for a confined solution to be stable for arbitrarily large perturbations, yet in our opinion, another condition has to be fulfilled in order to make the mathematical analysis also physically meaningful. Indeed, if during the iteration process towards a confined and stable self-consistent solution, a particular  $q$  fail to be confined, then physically the iteration stops, although the mathematical convergence will still valid. Therefore, we should be able to predict whether or not the path in the complex  $(1/q)$ -plane, followed by the perturbed beam parameter, stays in the lower half plane. To analytically trace this path is a cumbersome task. Our technique, however, allows one to solve this problem with simple linear algebra.

**Theorem:** *If a confined and stable self-consistent solution exist, then all of the iterated solutions necessarily are confined, whatever is the initial perturbation.*

To prove this theorem, let  $q_a$  represent the stable and confined solution of the self-consistent equation (5). Since we are now dealing with  $1/q$  rather than with  $q$  itself, we have to find a transformation  $T_0$ , mapping  $1/q$  into  $Q = T(q)$ , namely

$$Q = T_0 \left( \frac{1}{q} \right).$$

Obviously,

$$T = \begin{pmatrix} -1 & 1/q_a \\ 1 & -1/q_b \end{pmatrix}, \quad (17)$$

and consequently,

$$T_0 \left( \frac{1}{q_a} \right) = Q_a = 0, \quad (18)$$

as it should be. Because the transformation  $T_0$  is bilinear, it will map circles into circles. Hence,  $T_0$  will map the real axis in the  $(1/q)$ -plane into a circle  $C$ , for which the matrix representation can be written

$$C = (T_0^{-1})^* \bar{X} (T_0^{-1})^+, \quad (19)$$

where  $*$  and  $+$  denote the conjugate and the complex conjugate matrix respectively, and  $\bar{X}$  is the matrix representation for the real axis

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}.$$

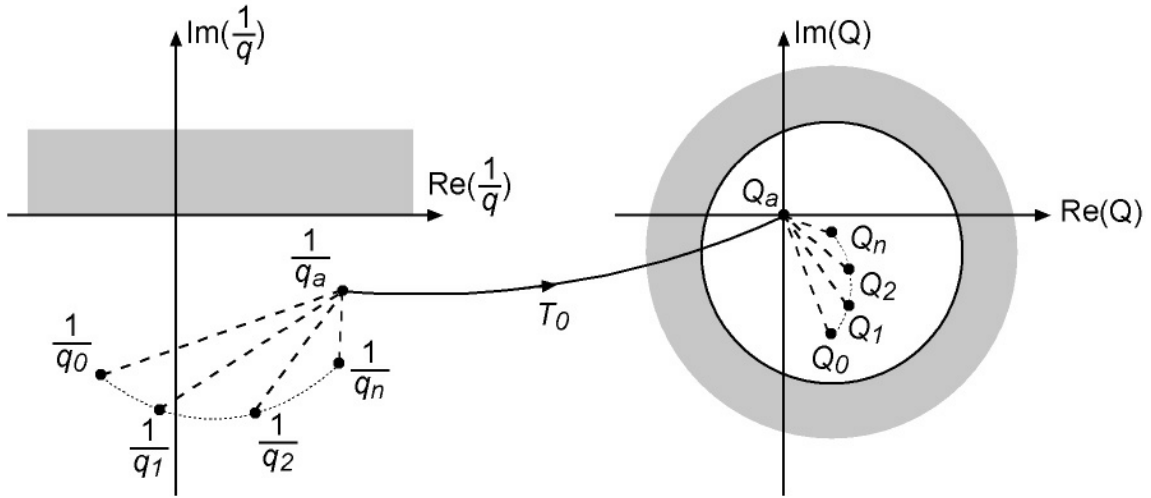
By elaborating somewhat the expression (19) for the circle  $C$ , it can be shown that  $Q_a = 0$  necessarily is located inside  $C$ . Therefore, the lower half  $(1/q)$ -plane is transformed by  $T_0$  into the area inside  $C$ , as



represented in Fig. 3 (unshaded areas). This is a consequence of the fact that  $q_a$  is confined and mapped into  $Q_a = 0$  by the transformation  $T$ . Since also  $q_0$  is confined, being an acceptable starting value,  $Q_0 = T(q_0)$  will also be situated inside  $C$ . Now, because of (12) and (13a),

$$Q_n = \left| \frac{u_1}{u_2} \right| |Q_{n-1}| < |Q_n| < \dots < |Q_0|, \quad (20)$$

and therefore all  $Q_n$  are located inside  $C$ . Hence, all  $1/q_n$  are situated in the lower half  $(1/q)$ -plane. In other words, all  $q_n$  stay confined upon convergence to the stable confined solution  $q_a$ .



**Figure 3:** Mapping of the lower half  $(1/q)$ -plane into a circular arc in the  $Q$ -plane.

**Corollary:** *If one solution of the self-consistency equation is confined, then the other one is not (equal solutions excepted).*

This corollary evidently stems from the fact that  $Q_a = T(q_a)$  and  $Q_b = T(q_b)$  are located both inside the circle  $C$ . Therefore,  $1/q_a$  and  $1/q_b$  cannot be located both in the lower half  $(1/q)$ -plane.

#### 4. Conclusions

We have shown that by means of a suitable bilinear transformation  $T$ , the bilinear self-consistency equation for a resonator can be transformed into a linear equation. The transformation diagonalizes the ABCD cavity roundtrip matrix.

As we have demonstrated, this technique simplifies considerably the perturbation stability analysis for a resonator, while allowing perturbations to be arbitrarily large. Furthermore, our method is suitable for the analytical study of the path traced by the perturbed beam parameter in the complex plane upon consecutive cavity roundtrips.

Finally, we have demonstrated the usefulness of our mathematical technique for deriving self-reproducibility conditions for an arbitrary mode. We are currently investigating other potential applications of our method, which we believe to be a useful complement to the yet existing analytical procedures for the study of laser resonators.

## **Acknowledgments**

I am grateful to Prof. Christian Bolea who provided me useful papers and for fruitful scientific discussions. This work was partially supported by Conacyt (México), grant 36456-E.

## **Referencias**

- [1] A. Siegman, *Lasers*, (University Science Books, Mill Valley CA, 1986)
- [2] L.W. Casperson, IEEE J. Quant. Electron., QE-10, v.9, 629 (1974)
- [3] B.E.A. Saleh and M.C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, (Wiley, 1991)

# Simulación de dispositivos de pozo cuántico para aplicaciones optoelectrónicas

Eden Figueroa, Hugo Alarcón

1

## Resumen

Presentar una introducción a la tecnología de heteroestructuras en el ámbito de los sistemas electrónicos así como realizar simulaciones computacionales de estructuras de pozo cuántico, basadas en un estudio matemático de estado estable para junturas de semiconductores así como en los efectos Franz-Keidelsh y Stark cuántico confinado, con el fin de observar los cambios en sus propiedades electro-ópticas.

## 1. Introducción

La óptica es utilizada en gran medida para las comunicaciones a larga distancia, y esta jugando un rol que se acrecenta en los dispositivos utilizados en las redes locales. También es usada en el almacenamiento de la información en discos ópticos de varios tipos. No obstante, la óptica casi no ha visto uso dentro de las máquinas de procesamiento digital de la información. No importando su falta de uso, existen argumentos físicos importantes sobre el porqué la óptica puede desempeñar un papel fundamental en tales aplicaciones. Estos argumentos físicos otorgan razones por las cuales la investigación en esta área debe realizarse, además de mostrar las direcciones que deben seguirse, cuáles aparatos y atributos deben importar además de sugerir nuevas oportunidades donde la óptica podría mejorar fuundamentalmente el rendimiento de las máquinas digitales.

Las aplicaciones exitosas de la óptica dentro del ámbito de las comunicaciones y productos electrónicos han creado gran expectación por la optoelectrónica. El deseo es continuar haciendo nuevos y mejores sistemas complementando las posibilidades de estos dos campos. La óptica se destaca en áreas donde la electrónica es débil, tales como la comunicación de la información. El reto, y la oportunidad, es obtener lo mejor de ambas tendencias. Desde luego, esto crea una demanda para nuevos dispositivos optoelectrónicos. [1]

Una tecnología clave para esto es la desarrollada en el crecimiento de capas de semiconductores. En la actualidad esta tecnología ya es usada para hacer muchos de los dispositivos optoelectrónicos, tales como los diodos láser. Los estratos de semiconductores pueden ser usados

---

<sup>1</sup>Eden Valentín Figueroa Barragán. Departamento de Física ITESM Campus Monterrey. al766837@mail.mty.itesm.mx

Hugo Raúl Alarcón Opazo. Departamento de Física ITESM Campus Monterrey. halarcon@campus.mty.itesm.mx

para integrar la óptica y la electrónica en una sola estructura. La posibilidad adicional de obtener estratos muy delgados (por ejemplo 100 Å) nos permite utilizar a la mecánica cuántica como una herramienta para la ingeniería. Esta nueva libertad nos permite pensar en aparatos que consigan una amalgama exitosa entre la óptica y la electrónica.

Las simulaciones que se harán en este trabajo, junto con el estudio de mecanismos físicos para capas delgadas permitirán hacer dispositivos reales con características de funcionamiento muy atractivas y posibilidades impresionantes. Estos dispositivos, en número pequeño tienen aplicación en sistemas de guía de onda, y si se agrupan en grandes cantidades puede ser utilizados en arreglos de óptica de dos dimensiones.

La aplicación de “pozos cuánticos” y “superestructuras” permite la creación de nuevos moduladores ópticos y switches, incluyendo grandes arreglos de dispositivos que permitan pensar seriamente el contemplar sistemas lógicos con óptica de dos dimensiones. Estos dispositivos optoelectrónicos pueden incorporarse con la electrónica, con el objetivo de reunir lo mejor del mundo electrónico y óptico. [2]

Como ya se mencionó la integración de ambas aproximaciones es clave para el desarrollo de dispositivos. La óptica tiene el obvio potencial por su posibilidad de trasladarse en fibras y también su habilidad de hacer un gran número de interconexiones utilizando el espacio libre. La óptica no tiene el problema de la dependencia de la frecuencia y se ahorra las conexiones terrestres. Esto reduce la energía requerida para la comunicación de la información por muchas razones fundamentales. [3] Un problema fundamental es contar con dispositivos que den salidas ópticas a partir de circuitos electrónicos.

Para ser más efectivos, estos dispositivos deben ser integrados en gran número en sistemas electrónicos, deben ser pequeños y de gran eficiencia energética. Los moduladores de pozo cuántico pueden satisfacer estos requerimientos, con la debida tecnología de integración.

## **1.1. El concepto de heteroestructura y sus aplicaciones en física y electrónica**

Es imposible imaginar los dispositivos modernos de estado sólido sin las heteroestructuras de semiconductores. Estas estructuras, incluidas los pozos cuánticos son objeto de investigación de dos tercios de la comunidad de física de semiconductores.

La habilidad de controlar el tipo de conductividad de un material semiconductor dopándolo con impurezas y la idea de inyectar portadores de carga son las razones fundamentales del desarrollo de la electrónica. Las heteroestructuras desarrolladas a partir de estas ideas, han hecho posible solucionar el problema más general de controlar los parámetros fundamentales dentro de los cristales de semiconductores: estructura de bandas, masas efectivas de los portadores de carga, movilidades, índices de refracción, espectro de energía del electrón, etc.

El desarrollo de la física y la tecnología de semiconductores ha dado como resultado cambios palpables en nuestra vida cotidiana. Heteroestructuras electrónicas se usan en las telecomunicaciones basadas en láser, diodos emisores de luz, transistores y televisión vía satélite. Láseres de

doble heteroestructura se encuentran prácticamnet en todas las casas en un reproductor de CD's. [4]

Una clara manifestación de los efectos cuánticos en el espectro óptico de heteroestructuras semiconductoras de GaAs - AlGaAs con capas ultradelgadas de GaAs (lo que después se denominaría como pozos cuánticos) fue demostrada por Raymond Dingle en 1974. Los autores observaron un comportamiento tipo escalera en el espectro de absorción y cambios sistemáticos en las energías características en reacción a un cambio en el ancho del pozo. [4]

## 1.2. Pozos cuánticos y superestructuras

Las propiedades especiales de las capas delgadas (e.g., 100 Å) vienen del problema relativamente simple de la mecánica cuántica de confinar partículas en “cajas”. La función de onda del electrón puede suponerse dentro de un caja o “pozo” en una capa de GaAs, rodeada por muros o “barreras” de AlGaAs. Puede asumirse que las paredes son infinitamente largas, determinando entonces un “pozo infinito”. La mecánica cuántica establece que no hay amplitudes de onda dentro de los muros debido a que no hay oportunidad de encontrar al electrón ahí. De esa forma, no tenemos amplitudes de onda en ambos lados, determinando patrones de onda estacionarios, ondas senoidales con ceros en las paredes. Existen, desde luego, sólo ciertos valores de longitud de onda permitidos o “estados” del electrón. El movimiento del electrón está cuantizado, con energías discretas correspondiendo a los valores permitidos de longitud de onda.

En el GaAs y AlGaAs, el electrón y su equivalente cargado positivamente en la banda de valencia –el “hoyo”– encuentran su energía mínima dentro de la capa de GaAs. Esto es el llamado sistema de materiales del “tipo 1”, estos sistemas son los más utilizados para fabricar dispositivos.

En un semiconductor normal, tenemos un espectro de absorción que empieza en la energía de banda asociada y aumenta conforme aumenta la energía del fotón incidente. Para el GaAs, esta energía de banda es de alrededor de 1.42 eV, que corresponden a una amplitud de onda de 870 nm. En un pozo cuántico, debido a la cuantización de la energías de los electrones y los “hoyos”, tenemos un espectro con una serie de escalones correspondientes a la absorción entre estos estados discretos. Este comportamiento mejora la operación de los dispositivos optoelectrónicos, haciendo la absorción más fuerte y abrupta en la región espectral cerca de la energía de banda donde estos dispositivos funcionan.

Poniendo una gran cantidad de pozos cuánticos juntos, se obtiene un estructura múltiple de pozos cuánticos (MQW). Dado que las barreras son lo suficientemente delgadas, esto se comporta como muchos pozos separados. En realidad, debemos recordar que las barreras de AlGaAs no son infinitas. De hecho, los electrones y “hoyos” tunelean dentro de las paredes en un comportamiento típico de pozo finito. Si se hacen las paredes lo suficientemente delgadas, entonces, podemos unir los electrones u “hoyos” en pozos adyacentes.

Si se elaboran muchos de esos pozos con barreras delgadas entre ellos, obtenemos lo que se denomina una “superestructura”, donde todos los niveles de electrones se forman juntos para formar un nuevo tipo de material o “estructura de estructuras”. De esta forma los electrones y “hoyos” ya no se encuentran confinados a una sola capa. Este tipo de estructuras muestran comportamientos diferentes a los pozos cuánticos simples, pero intrínsecamente relacionados.

Con los pozos cuánticos se pueden crear diferentes tipos de dispositivos. Han sido muy exitosos en la mejora del comportamiento de los diodos láser [5] y pueden usarse en fotodetectores usando la transición entre los niveles energéticos en la banda de conducción. [6] Los pozos cuánticos pueden ser usados también para la fabricación de transistores de efecto de campo de alta velocidad y estructuras de tuneleo resonante. [7] Todos estos tipos de dispositivos pueden, en principio, ser integrados con pozos cuánticos o superestructuras para colocarlos dentro de los dispositivos optoelectrónicos desde su base física.

Los moduladores QCSE pueden ser muy rápidos, con una velocidad sólo limitada por el tiempo que toma aplicarles el campo eléctrico. La física microscópica revela límites fundamentales menores a 1 ps. [8]

## 2. Solución numérica de la ecuación de Schrödinger

De acuerdo a los principios de la mecánica cuántica, la probabilidad de encontrar una partícula en alguno punto en el espacio y tiempo es proporcional al cuadrado del valor absoluto de su función de onda  $\psi(x, y, z, t)$  en ese tiempo. Para encontrar la función de onda de una partícula no relativista de energía  $E$  sujeta a un potencial  $V$ , debemos resolver la ecuación de Schrödinger [9]. Para el caso unidimensional ( $V=V(x)$ ,  $\psi = \psi(x, t)$ ), la ecuación de Schroedinger independiente del tiempo se escribe:

$$\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} = (V(x) - E)\psi \quad (1)$$

Se utiliza por simplicidad un sistema de unidades en el cual la constante de Planck  $\hbar = 1$  y la masa de la partícula  $m=1/2$ , de aquí, se puede reescribir la ecuación anterior.

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = (V(x) - E)\psi \quad (2)$$

### 2.1. El potencial de pozo cuadrado

Un pozo de potencial cuadrado puede definirse por las siguientes condiciones:

$$V(x) = V_0 \text{ dentro del pozo } (0 < x < w)$$

$$V(x) = 0 \text{ afuera del pozo}$$

donde  $V_0$  (un número negativo) y  $w$  son la profundidad y el ancho del pozo, respectivamente.

Los pozos cuadrados son una aproximación para dispositivos que se desean simular. Estudiamos el pozo cuadrado de potencial porque expresa muchas de las propiedades generales de la

función de onda. Adicionalmente, es relativamente la solución a analizar en el presente trabajo. Para valores de  $x$  dentro del pozo, se necesita resolver la ecuación:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = -\gamma_1^2\psi, \quad (3)$$

donde  $\gamma_1 = \sqrt{E - V_0}$ . Notar que  $\gamma_1$  es un número real, de tal forma que  $V_0 < E < 0$ . Como puede verificarse por substitución directa, la solución más general dentro del pozo está dada por:

$$\psi(x) = A_1 \sin(\gamma_1 x) + B_1 \cos(\gamma_1 x) \quad (4)$$

donde  $A_1$  y  $B_1$  son constantes a determinar. Para valores de  $x$  afuera del pozo, se requiere resolver la ecuación:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = \gamma_2^2\psi, \quad (5)$$

donde  $\gamma_2 = \sqrt{-E}$ . Puede verificarse que la solución general está dada por:

$$\psi(x) = C_j \exp(\gamma_2 x) + D_j \exp(-\gamma_2 x) \quad (6)$$

donde  $j=0$  para la izquierda del pozo y  $j=1$  para la derecha del pozo.

Los valores de los coeficientes  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $D_0$  y  $D_1$  pueden determinarse de las condiciones de frontera adecuadas. Para que la función de onda tenga un sentido físico debe permanecer finita para  $x \rightarrow \infty$ . Para un eigenestado, para el cual  $E < 0$ ,  $\psi(x)$  debe satisfacer la condición más fuerte  $\psi(x) \rightarrow 0$  para  $x \rightarrow \infty$ . Para satisfacer esta condición en la región a la izquierda del pozo, debemos tener  $D_0 = 0$ , y en la región a la derecha del pozo, se debe cumplir  $C_1 = 0$ . Debemos ahora probar que estas dos condiciones no pueden ser satisfechas simultáneamente para un valor arbitrario de energía  $E$ . Por ejemplo, si se asume  $D_0 = 0$ , podemos escoger un valor arbitrario para  $C_0$ , dado que sólo la relación  $D_0/C_0$  afecta la forma de la función. Tomando  $C_0 = 1$ , tenemos completamente definida la función de onda en la región a la izquierda del pozo, podemos entonces determinar  $B_1$  pidiendo que la función sea continua en  $x=0$ :

$$\psi(x) = A_1 \sin(\gamma_1 x) + B_1 \cos(\gamma_1 x) \quad (7)$$

esto condiciona los valores  $B_1 = \psi(0)$ , donde  $\psi(0) = C_0 = 1$ . De forma similar, el coeficiente  $A_1$  puede encontrarse al considerar que la derivada  $\psi'(x)$  sea continua en  $x=0$ :

$$\psi'(x) = \gamma_1 A_1 \cos(\gamma_1 x) - \gamma_1 B_1 \sin(\gamma_1 x) \quad (8)$$

quedando  $A_1 = \frac{\psi'(0)}{\gamma_1}$ , donde  $\psi'(0) = \gamma_2 C_0 = \gamma_2$ . Los valores de  $A_1$  y  $B_1$  definen completamente la función de onda dentro del pozo. De esta forma, podemos determinar la función de onda y su derivada en el extremo derecho del pozo ( $x=w$ ) usando:

$$\psi(x) = A_1 \sin(\gamma_1 x) + B_1 \cos(\gamma_1 x) \quad (9)$$

y

$$\psi'(x) = \gamma_1 A_1 \cos(\gamma_1 x) - \gamma_1 B_1 \sin(\gamma_1 x) \quad (10)$$

La continuidad de la función de onda y su primer derivada en el extremo derecho requiere que:

$$\psi(x) = C_1 \exp(\gamma_2 x) + D_1 \exp(-\gamma_2 x) \quad (11)$$

y

$$\psi(x) = \gamma_2 C_1 \exp(\gamma_2 x) - \gamma_2 D_1 \exp(-\gamma_2 x) \quad (12)$$

Finalmente, estas dos ecuaciones pueden resolverse simultáneamente para obtener  $C_1$  y  $D_1$ :

$$C_1 = \frac{1}{2} \exp(-\gamma_2 w) \left( \psi(w) + \frac{\psi'(w)}{\gamma_2} \right) \quad (13)$$

$$D_1 = \frac{1}{2} \exp(\gamma_2 w) \left( \psi(w) + \frac{\psi'(w)}{\gamma_2} \right) \quad (14)$$

donde  $\psi(w)$  y  $\psi'(w)$  se definieron previamente. Entonces, dados valores para  $C_0$  y  $D_0$ , se pueden encontrar los valores  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  y  $D_1$  y por lo tanto definir completamente la función de onda. Como  $C_1$  fue determinado con el argumento de la continuidad de la función de onda y su derivada, por lo general no podemos esperar que  $C_1 = 0$ , que es la segunda condición para encontrar un sentido físico a la función de onda. Esto es, funciones de onda con contenido físico no se obtienen de valores arbitrarios de energía  $E$  (el cual determina los valores de  $\gamma_1$  y  $\gamma_2$ ) sino sólo para valores específicos.

La ecuación de Schrödinger postula que la segunda derivada  $\frac{d^2\psi}{dx^2}$  es igual a la función  $(V(x) - E)\psi(x)$ . Entonces, en las regiones donde  $V(x) - E$  es positivo (a las afueras del pozo), el signo de la segunda derivada debe ser el mismo que aquel de la función, de tal forma que la función  $\psi(x)$  se curva alejándose del eje  $x$ . Por otro lado, en las regiones donde  $V(x) - E$  es negativo (dentro del pozo), el signo de la segunda derivada debe ser opuesto al de la función, de tal forma que  $\psi(x)$  se curvee hacia el eje  $x$ . En cualquier valor de  $x$ , la magnitud de la segunda derivada es proporcional al de la función de onda.

Estas consideraciones hacen fácil el determinar cuándo una función de onda corresponde a una energía arriba o abajo de un eigenvalor.

Los Nodos son puntos donde la función de onda cruza el eje  $x$ . Dadas dos soluciones de la ecuación de Schrödinger  $\psi_a$  y  $\psi_b$  (no necesariamente eigenfunciones) que corresponden a energías



$E_a$  y  $E_b$  y que tienen  $n-1$  y  $n$  nodos respectivamente, entonces, el eigenvalor  $n$ -ésimo  $E_n$  debe estar entre  $E_a$  y  $E_b$  ( $E_n$  puede ser igual a  $E_a$ ). Similarmente, si  $\psi_a$  y  $\psi_b$  tienen  $n-1$  y  $n+k$  nodos respectivamente, entonces los eigenvalores  $E_n, E_{n+1}, \dots, E_{n+k}$  deben encontrarse entre  $E_a$  y  $E_b$ . Estas dos reglas aplican para cualquier tipo de potencial. En este capítulo del presente trabajo se utilizarán para determinar empíricamente, con ayuda computacional, todos los eigenvalores e eigenfunciones para pozos cuánticos sencillos y múltiples.

## 2.2. Potencial de múltiples pozos cuánticos

Los eigenvalores e eigenfunciones para el potencial de múltiples pozos conservan una importante relación con aquellos del pozo simple. Consideremos por ejemplo el pozo doble. Si asumimos que la profundidad  $V_0$  y el ancho  $w$  de ambos son iguales podemos ver en la figuras siguientes sus primeras dos eigenfunciones. Podemos demostrar que los eigenvalores asociados con las primeras dos eigenfunciones del pozo doble están, respectivamente, un poco abajo y un poco arriba del eigenvalor  $E_1$  del pozo simple.

Si extendemos estas observaciones para el caso de potenciales consistentes de  $n$  pozos, tenemos un conjunto de  $n$  eigenvalores muy cercanos para cada eigenvalor del pozo sencillo. En este caso, las eigenfunciones asociadas no son necesariamente simétricas o antisimétricas. Si permitimos que el número de pozos llegue a infinito, tenemos el caso de un potencial periódico. Un potencial periódico equivale físicamente a un electrón moviéndose en un sólido cristalino, aunque en el caso real la forma del pozo no es cuadrada y el problema es no uni-dimensional. De acuerdo con esto, debemos encontrar como ya se mencionó anteriormente, un número infinito de eigenvalores muy cercanos, o una banda de energía, que corresponde a cada eigenvalor del pozo sencillo. La existencia de tales bandas de energía en sólidos cristalinos es central para la física teórica de estado sólido y ha sido comprobada experimentalmente.

## 2.3. Programa computacional para determinar eigenvalores y eigenfunciones para el problema de pozos múltiples.

Una vez conocido el modelaje teórico se procedió a escribir un programa computacional que solucionará las eigenenergías y eigenfunciones asociadas dado un número  $n$  de pozos.

El programa se utiliza para encontrar los eigenvalores y las eigenfunciones para potenciales de múltiples pozos cuánticos, inclusive 20.

Primero se lee del teclado los valores numéricos de los parámetros  $V$ ,  $W$ ,  $NW$ ,  $S$ ,  $EMIN$ ,  $EMAX$ , y  $NE$ , donde:

$V = V_0$  (profundidad de cada pozo de potencial)  
 $W = w$  (ancho de pozo)  
 $NW = n$  (número de pozos)  
 $S$  = separación entre pozos  
 $EMIN$  = El valor mas pequeño en la búsqueda  
 $EMAX$  = El valor más grande en la búsqueda  
 $NE$  = Número de energías para utilizarse en el intervalo ( $EMIN, EMAX$ ).

Después se define:

$\Delta E$  = Espaciamiento entre valores de energía, cero si sólo hay un pozo y  $\frac{EMAX-EMIN}{NE-1}$  para otro valor de NW.

El programa entra a un ciclo sobre NE valores de energía. Para cada valor se calcula los coeficientes de la función de onda  $A_k, B_k, C_k$  y  $D_k$  para cada pozo,  $k = 1, 2, \dots, NW$  pidiendo que la función de onda y su derivada sean continuos en cada frontera. También se calcula el número de nodos de la función de onda para cada una de las NE energías. También realiza una gráfica de la función de onda para una energía promedio  $\frac{EMIN+EMAX}{2}$ .

La técnica usada para encontrar el número de nodos en la función de onda se explica de la siguiente forma: La forma de las funciones seno y coseno es tal que si el pozo contiene entre N y N+1 mitades de longitud de onda, el número de nodos dentro del pozo es N o N+1 de acuerdo a lo siguiente:

número de nodos = N si n es par y  $\psi$  tiene signos opuestos en los dos extremos del pozo ( $\psi_1\psi_2 < 0$ )

número de nodos = N+1 si N es impar y  $\psi$  tiene los mismos signos en los dos extremos del pozo ( $\psi_1\psi_2 > 0$ )

Después de que se completa el ciclo sobre el número de pozos, la variable NODES contendrá el número de nodos en la función de onda para todos los NW pozos. Además, puede haber un último nodo más allá del último pozo. Este puede determinarse con los coeficientes para esta última región,  $C_{NW}$  y  $D_{NW}$  para encontrar el punto donde la función  $C_{NW} \exp(\gamma_2 x) + D_{NW} \exp(-\gamma_2 x)$  cruza el eje x. Si este punto está en la región más allá del último pozo, NODES se incrementa en uno.

Una vez calculado el número de nodos para toda la función de onda el programa presenta la energía y el número de nodos asociado, después se incrementa E por un  $\Delta E$  y se repite todo el procedimiento para este valor. Para el caso  $\frac{EMIN+EMAX}{2}$  el programa produce una gráfica de la función de onda para ese valor particular, junto con una gráfica del potencial. Esta función de onda no es en general una eigenfunción. Esto es, mientras esta función de onda tiene un comportamiento asintótico para  $x \rightarrow -\infty$ , generalmente diverge para  $x \rightarrow \infty$ .

El procedimiento para encontrar los eigenvalores es el siguiente: se corre el programa para los valores que se deseen de profundidad de pozo y se obtiene un listado de las energías con su correspondiente número de nodos. El objetivo es localizar el intervalo de energías para el cual existe un cambio en el número de nodos y volver a correr el programa con esos valores de EMIN y EMAX nuevos hasta obtener una gráfica que se comporte asintóticamente para ambos lados. [10]

Este procedimiento se mejoró mediante la implementación de código en C++ de tal forma que la rutina generará automáticamente el listado final de eigenenergías para un número de pozos dados.

La idea es localizar todos los intervalos de energía iniciales donde exista un cambio en el número de nodos y correr y que el programa corra nuevamente la rutina hasta obtener intervalos más pequeños que una tolerancia dada, la cual se solicita al inicio del programa.

Al final se obtiene todas las eigenenergías posibles para el problema determinado.

Este programa es más flexible ya que de forma ágil puede cambiarse la tolerancia y el número máximo de pozos a analizar, lo que permite simular una amplia gama de condiciones iniciales.

El programa compila con gcc, y todas las corridas se realizaron en entorno LINUX.

El siguiente paso es simular diagramas de energía para los arreglos de pozos con diferentes condiciones iniciales:

## 2.4. Resultados

Las siguiente es una simulación de diagramas de bandas para ciertas condiciones iniciales del programa en C++ y una ruina de MATLAB:

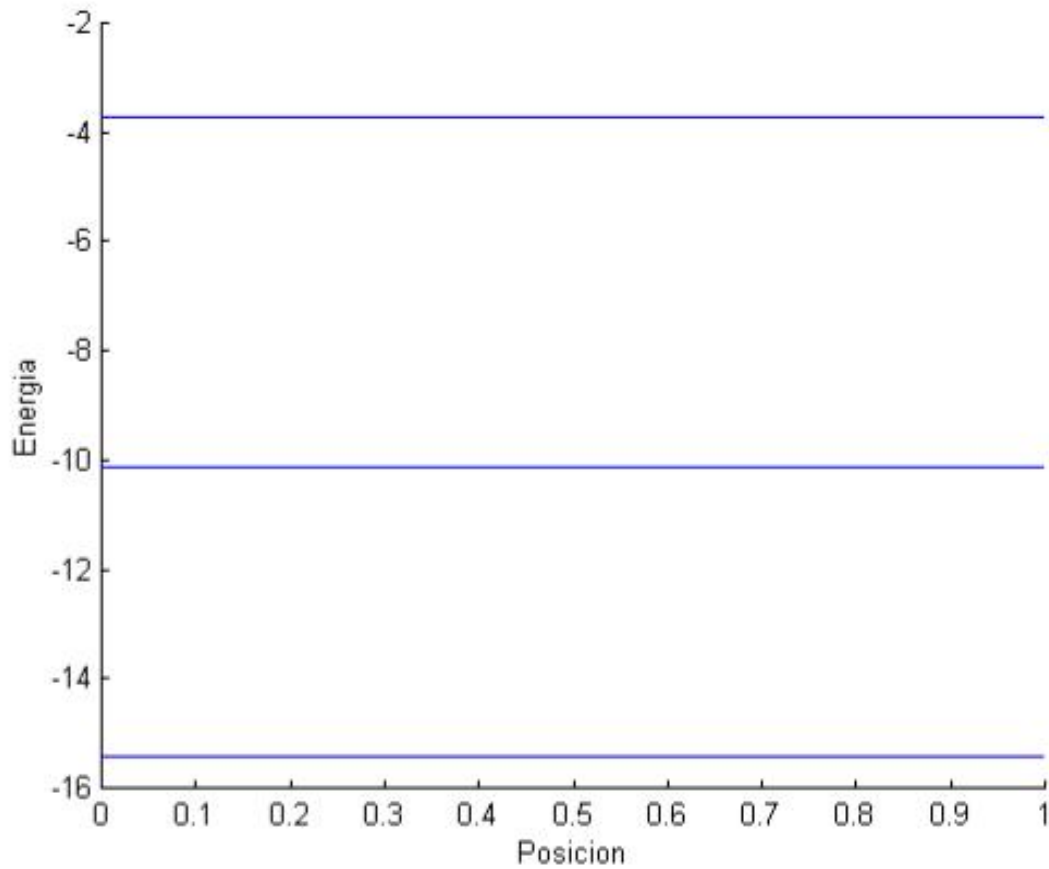


Fig. 28. Diagrama de energías para un sistema de pozos cuánticos. ( Valores del programa en C++:  
V=-20, W=1, NW=1, S=1, EMIN= -20, EMAX= 0, NE= 1 000 000)

### 3. Comentarios

El presente trabajo aún se encuentra bajo redacción. Faltando simulaciones computacionales de los Efectos Franz-Keidelsh y Stark Cuántico confinado que se esperan terminar para octubre del presente año. Estas simulaciones representan gran parte del el vínculo entre la teoría discutida en el presente trabajo y las aplicaciones optoelectrónicas de materiales avanzados.

### Referencias

- [1] D.A.B. Miller: *Optics for digital information procesing, Semiconductor Quantum Physics, St. Andrews Juen 1998*
- [2] D.A.B. Miller, D. S. Chemla: *Adv. Phys.,3 89-188, 1989.*
- [3] D. A. B. Miller: *Opt. Lett, 146-8, 1989.*
- [4] Alferoy, Zhores I.: *Nobel Lecture: The double heteroestructure concept and its applications in physics, electronics and technologie. Rev. Mod. Phys. Vol. 73, July 2001*
- [5] N.K. Dutta *Physics of quantum well lasers in Heterojunction Band Discontinuities, (North-Holland, Amsterdam,1987), pp. 565-94.*
- [6] B. F. Levine, G. Hasnain, C.G. Bethea, and N. Chand: *Appl. Phys. Lett. 54, 2704-6,1989.*
- [7] S. Lury: *Heterojunction Band Discontinuities, (North- Holland, Amsterdam,1987), pp. 489-564.*
- [8] I. Kotaka, K. Wakita: *IEEE Phot. Tech. Lett., 100-1, 1989.*
- [9] D.A.B. Miller: *Optical Computing, 34th Scottish Universities Summer School in Physics, August 1988*
- [10] Robert Ehrlich: *Physics and Computers: Problems, simulations and data analysis. Houghton Miffin. United States, 1973*

# ESTUDIO TEÓRICO Y EXPERIMENTAL DE LA PROPAGACIÓN DE FLUIDOS VISCOSOS A TRAVÉS DE MATERIALES POROSOS. APLICACIONES A LA INDUSTRIA DE HIDROCARBUROS

Armando Bravo, Alexander Balankin, Óscar A. Gómez

Para incrementar la explotación de hidrocarburos, se aplica una técnica conocida como ESTIMULACIÓN POR FRACTURAS HIDRÁULICAS, la cual consiste en inyectar a muy alta presión, un fluido limpio para partir la roca y lograr abrir una fractura lo suficientemente grande e incrementar la permeabilidad de las rocas, facilitando el flujo de los hidrocarburos.

El reto es lograr el desplazamiento óptimo del fluido a través de fracturas naturales o bien a través de conductos de alta permeabilidad, que presentan geometrías variables, trayectorias tortuosas, superficies irregulares, aperturas no uniformes, etc., lo que complica la fenomenología del proceso de extracción, pues existe una correlación estrecha entre las características estructurales de la matriz rocosa y las propiedades del fluido que se propaga.

Para contribuir en la solución de estos problemas científicos y tecnológicos, presentamos un diseño experimental que consiste en celdas de Hele-Shaw que simulan la propagación de fluidos viscosos en materiales porosos, y empleando Mecánica Fractal, deducimos un modelo que describe la dinámica o avance de las interfases rugosas a través de materiales granulares, que pueden extrapolarse y representar el movimiento de los hidrocarburos a través de la matriz rocosa.

Palabras clave: Mecánica de la Fractura, Materiales Porosos, Mecánica Fractal, Teoría de Percolación, Extracción de hidrocarburos, Fracturas hidráulicas.

## 1 Introducción

### 1.1 Antecedentes:

El método más común de recuperación de petróleo es por desplazamiento, ya sea con agua o bien un gas miscible (dióxido de carbono o metano), el cual se inyecta en los pozos para desplazar el petróleo a través de fracturas, hacia otras zonas donde existan las instalaciones adecuadas para la recuperación. Sin embargo, existen complicaciones de tipo tecnológico o científico, entre las que destacan el flujo del hidrocarburo a través de la matriz geológica, ya sea a través de fracturas o agrietamientos naturales o bien a través de estructuras de permeabilidad variable inducidas artificialmente. La experiencia muestra que los yacimientos de hidrocarburos presentan heterogeneidades geológicas en un amplio rango de escalas, desde centímetros hasta varios kilómetros, lo que complica en extremo la explotación adecuada y óptima de los yacimientos.

Para incrementar la explotación, en las últimas décadas se aplica una técnica conocida como ESTIMULACIÓN POR FRACTURAS HIDRÁULICAS, la cual consiste en inyectar a muy alta presión, un

---

Dr. Armando Bravo Ortega. Profesor Titular. Centro de Investigación e Innovación en Tecnología e Ingeniería y del Departamento de Ingeniería Mecánica, ITESM, Campus Estado de México, [abravo@campus.cem.itesm.mx](mailto:abravo@campus.cem.itesm.mx).

Dr. Alexander Balankin. Profesor Titular. Instituto Politécnico Nacional, Unidad Zacatenco. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. [balankin@hotmail.com](mailto:balankin@hotmail.com).

M. C. Óscar Armando Gómez Vargas. ITESM, Campus Estado de México, [oagomez@campus.cem.itesm.mx](mailto:oagomez@campus.cem.itesm.mx).

fluido limpio para partir la roca y lograr abrir una fractura lo suficientemente grande, con una extensión alrededor de 50 a 300 m. Posteriormente, para prevenir que se cierre la fractura, a ésta se le inyecta un material granular, teniendo cuidado de que no sea expulsado por la fractura al cerrarse. Con esta técnica, se forman sistemas o redes de trayectorias con alta permeabilidad, lo que facilita el flujo del hidrocarburo y así se mejora su recuperación.

Por tanto, se puede notar que el reto es lograr el desplazamiento óptimo del fluido a través de fracturas naturales o bien a través de conductos de alta permeabilidad, que presentan geometrías variables, trayectorias tortuosas, superficies irregulares, aperturas no uniformes, etc., lo que complica la fenomenología del proceso de extracción, pues existe una correlación estrecha entre las características estructurales de la matriz rocosa y las propiedades del fluido que se propaga.

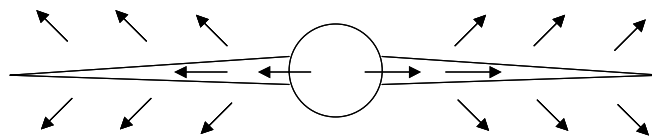
De esta forma, se puede adelantar que existen ciertos aspectos básicos, que deben ser estudiados con mayor profundidad. Estos factores son: inicio, crecimiento y propagación de las fracturas, deformación elástica de las rocas, flujo del fluido viscoso en las fracturas, flujo del fluido viscoso a través del medio poroso de relleno y transporte del medio poroso de relleno dentro de las fracturas. Otros aspectos podrían ser: formación, propagación y coalescencia de fracturas en materiales homogéneos y heterogéneos, así como la formación o ramificación de fracturas secundarias.

Debido a la complejidad inherente a este proceso, se han propuesto diversas técnicas teóricas y prácticas para intentar resolver este problema, o al menos en forma cualitativa intentar describir la fenomenología que regula el comportamiento de la explotación de yacimientos de hidrocarburos.

## 1.2 Fracturas hidráulicas:

Los yacimientos más productivos en el mundo, se encuentran en rocas naturalmente fracturadas. En estos casos las fracturas proveen la permeabilidad de la roca y los hidrocarburos están almacenados principalmente en la matriz. Estas acumulaciones de petróleo por lo general, se encuentran en rocas permeables y porosas de grano relativamente grueso y el desprendimiento de compuestos de petróleo, así como su transporte dentro y a través de los capilares y poros estrechos de una roca generadora, se define como migración primaria. El movimiento del petróleo después de su expulsión de la roca generadora, a través de poros más amplios de las rocas portadoras y de yacimientos más permeables y porosos, se denomina migración secundaria.

Con el conocimiento anterior, una técnica para incrementar la producción, consiste en la estimulación por fractura hidráulica. La fractura hidráulica básicamente consiste en la inyección de agua a muy alta presión en un tubo barrenado, lo que genera microgrietas, que ocasionalmente coalescen, favoreciendo la propagación de grietas y el desarrollo de una fractura, como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Inyección de un fluido y origen de la fractura hidráulica.

El efecto de la fractura hidráulica es transformar el patrón original de flujo en la matriz rocosa sin fracturar y de baja permeabilidad. Así se logra convertir el flujo original, el cual fluiría radialmente hacia el barreno y venciendo la resistencia original de roca con baja permeabilidad, en un fluido que fluiría primero de la matriz rocosa hacia la fractura, que es altamente conductiva, y de ésta hacia el barreno, con una resistencia mínima, debido a que la permeabilidad ha sido incrementada.

Por la aplicación de la presión hidráulica, el ancho de la fractura crece y llega a un punto en donde puede aceptar un agente que realice la función de apuntalar. En este caso el material es adicionado en el fluido que genera la fractura y su propósito es mantener la fractura abierta.

Los materiales más comunes que se utilizan son, la arena y algunos cerámicos con alta permeabilidad. Cuando la cantidad deseada del material de relleno, ha sido introducida en la fractura, el bombeo es terminado.

Cabe señalar que la porosidad es la propiedad que probablemente menos varía en un yacimiento. Desde el punto de vista de explotación de un yacimiento, es de primordial importancia la evaluación del espacio poroso interconectado, ya que el volumen de hidrocarburos aquí contenido, es susceptible a ser aprovechado.

### **1.3 Mecánica de la fractura:**

Entre las primeras aproximaciones realizadas y que ha sido la tendencia general, es intentar construir modelos exclusivamente dedicados a explicar el comportamiento de la matriz sólida, sin tomar en cuenta las heterogeneidades, ni su interacción con los fluidos. Otros trabajos se han enfocado exclusivamente a 2 dimensiones y suponen que no existe flujo de fluidos en las fracturas, y consideran que éstas tienen superficies planas. Actualmente, los modelos han evolucionado a 3 dimensiones, al aumentar el poder de cómputo, pero siguen considerando generalmente superficies de fractura planas.

En otros estudios, se intenta simular principalmente la formación y propagación y coalescencia de fracturas en materiales homogéneos y heterogéneos, así como la formación o ramificación de fracturas secundarias (grietas). Sin embargo, no siempre consideran el acoplamiento de estos cálculos con el flujo de fluidos, para así poder simular las fracturas hidráulicas. Así, se ha evolucionado de los modelos de fractura con superficies planas, a modelos más realistas, donde la rugosidad de las superficies de fractura, pueden ser consideradas como características de la heterogeneidad y del proceso de daño del material. Por tanto, es posible considerar la correlación de la morfología de la superficie de fractura con las propiedades mecánicas macroscópicas, tal como la resistencia a la fractura.

Existe evidencia experimental abundante, donde se ha mostrado que materiales diversos, como aluminio dúctil, o bien materiales frágiles como roca o madera, muestran que la topografía de las superficies de fractura son auto-afines. Este resultado sugiere que el exponente de rugosidad local podría tener un valor universal, independiente del modo de fractura y del material. En forma semejante, se ha observado para el caso de rocas fracturadas, que las fronteras fracturadas pueden ser usualmente descritas como fractales auto-afines, y que el exponente de rugosidad, usualmente alrededor de 0.8, es independiente del tipo de material y el proceso de fractura. Por tanto, las tendencias actuales para simular los fenómenos de fractura, deben considerar superficies de fractura rugosas auto-afines, y la Mecánica Fractal se ha convertido en una técnica de estudio sumamente poderosa, pues permite explorar o construir modelos teóricos y experimentales, con otros materiales de más simple exploración, para modelar el comportamiento de matrices rocosas.

### **1.4 Permeabilidad:**

La permeabilidad de un medio material se define como la facilidad para que un fluido se transporte a través del medio. Para el caso de propagación de hidrocarburos en materiales sólidos porosos, se tiene que existen zonas de alta permeabilidad, como pueden ser fracturas y grietas naturales, o bien de baja permeabilidad como puede ser la matriz sólida de la roca.

Así encontramos que las fracturas naturales abiertas influyen el flujo en forma sustancial, pues son más permeables que la matriz rocosa por órdenes de magnitud, de forma que si forman un sistema interconectado de fracturas, constituyen un sistema de permeabilidad dual, con la matriz rocosa alimentando muy lentamente de hidrocarburo a la fractura de muy alta permeabilidad.

Siempre que las fracturas estén presentes, el contraste entre las fracturas y la matriz rocosa origina campos de permeabilidad en extremo heterogénea, lo que resulta en distribuciones de saturación

muy complejas. Con este conocimiento, se tiene entonces que el modelaje numérico de yacimientos naturalmente fracturados, debe involucrar técnicas de porosidad dual, considerando que un medio continuo corresponde a las fracturas y otro medio continuo a las rocas.

### **1.5 Teoría de Percolación:**

En forma adicional, el comportamiento o desplazamiento del fluido a través de las estructuras sólidas o porosas, también se puede describir con estudios fractales y teoría de la percolación, como se discute a continuación. La teoría de percolación es un modelo de conectividad, introducido en la década de los 50's, y que al paso del tiempo ha encontrado diversos campos de aplicación. El modelo más simple de percolación consiste en un arreglo de sitios ocupados, con probabilidad  $p$  de ser ocupados. Los sitios vecinos se consideran conectados si ambos sitios están ocupados.

Un conjunto de sitios conectados forman un agregado (*cluster*). Al incrementar la probabilidad  $p$  de ocupación, se forman nuevos agregados y aquellos que ya estaban formados, no sólo crecen sino que se interconectan. Eventualmente, se puede alcanzar un valor crítico de la probabilidad,  $p_c$ , conocido como umbral de percolación, y entonces un agregado especial aparece y éste genera una conectividad general en el sistema. Mientras que el valor umbral real depende del arreglo o sistema inicialmente elegido, el comportamiento de las propiedades medidas cerca del umbral de percolación es universal, dependiendo sólo de la dimensionalidad fractal del sistema.

Este último concepto de universalidad es de extrema utilidad, pues significa que podremos comprender las propiedades de un nuevo sistema, si ya conocemos que sus exponentes críticos son los mismos que los de algunos sistemas más sencillos ya estudiados con anterioridad. De trabajos de investigación anteriores, ya se conocen ciertos exponentes críticos para esos sistemas, que describen la percolación y que actualmente se busca aplicar a otros sistemas desordenados, como son procesos químicos, ciencia de polímeros, fenómenos de transporte en sistemas desordenados, etc.

Así llegamos al punto de que aunque la mayoría de los estudios en flujo de fluidos a través de medios desordenados, ha sido desarrollado para sistemas por debajo del umbral crítico, sucede que si la distribución de permeabilidades es suficientemente amplia, entonces podremos aplicar los conceptos de percolación para modelar el flujo de un fluido a través de canales con rugosidad o bien a través de materiales porosos, como es el caso que nos ocupa en este proyecto. En la existencia de canales muy angostos, el campo del flujo cambia cuando el fluido se mueve a través de canales altamente irregulares. En el caso de análisis fractal se espera encontrar cómo el campo de velocidades está correlacionado con propiedades fractales de las dos superficies rugosas del canal o fractura donde se mueve el fluido.

### **1.6 Objetivos:**

Por las razones expuestas anteriormente, consideramos que es de relevancia investigar acerca de la propagación de fluidos en medios porosos.

*Desarrollar un modelo teórico, basado en geometría fractal, que describa la propagación de un fluido viscoso a través de un medio poroso, utilizando como parámetros la viscosidad, presión y temperatura del primero y la porosidad del segundo.*

### **1.7 Contribución e importancia del trabajo:**

El avanzado estado de explotación de los principales yacimientos en México, aunado al incremento acelerado de la demanda de gas natural y de petróleo crudo y al incremento en la exportación, nos llevan a un punto en el que la exploración, explotación y recuperación se encuentran en situación crítica. Durante la recuperación de hidrocarburos, el flujo de fluidos dentro del yacimiento ocurre por energía



propia, pero en ocasiones la presión en el fondo del pozo no es suficiente para producirlos, por lo que se requiere la instalación de un sistema artificial.

A fin de evitar que la presión del yacimiento caiga por debajo de los niveles requeridos para llevar los fluidos al pozo a través del medio poroso, se requiere aplicar procesos de recuperación mejorada como una alternativa para incrementar la recuperación de hidrocarburos, modificando las características de los fluidos y las fuerzas capilares que actúan sobre ellos. Por lo tanto, el incremento en la recuperación del petróleo debe ser significativo para garantizar su rentabilidad.

Creemos por lo tanto, que para generar esta rentabilidad y de alguna manera aportar conceptos en la explotación y técnicas de recuperación, debemos enfocar toda nuestra atención al estudio de la propagación de fluidos en medios porosos, ya que la porosidad es una característica clave de las rocas que forman un yacimiento.

## **2 Metodología**

En este proyecto se complementan los estudios experimentales y los estudios teóricos.

Con respecto al primero, se menciona que se construyeron celdas de Hele-Shaw con diferentes dimensiones y conteniendo distintos medios porosos. A través de estas celdas se permitió la percolación de varios fluidos, principalmente newtonianos. El gradiente de temperatura se mantuvo constante, con el fin de simplificar las ecuaciones de dinámica de fluidos (ecuación de momentum) y sólo permitir la acción de la gravedad y que sería contrarrestada eventualmente por las fuerzas de fricción o viscosas del sistema.

Se realizaron diversos tipos de experimentos, con la finalidad de obtener una dependencia de los frentes de propagación en función del fluido viscoso y la porosidad del material poroso. De esta forma, fue posible obtener la dimensión fractal para cada uno de los casos, pero más importante aún, se logró definir los perfiles dinámicos de los frentes de propagación.

Todos los experimentos fueron filmados y fotografiados, de forma que fue posible observar la "digitación viscosa", además de que se pudo digitalizar las imágenes, de forma que se obtuvo la rugosidad característica de los frentes de propagación, lo que permitió obtener la dimensión fractal.

Los frentes digitalizados fueron evaluados estadísticamente con el paquete comercial Benoit.

## **3 Resultados y Discusión**

En la figura 2, se muestra la percolación de aceite de motor en un medio poroso, apreciándose con claridad la formación de "dedos viscosos", como producto de un efecto fractal, esto es, la presencia de rugosidad.

En la figura 3, el agua con tinta china tiene un mayor desplazamiento con respecto al aceite, las fuerzas inerciales son representadas solamente por la gravedad y el propio peso del fluido y son controladas por la viscosidad. En esta grafica también se observa que el decremento del desplazamiento es provocado por la reducción de la porosidad del material. Existe una porosidad crítica para la cual ambos fluidos tienen una disminución considerable de la velocidad la cual es de aproximadamente 30 %. Este cambio también se hace notable con el cambio de pendiente de las curvas obtenidas. Este cambio, se infiere es un punto crítico que marca el inicio del decremento de la percolación.

En la figura 4 se observa un decremento en la velocidad, provocado por el aumento de las fuerzas viscosas ante las fuerzas inerciales. Es evidente la existencia de un umbral de percolación, que está en

función de la porosidad del medio, a través del cual se mueve el aceite. Se puede notar un cambio en la pendiente de la velocidad, esto es, existe una desaceleración que detiene la percolación.

En la figura 5 se aprecia que la dimensión fractal es independiente del tiempo de medición. Esto es de gran importancia, ya que significa que no importa a que tiempo se mida la dimensión fractal, ésta no variará significativamente para un fluido y medio poroso específico.

En la figura 6 se presenta una gráfica de la dimensión fractal contra el porcentaje de porosidad y se incluyen las líneas de tendencia y el factor de correlación. En la gráfica se observa la disminución de la dimensión fractal al incrementar la porosidad del medio. Este resultado valida la definición de la dimensión fractal, ya que provee un mecanismo para determinar la rugosidad de una curva, y considerando que los puntos tienen dimensión 0 y las líneas tienen dimensión 1, nuestro experimento corrobora que a mayor porosidad (ocasionada por el incremento del tamaño de la partícula) no hay oposición al flujo y por lo tanto el frente de propagación del fluido tenderá a una línea recta.

#### 4 Conclusiones

En nuestro experimento el gradiente de presión se mantuvo constante, por lo que no influyó directamente con el desplazamiento del fluido, de haber sido así, obviamente se hubiera incrementado la velocidad y por consecuencia la distancia recorrida. Para trabajos posteriores, se recomienda tener gradientes de presión que describan el comportamiento bajo diferentes condiciones.

La nula correlación de la dimensión fractal con respecto al tiempo, representa un detalle importante debido a la información que nos proporciona, ya que nos indica que no importa en qué intervalo de tiempo sea medida la dimensión fractal, ésta permanecerá constante si no varían las condiciones del fluido y del medio poroso por donde se propaga.

Los resultados nos muestran que la dimensión fractal ( $D_f$ ) es inversamente proporcional a la porosidad, es decir, manteniendo la viscosidad fija e incrementando la porosidad, la  $D_f$  tiende a disminuir como se observa en la siguiente relación:

$$D_f \propto \frac{1}{\phi}$$

para el caso anterior, se experimentó con dos fluidos (agua/tinta-china y aceite) y se propagaron en tres medios porosos con diferente porosidad.

Por otro lado, manteniendo fijo el medio poroso y disminuyendo la viscosidad la  $D_f$  tiende a un valor crítico, que faltaría por determinar, como se observa en la siguiente relación:

$$D_f \propto \frac{1}{\nu}$$

para este caso también se utilizaron tres medios porosos y se utilizaron 4 fluidos. Sin embargo, sólo se utilizaron dos de ellos (agua/tinta-china y aceite), ya que para la miel no fue posible compararla con los fluidos anteriores, porque no se utilizó el mismo medio poroso y el shampoo representa a un fluido no-Newtoniano.

Por lo mencionado anteriormente, se presentan las dos relaciones siguientes:

$$D_f \neq D_f(t)$$

lo que nos indica que la dimensión fractal no depende del tiempo y:

$$D_f = D_f(\phi^{-1})$$
$$D_f = D_f(\nu^{-1})$$

que la dimensión fractal está en función del inverso de la porosidad y del inverso de la viscosidad.

Sin embargo, se debe tener cuidado en la forma u orden como son variadas estas cantidades durante el experimento, ya que, si son variadas simultáneamente, el comportamiento obtenido no sigue esta relación.

Lo más que podemos conjeturar en este momento, es que tal vez exista una relación empírica del tipo:

$$D_f = \frac{C}{e^{\alpha\phi} e^{\beta\nu}}$$

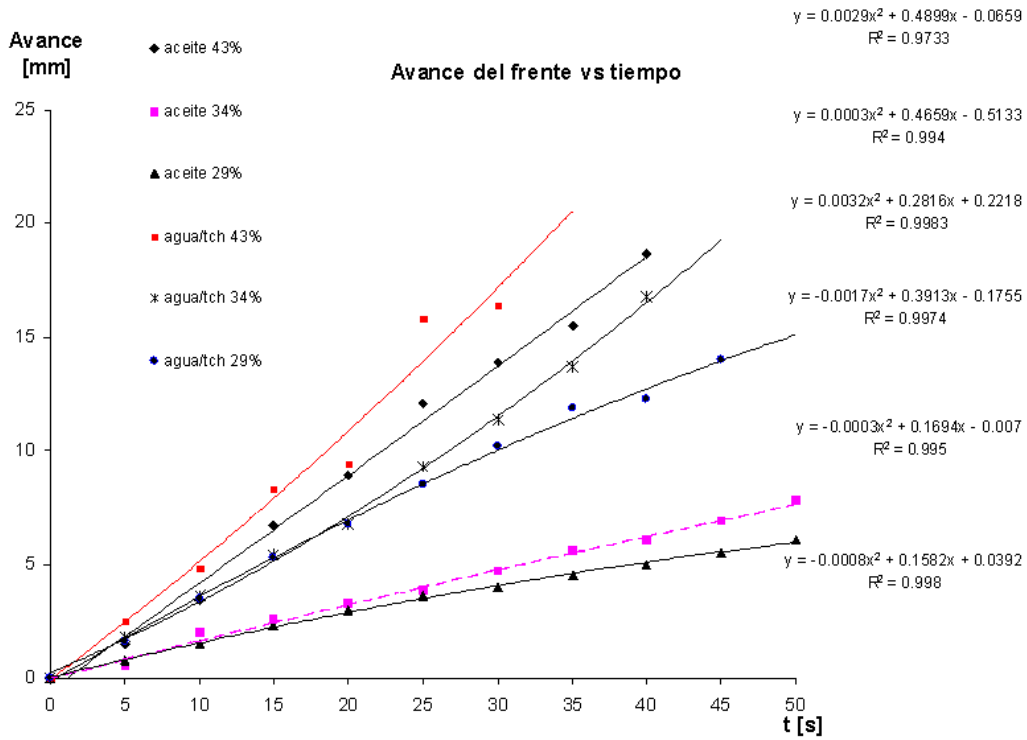
para la cual es necesario estimar los parámetros desconocidos, mediante una mayor cantidad de experimentos que considere y estime valores y propiedades en un rango más amplio, de forma que sea más confiable. En este momento, sólo podemos avanzar que para un fluido hipotético de viscosidad cinemática nula, se esperaría que la dimensión fractal tienda a un valor límite teórico del orden de 1.5 a 1.6, y que para un material poroso con porosidad que se incrementa gradualmente hasta alcanzar el 100 % (totalmente transparente) el valor límite sería de 1.

Por tanto, proponemos que siguiendo la técnica de trabajo expuesta en este trabajo, se explore con una mayor cantidad fluidos newtonianos, pero principalmente con viscosidades muy bajas, y con una mayor cantidad de materiales porosos, en un amplio rango de porosidades, pero principalmente con porosidades muy bajas.

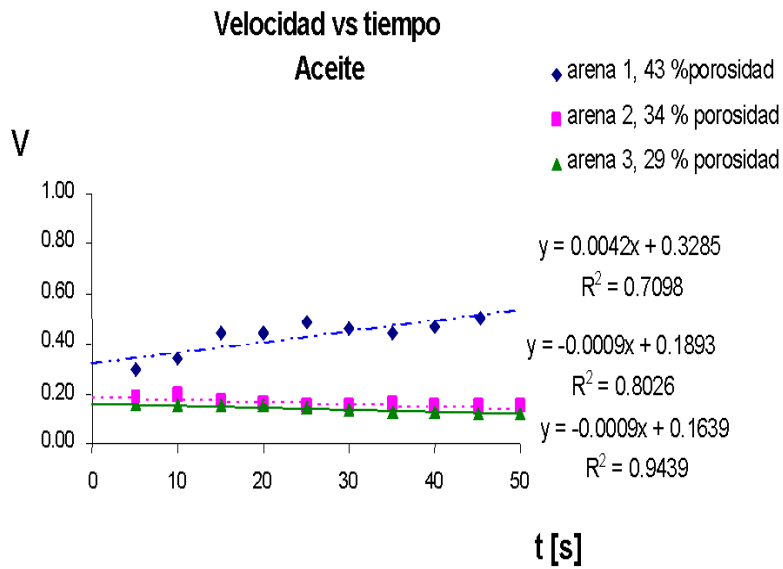
## FIGURAS



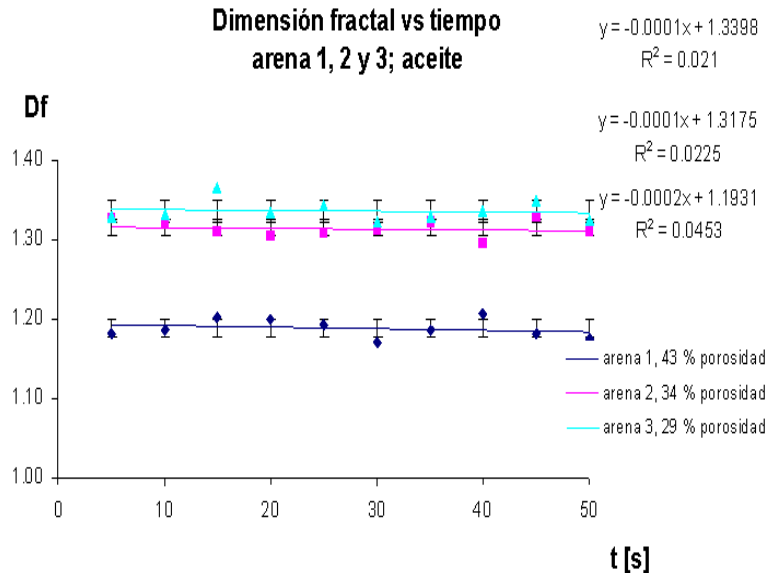
**Figura 2.** Percolación de un fluido viscoso en un material poroso.



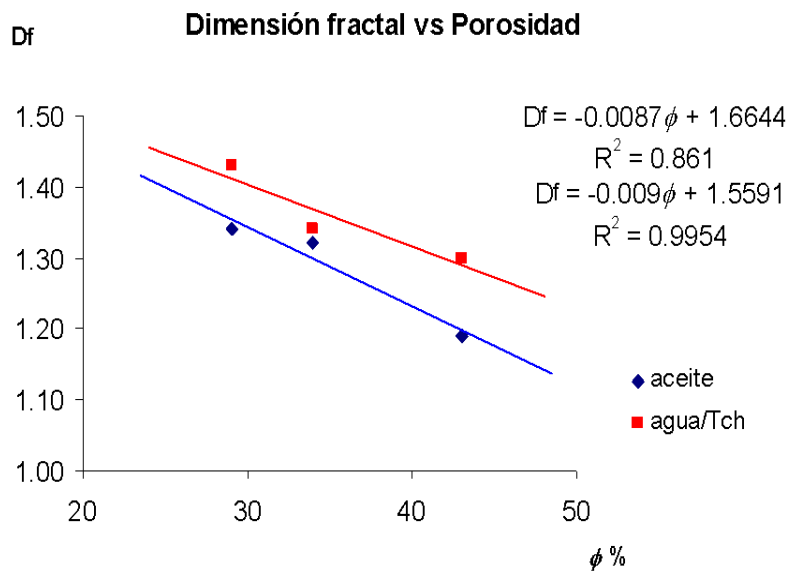
**Figura 3.** Dinámica de la interfase de varios fluidos viscosos al propagarse en un material poroso.



**Figura 4.** Dependencia de la velocidad de propagación de la interfase para diferentes porosidades.



**Figura 5.** Independencia de la dimensión fractal con respecto al tiempo, para diferentes porosidades.



**Figura 6.** Dependencia de la dimensión fractal para diferentes porosidades.

## 5 Referencias

- [1]. Instituto Mexicano del Petróleo. *Prospectiva de la investigación y el desarrollo tecnológico del sector petrolero al año 2025*. Junio 2001.
- [2]. B. P. Tissot y D. H. Welte. *El petróleo su formación y su localización*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología México. 1982.
- [3]. Morales, Daniel. *Dinámica Fractal de Interfases en Medios Porosos*. Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional. Febrero 2001.
- [4]. Sahimi, Muhammad. *Porous Media and Fracture*. Taylor & Francis, 1994. 258 p.
- [5]. Papanastassou, Tasos. *Viscous Fluid Flow*. CRS Press

- [6]. E. Aker, Hansen A. and Maloy K. *A Numerical Study of Capillary and Viscous Drainage in Porous Media*. Physics/0005054. 22 May, 2000
- [7]. Schroeder, Manfred. *Fractals, Chaos, Power Laws*. W. H Freeman and Company. 1991.
- [8]. G. K. Batchelor. *An Introduction to Fluid Dynamics*. Cambridge University Press. Reprinted 1991.
- [9]. Z. H. Shan and Y. Leng. *Finite Element Analysis of Porous Materials Fracture Toughness*. Department of Mechanical Engineering, Hong kong University of Science and Technology. 1998 Trans Tech Publications, Switzerland.
- [10]. Stanley, H. E. and Barabási, A.-L. *Fractal Concepts in Surface Growth*. Cambridge University Press.
- [11]. Donald L. Turcotte. *Fractals and Chaos in Geology and Geophysics*. Cambridge University Press. Second Edition.
- [12]. Stauffer, Dietrich and Aharony, Aharony. *Introduction to Percolation Theory*. Taylor & Francis.
- [13]. Sahimi, Muhammad. *Applications of Percolation Theory*. Taylor & Francis, 1994. 258 p.
- [14]. Geoffrey, Grimmett. *Percolation*. 1999.
- [15]. J. Goldenberg, B. Libai, S. Solomon, N. Jan, D. Stauffer. *Marketing Percolation*. Physica A 284. Received 7 April, 2000.
- [16]. Tayfun Babadagli. *Invasion Percolation in Correlated Porous Media*. Department of Petroleum and Natural Gas Engineering, Istanbul, Turkey. Received 5 August, 1998.
- [17]. E. Aker, Hansen A. and Maloy K. *A Numerical Study of Capillary and Viscous Drainage in Porous Media*. Physics/0005054. 22 May, 2000.
- [18]. Eyvind-Aker, Hansen-Alex and Jorgen Maloy-Knut. *A Numerical Study of Capillary and Viscous Drainage in Porous Media*. Abstrac, mayo 2000. Department of Physics, University of Science and Technology. Trondheim, Norway.
- [19]. GÓMEZ VARGAS, Ó. Estudio de la Propagación de un Fluido en un Medio Poroso. Tesis de Maestría. ITESM-CEM. 2002

# UNDERSTANDING FARADAY'S LAW USING MAGNETS

Eden Figueroa. Quetzal García. Rodolfo Briones.

One of the mayor learning fields in the first semesters for a student of an engineering career is electromagnetism. Moreover, it is also one of the most difficult issues to understand for the alumni. Basically, it is necessary to provide the student with some evidence that the results from vector calculus could be viewed in a practical and easier way. In this work we describe a practice developed by the Basic Physics Laboratory for the students of the basic electromagnetism course at ITESM. The objective was to create a simple experiment that introduces some mathematical concepts involved in Faraday's Law.

Keywords: Laboratories, Electromagnetism, Faraday's Law

## 1. Introduction

Faraday's law describes how the changes into magnetic fields or changes in circuits having applied magnetic fields in their surroundings produce electric fields. This of course has tremendous technological implications. In fact, it is almost the base of our modern systems of production of electrical energy and plays an important role in the functioning of quotidian use apparatus.

To take a look in how Faraday's law works let us find the induced current by a time dependent magnetic field into a circuit formed by two solenoids connected each other.

Using the mathematic postulate of Faraday's Law [1],

$$\varepsilon = -\frac{\partial\Phi_B}{\partial t}, \quad (1)$$

<sup>1</sup>this means that after a change in the magnetic flux passing through a closed circuit (understanding this as a change in the quantity of magnetic field lines between the closed loop) comes a potential difference and so a current in the circuit.

---

M. C. Quetzal García García Laboratorio Complementario de Física. Departamento de Física ITESM Campus Monterrey. [quetzal@mail.mty.itesm.mx](mailto:quetzal@mail.mty.itesm.mx)

Ing. Eden Valentín Figueroa Barragán. Laboratorio Complementario de Física. Departamento de Física ITESM Campus Monterrey. [al766837@mail.mty.itesm.mx](mailto:al766837@mail.mty.itesm.mx)

Ing. Rodolfo Erick Briones Recio. Laboratorio Complementario de Física. Departamento de Física ITESM Campus Monterrey. [al264166@mail.mty.itesm.mx](mailto:al264166@mail.mty.itesm.mx)



**Figura. 1** Experimental Setup

It is also useful to remember the definition of magnetic flux in terms of a surface integral

$$\Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}, \quad (2)$$

since, we can rewrite

$$\varepsilon = -\frac{\partial}{\partial t} \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}. \quad (3)$$

Using Ohm's Law

$$\varepsilon = IR, \quad (4)$$

then, we define the generated current using Faraday's Law

$$I = -\frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial t} \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}. \quad (5)$$

If we suppose that a solenoid has  $N_1$  as a number of turns, we find the intrinsic resistance

$$R = \rho L, \quad (6)$$

where  $\rho$  is the resistivity of the material (for this case copper) and L is the total length of copper wire. Thus, rewriting

$$R = \rho N_1 l, \quad (7)$$

then, we could define the generated current in the solenoid as



$$I = -\frac{1}{\rho N_1 l} \frac{\partial}{\partial t} \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}. \quad (8)$$

The transversal area of the solenoid remains constant and, for simplicity we will suppose the magnetic field to be always perpendicular to that area (which is almost true for the field lines just outside the magnet). This way, the current passing in the solenoid is

$$I = -\frac{A}{\rho N_1 l} \frac{\partial B}{\partial t}, \quad (9)$$

where A is the transversal area inside the solenoid. This experiment supposes a time dependent field with the form

$$B = B_0 \sin(\omega t), \quad (10)$$

thus, the current should be given by

$$I = -\frac{\omega A}{\rho N_1 l} B_0 \cos(\omega t). \quad (11)$$

If we connect this first circuit to another solenoid, we will make flow this current. This way we will generate a response field. This field should be given by

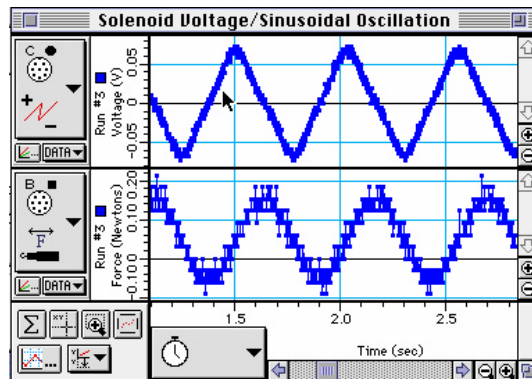
$$B = \mu_0 \frac{N_2}{l} I. \quad (12)$$

So, a field is created inside the second solenoid

$$B_R = \frac{\omega \mu_0 A}{\rho l^2} \left[ \frac{N_2}{N_1} \right] B_0 \cos(\omega t). \quad (13)$$

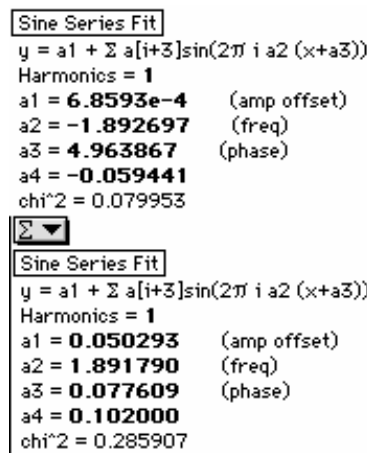
## 2. Experimental results

The experiment setup consists of a bar magnet hanging from a spring with a very low force constant. This spring is fixed to a PASCO Force Sensor with high sensibility [2]. The magnet makes a harmonic motion inside the solenoid. The objective is to create a changing field there in. (Fig. 1) The spring forces the change to be harmonic in time as required by Eq.(10). In the lower part of Fig. 2 we can see the measures of the force in the sensor, which is proportional to the displacement of the magnet.



**Figure 2.** Voltage response in the solenoid to the moving magnet. The lower plot shows the sinusoidal character of the field.

Next, we measure the voltage produced in the solenoid with a PASCO voltage sensor. As we expect, the voltage is also sinusoidal due to Ohm's law. This is an experimental verification of Eq.(11). We made an additional computation of the frequencies in both plots, the results was, of course, the same frequency (Fig. 3).

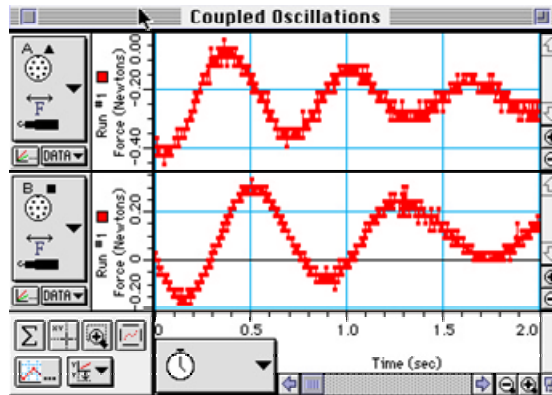


**Figure 3.** Sinusoidal fit for the moving magnet and the voltage response showing matching in frequency

In Fig. 2 we can see the relation between the maxima and minima in both plots. As we remember; the first one is related with the original and the other one with the response. The experimental result indicates that a maximum in one is related to a zero in the other. This is a verification of Eq.(1), which includes a derivative. The plots are presented in a simultaneous time scale. The next step is connecting a similar setup to the first one to obtain a coupled oscillator. We measure the force in the second one also.

As a result of the current flowing in the solenoid, it is generated a field inside the second one that interacts with the other magnet. This results in an oscillating motion that could be measured by the force sensor.

We present simultaneous plots to show the force measurements. These are related again in the sense of the derivative as we could appreciate in Eq. (13). The damped response is due to the energy losses and also the effect of the oscillations of the first magnet as Lenz Law indicates (Fig. 4).



**Fig. 4. Force graphs of both springs with magnets. These shows the relation due to the presence of a derivative in Faradays' law**

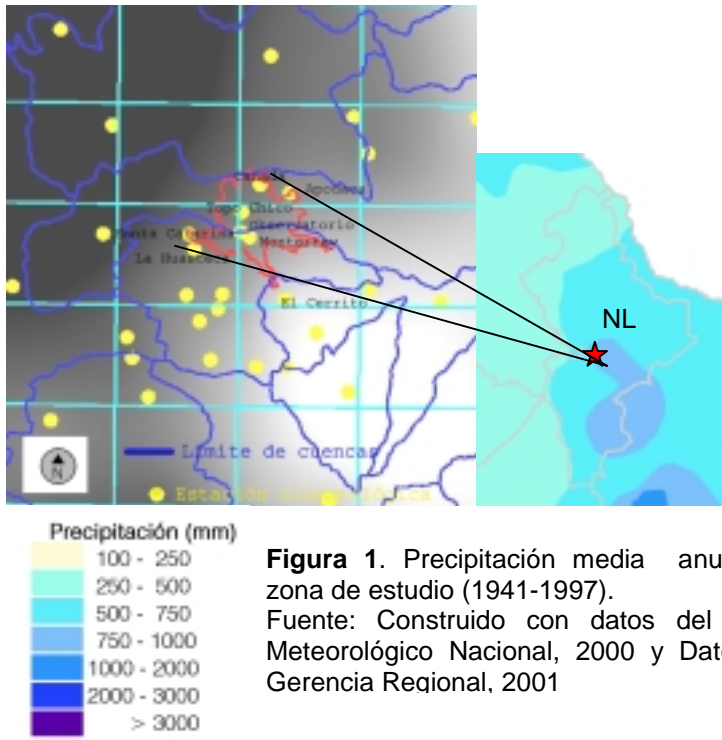
### 3. Comments

We present these experiments according to the procedure followed by our students in their practice for the Basics Physics Laboratory as a part of the Electromagnetic for engineers course. We find in particular that working with this class of setup is a useful way of explains the mathematics of Faradays' law due to the evidence in plots of the presence of the derivatives involved. In particular, the absence of energy supplies indicates that Electromagnetic fields carry energy by itself, a concept that is difficult to perceive just in the equations. Moreover, the matching in frequency is a good way of explains the relation cause - effect predicted in the equation.

We try to contribute to the teaching of electromagnetism trough the establishment of new connections between students and computer measurements made in easy to understand experiments related with equations of mathematical physics.

#### 4. References

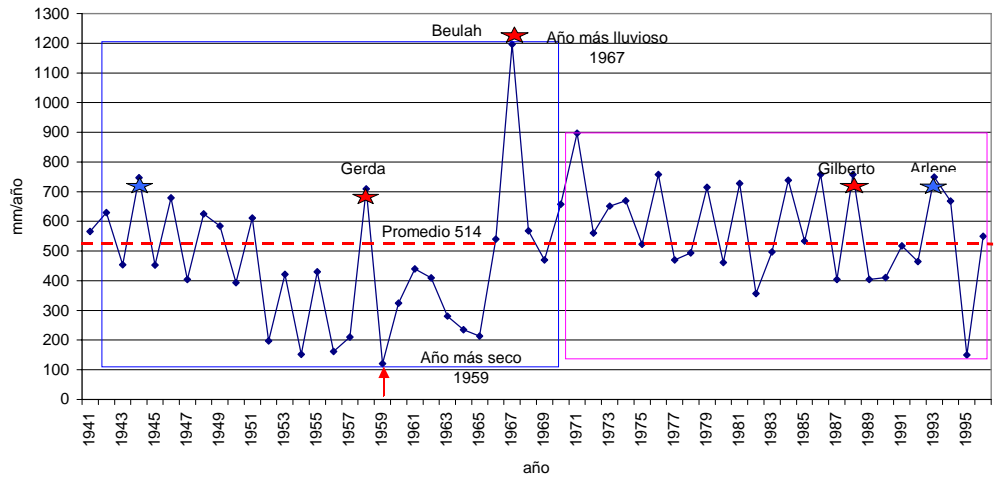
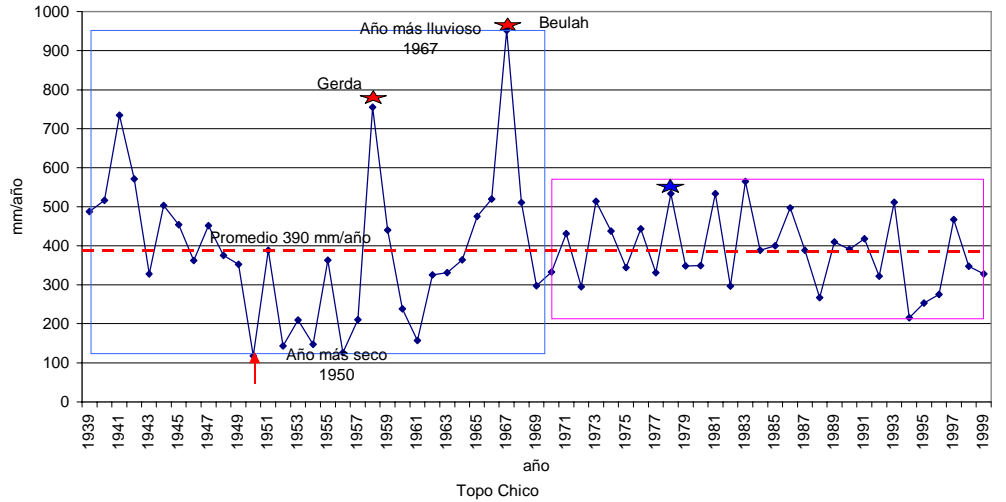
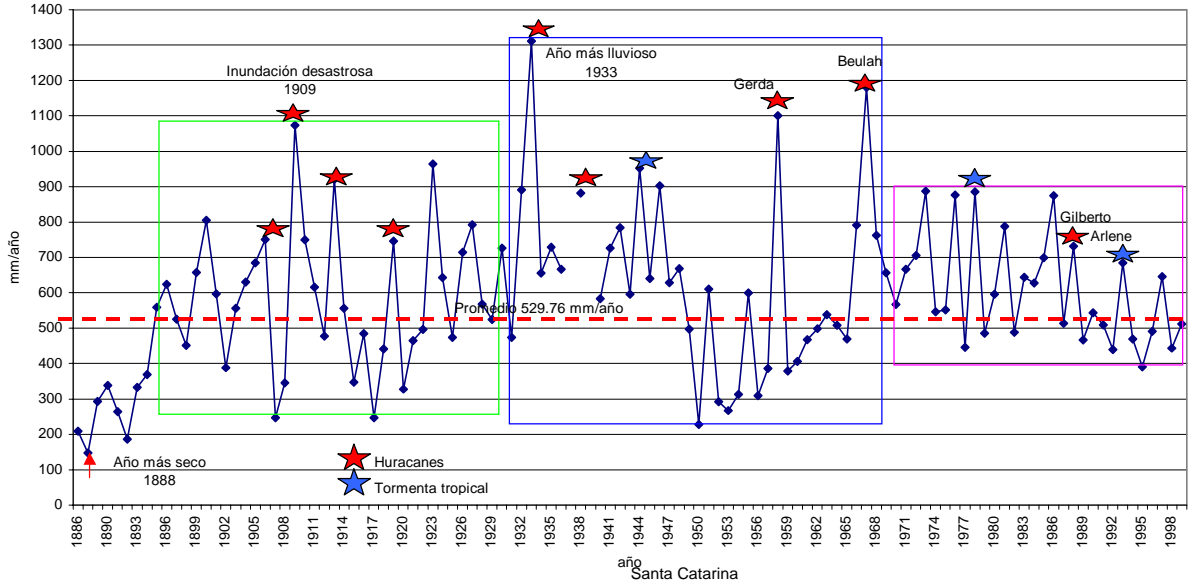
1. Raymond A. Serway, *Physics for Scientist & Engineers with Modern Physics*, 4th ed. (Saunders College Publishing, 1982).
2. PASCO *Physics and Data Collection 2002*, Voltage & Force sensors.
3. Original transcripts are available in Spanish in the following website:  
<http://www.mty.itesm.mx/dcic/deptos/f/f-813>



**Figura 1.** Precipitación media anual de la zona de estudio (1941-1997).  
 Fuente: Construido con datos del Servicio Meteorológico Nacional, 2000 y Datos CNA, Gerencia Regional, 2001



### Monterrey



# Variabilidad de las precipitaciones pluviales en la región de Monterrey

María del Pilar Noriega Crespo

El comportamiento de las precipitaciones pluviales de la región de Monterrey, muestra altibajos muy marcados, que dificultan predecir con antelación la cantidad de agua que captarán anualmente las presas y acuíferos regionales. Tradicionalmente, se ha tomado el promedio como el dato más descriptivo de las lluvias esperadas, pero a través del análisis de los datos disponibles se observa que la distribución de las lluvias no describe una curva normal, lo que confirma que el promedio no es el dato adecuado para las estimaciones del volumen de agua anual. La concentración de la lluvia anual en unos cuantos días al año y más típicamente a lo largo de unas horas, produce problemas de inundaciones en la ciudad, la cual ha sido destruida varias veces por esta causa y obliga a construir grandes obras de captación para aprovechar o controlar las lluvias que caen en este corto lapso, con el inconveniente posterior de las grandes pérdidas debidas a la evaporación.

Palabras clave: precipitación, frecuencia de precipitaciones, ciclones en Monterrey

## 1. Introducción.

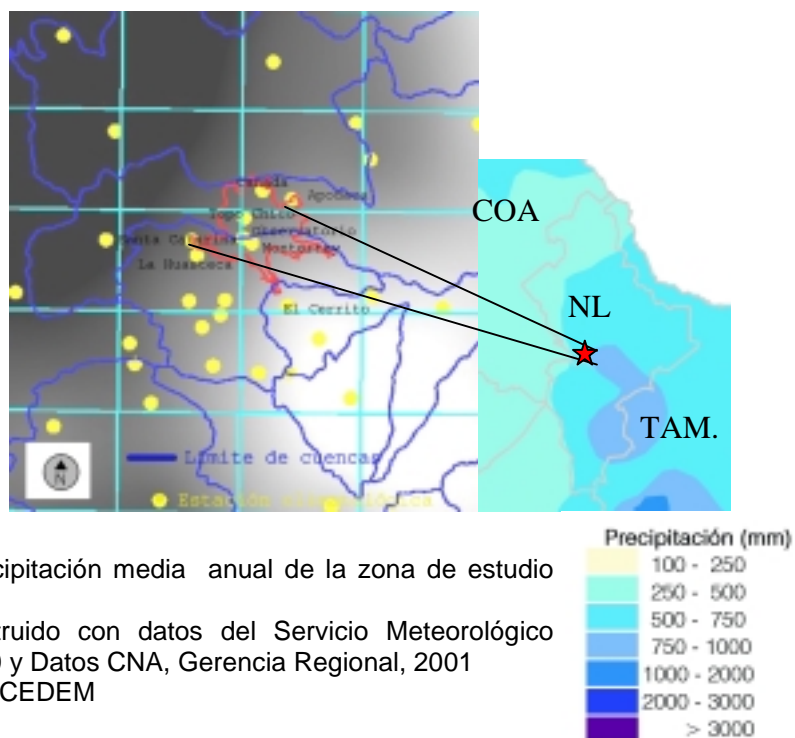
La Historia de Monterrey ha estado siempre ligada a la búsqueda continua de fuentes de abastecimiento de agua que le permitan seguir creciendo al ritmo acelerado que ha venido siguiendo, especialmente durante los últimos 40 años. Los ríos han sido consumidos por la excesiva extracción de agua de sus cauces, los manantiales se han secado y los pozos que no se han abatido de manera irremediable han debido profundizarse hasta más de mil metros para responder a la demanda constante por más agua. En la actualidad, casi la mitad del suministro de la ciudad depende de fuentes ubicadas a 100 km de distancia o más, como la Presa Cerro Prieto o la Presa El Cuchillo (1). Sin embargo, estas costosas e impactantes obras de ingeniería no han resuelto definitivamente el problema y una de las causas probables, es el desconocimiento de la variabilidad extrema de las precipitaciones pluviales de la región durante los cálculos de estas obras. Esto ha originado que las presas, planeadas para captar volúmenes de agua mucho mayores, se encuentren generalmente al 30% de su capacidad en toda la zona noreste del país. Desde los años cincuenta, ha habido varios estudios que, entendiendo la importancia de la lluvia para predecir el comportamiento de los sistemas de suministro, han intentado explicar los ciclos y las probabilidades de lluvia. En alguno de ellos incluso se relaciona la ocurrencia de precipitaciones con la aparición de las manchas solares en ciclos de once años. Sin embargo, estos estudios han ignorado una verdad fundamental: el manejo estadístico de los datos sin entender la naturaleza de ellos, da lugar a conclusiones erradas (3) y en el noreste del país con cierta frecuencia ha sucedido que los cálculos hidrológicos usan la media como si existiera una tendencia central en los datos, cuando esto en realidad no sucede. O como Albert Einstein diría "No todo lo que importa se puede medir, ni todo lo que se puede medir es importante".

## 2. Metodología

Como primer paso, y basándose en los datos crudos de meteorología proporcionados por la Gerencia Regional de la Comisión Nacional del Agua (CNA), se identificaron las estaciones climatológicas existentes en, o alrededor del Área Metropolitana de Monterrey y se eligieron las 7 que se consideraron las más adecuadas: Apodaca, Canadá, Cerrito, Monterrey, Observatorio y Santa Catarina (ver figura 1). Se observaron luego los rangos de lluvia total anual para cada una de ellas. Se estudiaron también las frecuencias de distribución de la lluvia. Se intentó encontrar patrones y tendencias de la precipitación tomando datos de fuentes dispersas y se estudiaron los fenómenos hidrometeorológicos (huracanes y tormentas tropicales), que han dado lugar a lluvias extraordinarias. Se identificaron las temporadas de lluvias, su probabilidad de ocurrencia y por último los valores modales de la lluvia. Se buscaron las diferencias y similitudes entre las distintas estaciones en cuanto a sus valores y registros.

## 3. Resultados y discusión

La clasificación nacional establece que la precipitación promedio del área de estudio se encuentra en el rango de 500 mm a 700 mm anuales. Sin embargo, debido a su posición en medio de 2 zonas: una con precipitaciones muy escasas (de 100 a 250 mm/año) y otra con precipitaciones mucho mayores (de 750 a 1,000 mm/año), se pueden presentar variaciones importantes en la precipitación total anual, cuyo valor tiende hacia los valores promedio de las zonas contiguas (4).



**Figura 1.** Precipitación media anual de la zona de estudio (1941-1997).

Fuente: Construido con datos del Servicio Meteorológico Nacional, 2000 y Datos CNA, Gerencia Regional, 2001  
Elaborado por CEDEM

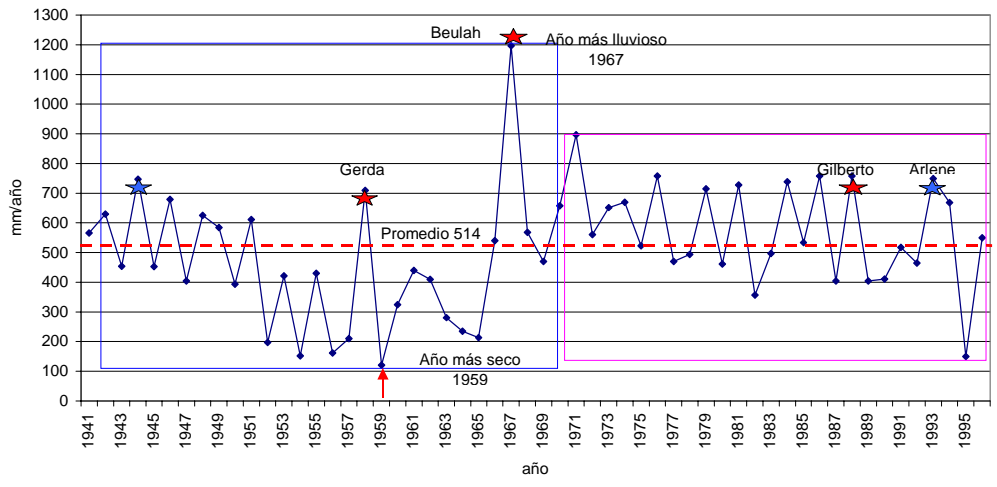
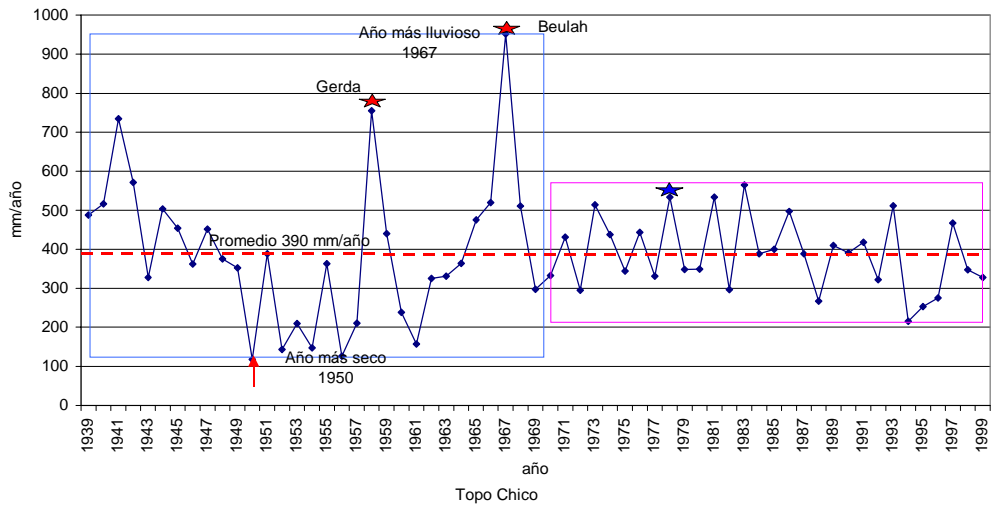
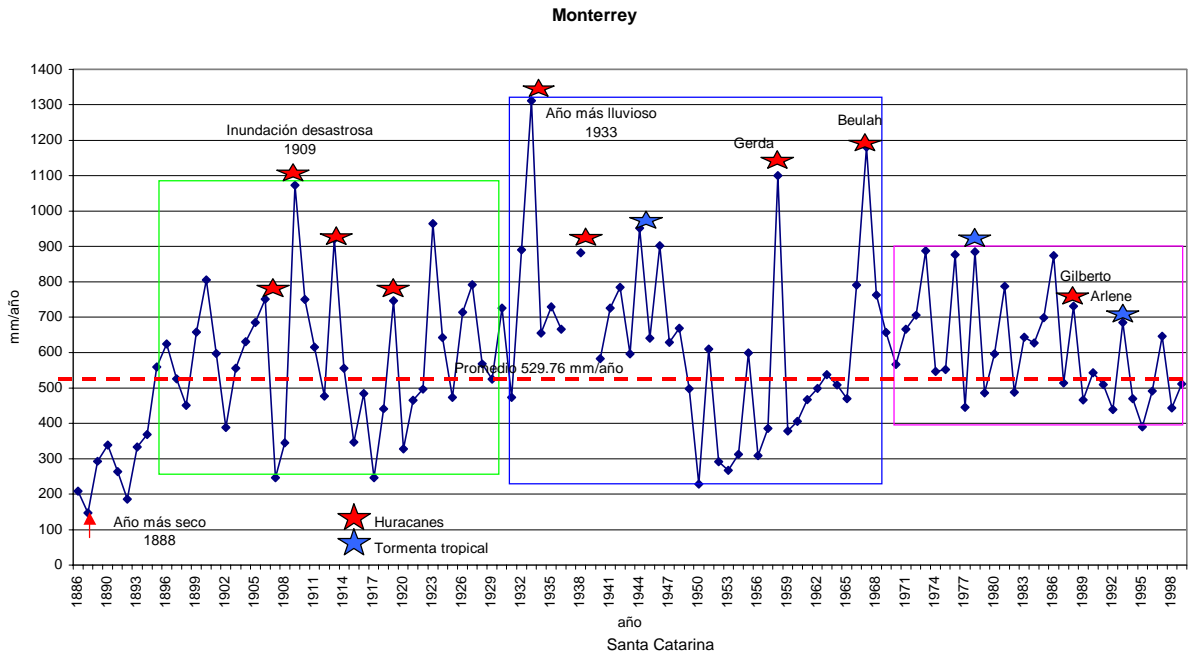


Para estudiar con mayor detalle el comportamiento de la lluvia, se recurrió a los registros pluviométricos disponibles en el área de estudio. La dificultad inmediata fue que aunque existen por lo menos 7 estaciones climatológicas en Área Metropolitana y sus alrededores los periodos de observación para cada una de ellas son diferentes, algunos de ellos muy recientes, e incluso falta información para años completos en algunas de ellas, lo que dificulta la realización de comparaciones y la obtención de conclusiones.

La estación con el periodo de observación más largo es Monterrey, con registros desde 1886 hasta la fecha (5). Le siguen Santa Catarina que inició en 1939 y Topo Chico que empezó en 1941. La Estación Observatorio, instalada en 1958, tiene apenas 45 años de registros. Debido a que los cambios climáticos son fenómenos que se remontan a escalas geológicas de tiempo, mientras mayor sea el periodo de registro, mejores serán los resultados obtenidos. Puesto que la estación Monterrey es la más antigua, es la que se tomó como base para este análisis, incluyendo también las dos estaciones que le siguen en antigüedad. Al graficar las lluvias totales anuales en mm de la estación Monterrey (1886-1999) se observan tres periodos: (ver figura 2) el comprendido entre 1895 y 1929 (de 34 años), el de 1930 a 1969 (de 39 años) y el de 1970 a 1999 (29 años) (cada uno se ha marcado con un recuadro de color distinto en la figura 2).

En cada uno de estos periodos se estudiaron las precipitaciones pluviales mayores y se encontró que durante el primero de ellos se presentaron cuatro huracanes (1903, 1909, 1913 y 1919) que originaron precipitaciones con valores de 191.7, **790.8**, 338 y 231.3 mm/mes respectivamente. Fue precisamente en 1909 cuando se registró la peor inundación del siglo XX en Monterrey (6) y el valor más alto de precipitación mensual de los 122 años de observación. Durante mucho tiempo se consideró que la avenida extraordinaria que originó este huracán en el Río Santa Catarina, ha sido la de mayor gasto en Norteamérica con relación al área de cuenca y se le estimó un gasto de hasta 7,875 m<sup>3</sup>/seg (7), aunque otros autores calculan un gasto de 4,500 m<sup>3</sup>/seg. De los ocho registros mayores a 750 mm/año del periodo, cuatro de ellos no corresponden a huracanes o tormentas tropicales, lo que quiere decir que los años más lluviosos no siempre lo son a causa de los huracanes.

Para el segundo periodo, se encontró también la presencia de varios huracanes (1933, 1938, 1958 y 1967). En 1933 entre los meses de julio a septiembre se presentaron cuatro huracanes que causaron precipitaciones de 138.1 mm, 376.6 mm y 394.3 mm. Es apenas a partir de los años cincuenta que los huracanes empezaron a recibir nombres propios y para este periodo se identificaron al Gerda (1958) y al Beulah (1967) (8). El año más lluvioso de este segundo periodo fue 1933, durante el cual se presentaron diez huracanes y once tormentas tropicales en el Atlántico. Por lo menos cuatro de ellos afectaron la zona de estudio, especialmente los # 5 y el # 11 que originaron lluvias de 376mm y 394 mm en los meses de agosto y septiembre respectivamente y un total de lluvia anual de 1311.3 mm, (incluyendo precipitaciones debidas a los otros dos ciclones), correspondiendo esta cantidad de lluvia al valor anual más alto de todo el periodo de observaciones. Sin embargo, el huracán más importante de este periodo fue el de 1938, que provocó lluvias de 454 mm/mes y coincidió en fecha y trayectoria con el huracán de 1909 (27-28 de agosto). Respecto a los ciclones que han causado los daños más severos en el área de Monterrey y su metrópoli, hay que hacer notar que todos ellos han seguido una trayectoria muy similar, iniciando en el Atlántico Sur frente a las costas de Venezuela continuando a través de la Península de Yucatán para rematar en las costas de Tamaulipas (ver figura 3). Al igual que para el primer periodo, de ocho registros mayores de 750 mm/año, cuatro no corresponden a huracanes. Para el tercer periodo se identificó solamente un huracán, el Gilberto, que de acuerdo a la escala Saffir-Simpson tuvo la categoría 5, la más alta de esta escala por sus vientos de hasta 155 millas por hora. Este huracán entró directo hasta la zona de estudio, pero ya con una categoría menor (de tres) y generó lluvias de 265.6 mm en el mes de septiembre.



**Figura 2** Lluvia total anual en mm para estaciones Monterrey, Santa Catarina y Topo Chico  
 Fuente: CNA, Gerencia Regional 2001 y Unisys Weather, 2002

# EXPLORING ANALOGIES BETWEEN RLC CIRCUITS AND DAMPED HARMONIC MOTION

Eden Figueroa. Quetzal García. Rodolfo Briones

It is always useful to establish connections between diverse topics in physics. This in particular could be easier using the solutions of similar differential equations. In this paper we discuss the analogies between the experimental solution of RLC circuit equations and their resulting plots once known the theoretical results for the damped harmonic motion.

Keywords: Laboratories, Electromagnetism, Circuits, Damped motion

## 1. Introduction

Let us remember the basic equations for this kind of circuits. For a LC circuit the charge is given by [1<sup>1</sup>]

$$\frac{Q}{C} + L \frac{d^2Q}{dt^2} = 0, \quad (1)$$

where Q is the charge and C de capacitance in the circuit. The simplest solution of Eq. (1) can be written as

$$Q = Q_o \cos(\omega t + \delta), \quad (2)$$

or, writing for the voltage using the relation  $V = \frac{Q}{C}$

$$V = \frac{Q_o}{C} \cos(\omega t + \delta). \quad (3)$$

Also, the equation for a RLC circuit

$$-L \frac{d^2Q}{dt^2} - R \frac{dQ}{dt} - \frac{Q}{C} = 0, \quad (4)$$

---

M. C. Quetzal García García Laboratorio Complementario de Física. Departamento de Física ITESM Campus Monterrey. [quetzal@mail.mty.itesm.mx](mailto:quetzal@mail.mty.itesm.mx)

Ing. Eden Valentín Figueroa Barragán. Laboratorio Complementario de Física. Departamento de Física ITESM Campus Monterrey. [al766837@mail.mty.itesm.mx](mailto:al766837@mail.mty.itesm.mx)

Ing. Rodolfo Erick Briones Recio. Laboratorio Complementario de Física. Departamento de Física ITESM Campus Monterrey. [al264166@mail.mty.itesm.mx](mailto:al264166@mail.mty.itesm.mx)

With the solutions

$$Q = Q_o e^{-\alpha t} \cos(\omega' t + \phi), \quad (5)$$

or

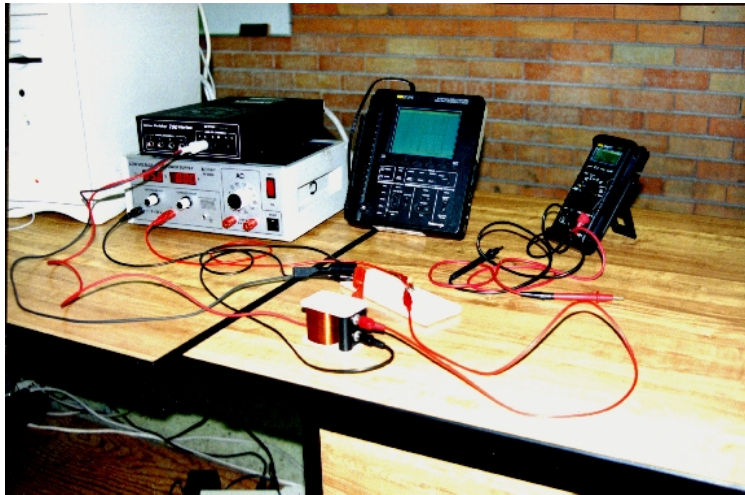
$$V = \frac{Q_o}{C} e^{-\alpha t} \cos(\omega' t + \phi), \quad (6)$$

Considering  $\alpha = \frac{R}{2L}$ .

## 2. The experiments

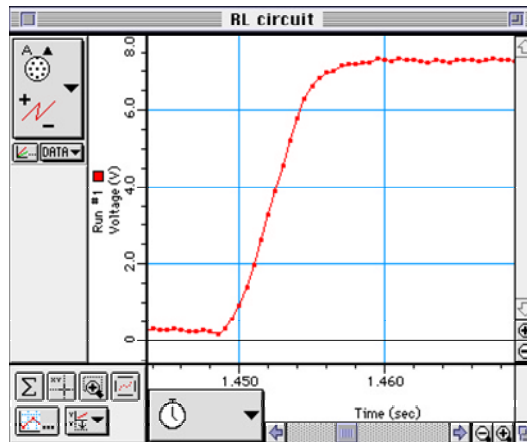
The results of these experiments were obtained using the PASCO Science Workshop and the PASCO Voltage Sensor. Also a SF-9584A power supply is used for obtaining direct current. The solenoid is part of the PASCO TRANSFORMER SET with 3200 turns of copper. [2]

First, we set up a conventional RL circuit. In this case the Science Workshop must work with a sampling frequency of 2000 Hz, mostly due to the fast response of the circuit. (Figure 1)



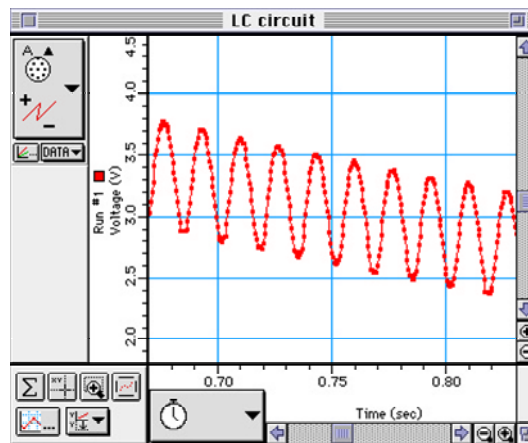
**Figure 1.** Experiment setup

The resulting plot could be explained taking the inductance as a source of current for a short period of time, for this experiment approximately 0.01s (Figure 2).



**Figure 2.** Exponential solution of a RL circuit

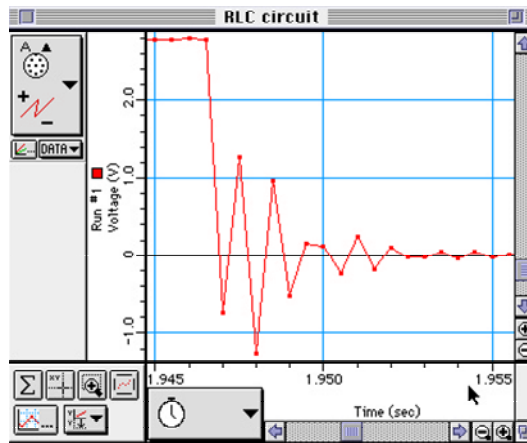
Next we set up a LC circuit using a  $0.004\mu\text{F}$  capacitor. This experiment is a little more difficult since the capacitor must be charged and connected to the solenoid quickly. The effect is also affected for the impedance of the measure instruments. The loss of energy due to the resistance in the solenoid is the cause of the voltage fall in the graph. (Figure 3)



**Figure 3.** Sinusoidal solution of an RL circuit. The fall in the voltage is doubt to the losses in energy.

Particularly, this experiment is a beautiful way of explains the sinusoidal solutions mentioned before which could be immediately compared with the familiar movement of a mass hanging from a spring. Also is a convenient form of introducing the energy contained in the electromagnetic fields. A fact that could be taken in account is that no power supplies are present. However, voltage is always present in the circuit.

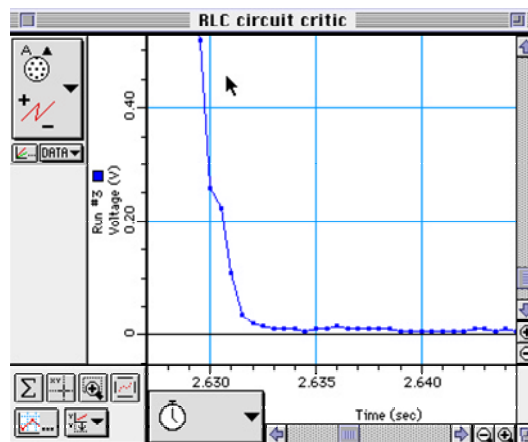
The third experiment is a LC circuit with a larger capacitor (0.1 $\mu$ F), which results in the consideration of the no obvious presence of an intrinsic resistance in the solenoid. The damped signal is a result of its. (Figure 4)



**Figure 4.** RLC circuit solution.

This graph must be compared with the movement of a mass inside a viscous media, understanding of course, the differences between the frequencies involved.

For the fourth experiment a resistance (3.8k $\Omega$ ) is placed in the last circuit and as a consequence an over damped signal is reached. This proves the existence of a critical resistance for which the response of the circuit is no longer oscillatory. (Figure 5)



**Figure 5.** RLC circuit under critical resistance

Theoretically, is found that this resistance is

$$\sqrt{\frac{L}{C}} \quad (7)$$

At the end, by comparing the experiments with the theoretical graphs for the damped motion, it's clear the analogy between circuits and mechanics, this in fact, could be viewed in the next pair of equations

$$-L \frac{d^2 Q}{dt^2} - R \frac{dQ}{dt} - \frac{Q}{C} = 0, \quad (8)$$

for an RLC circuit, and

$$-m \frac{d^2 x}{dt^2} - b \frac{dx}{dt} - kx = 0, \quad (9)$$

for the damped harmonic motion.

### 3. Comments

The analogy between two different phenomena in nature could be viewed with a deeper analysis of equation (8) y (9). In fact, it is possible to see the inductance acting like the mass, the resistance matching the driving constant, the spring constant as the inverse of capacitance and of course the charge in a similitude with the displacement.

In our experience with alumni of firsts semesters at college level we have saw how different themes in the classroom are taken like different physics at all, letting at side the relationship between them. Thus, these analogies are good ways of begin the understanding of similitudes in nature.

### 4. References

1. Raymond A. Serway, *Physics for Scientist & Engineers with Modern Physics*, 4th ed. (Saunders College Publishing, 1982).
2. PASCO *Physics and Data Collection 2002*, Force sensors.
3. Original transcripts are available in Spanish in the following website:  
<http://www.mty.itesm.mx/dcic/deptos/f/f-813>

**Área: Ciencias Exactas y Naturales**  
**Coordinador de área: Mtro. Ricardo Ojeda De la Cruz**

**Ciencias naturales: Biología, ciencias marinas y química**  
**Coordinador de mesa: Mtro. Ricardo Ojeda De la Cruz**



# SERIE DE TIEMPO PLANCTÓNICA EN LA BAHÍA DE BACOCIBAMPO: LOS QUETOGNATOS

Fernando A. Manrique, Raúl E. Molina

Las series de tiempo permiten conocer las variaciones estacionales e interanuales del plancton y el comportamiento de los ecosistemas pelágicos a mediano y largo plazo, y son de gran utilidad en estudios de cambio climático y análisis de pesquerías. Estos estudios son todavía muy escasos, y en México, además, relativamente recientes. Los quetognatos son componentes regulares del plancton, y consumidores muy importantes; este trabajo analiza su variabilidad estacional e interanual en la bahía de Bacochibampo en una serie de tiempo de 17 años. Estuvieron presentes: *Sagitta euneritica*, *Sagitta enflata*, *Sagitta regularis*, *Sagitta neglecta*, *Sagitta pacifica*, *Sagitta minima*, *Sagitta decipiens*, *Sagitta bierii*, *Sagitta bedoti*. Las mayores poblaciones, estacionalmente, fueron en verano, e interanualmente en los años: 1990, 1985, 1995, 1981 y 1989 considerados años fríos; las menores poblaciones se presentaron principalmente en otoño-invierno, en años con eventos “El Niño” (1983, 1987 y 1992). La especie más frecuente y abundante, *Sagitta euneritica*, representó 75% de la abundancia total de quetognatos, seguida por *S. enflata* con 19%; las otras especies juntas representaron 6%. Estacionalmente *S. euneritica* mostró sus máximas abundancias en verano (junio, julio y septiembre), y las menores abundancias en invierno (diciembre-febrero); interanualmente la mayor abundancia fue en 1981. *S. enflata* fue estacionalmente más abundante en invierno (enero), e interanualmente en años “fríos”. Las variaciones en la abundancia de las poblaciones de quetognatos en esta zona están relacionadas con la presencia de fenómenos de surgencias que influyen de manera importante en la productividad y por lo tanto en el ciclo estacional e interanual del fitoplancton y del zooplancton, influyendo ambos en el ciclo y producción de especies comerciales pelágicas como la sardina que presentó sus menores capturas en años “Niño”. La temperatura también influyó en la distribución estacional de las especies.

Palabras clave: Serie de tiempo, Plancton, Quetognatos, Bahía de Bacochibampo.

## 1. Introducción

Los estudios de variabilidad estacional e interanual del plancton se iniciaron a través de series de tiempo con los trabajos de Sir Alister Hardy en 1936, utilizando el “Continuous Plankton Recorder” (CPR) en el Mar del Norte y en el Atlántico Norte [1, 2, 3]; aunque este tipo de estudios se han realizado en otras partes del mundo, aún son escasos [4, 5, 6, 7, 8]. En México los estudios son recientes, y muy escasos [9], destacan, sin embargo, los realizados por Manrique en el Golfo de California [10, 11] utilizando precisamente el Registrador Continuo de Plancton (CPR) diseñado por Hardy; por Manrique y Molina [12], y los trabajos sobre mareas rojas realizados en Mazatlán por Cortés-Altamirano y Nuñez-Pastén [13, 14], y en Guaymas por Manrique y colaboradores [15, 16].

---

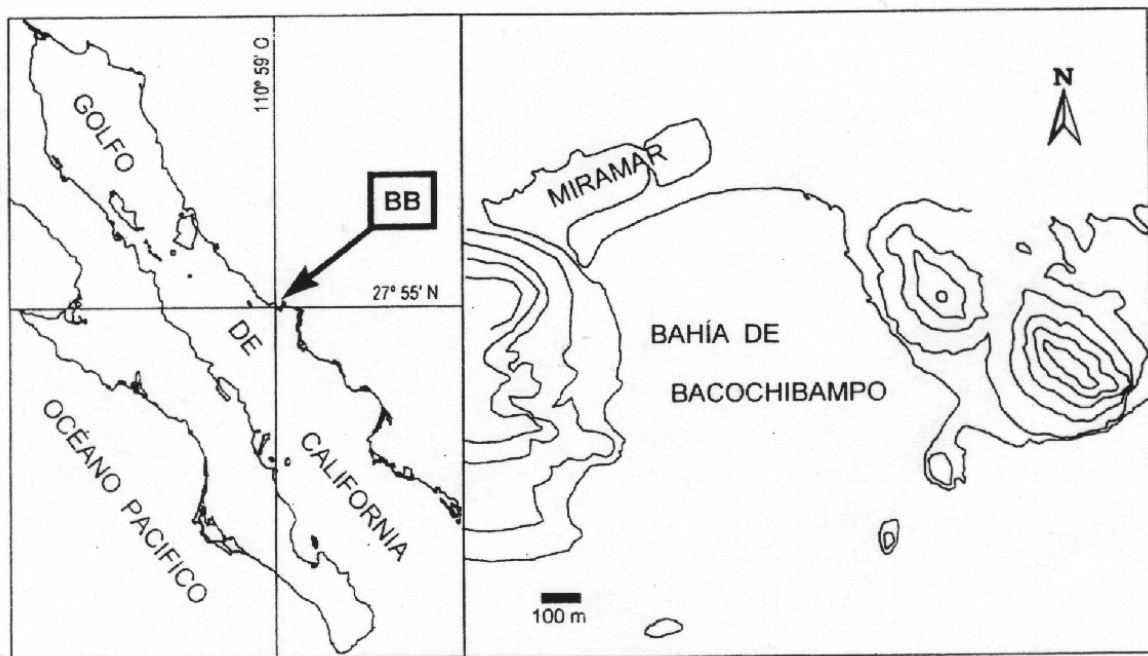
Dr. Fernando A. Manrique, Profesor Emérito, Centro de Calidad Ambiental. ITESM Campus Monterrey. [fmanriqu@itesm.mx](mailto:fmanriqu@itesm.mx)  
M.C. Raúl E. Molina, Investigador Instituto Nacional de la Pesca, Guaymas.  
[rmolina@inp.semarnap.gob.mx](mailto:rmolina@inp.semarnap.gob.mx)

Los estudios de variabilidad del plancton a través de series de tiempo son una herramienta que permite conocer las tendencias del ecosistema a mediano y largo plazo [8, 17, 18], y es de gran utilidad en los estudios sobre cambio climático [19, 20, 21, 22], y en el análisis de las pesquerías [23, 24, 25].

Los quetognatos son organismos marinos predominantemente planctónicos y son de los principales consumidores secundarios de los ecosistemas pelágicos [26, 27]. Su ecología trófica y la influencia que tienen sobre las cadenas alimenticias ha sido bien estudiada en diferentes partes del mundo [28, 29, 30, 31, 32].

En el Océano Pacífico Oriental, y en particular en el Golfo de California, los quetognatos han sido ampliamente estudiados por Alvariño [33, 34, 35, 36, 37]

Este trabajo se llevó a cabo en la bahía de Bacochoibampo, localizada en la costa central oriental del Golfo de California (Fig. 1). La serie de tiempo consta de colectas realizadas mensualmente durante 17 años. El objetivo fue conocer la composición cualitativa (especies) y cuantitativa (abundancia) de la población de quetognatos, sus variaciones estacionales e interanuales, y el papel que juegan en ese ecosistema pelágico.



**Figura 1. Zona de estudio. Bahía de Bacochoibampo.**

## **2. Metodología**

Se colectaron 192 muestras mensuales de plancton en una estación en el centro de la bahía de Bacochoibampo (27° 55' Lat.N.; 110° 59' Long.O.) de febrero de 1980 a mayo de 1996. Se hicieron arrastres horizontales de plancton a 1 m de profundidad durante 10 minutos, utilizando una red de plancton estándar de 50 cm de diámetro de boca y una malla de 333 micras de abertura. La velocidad del arrastre fue entre 2 y 3 nudos. El volumen de agua filtrada

se midió con un contador TSK colocado en la boca de la red. En el momento de la colecta se midió la temperatura superficial del agua utilizando un termómetro de cubeta. Las colectas se realizaron generalmente los primeros días de cada mes entre las 9 y las 11 de la mañana.

Después de las colectas las muestras de plancton fueron colocadas en recipientes de vidrio y fijadas con formaldehído al 5% neutralizado con borato de sodio.

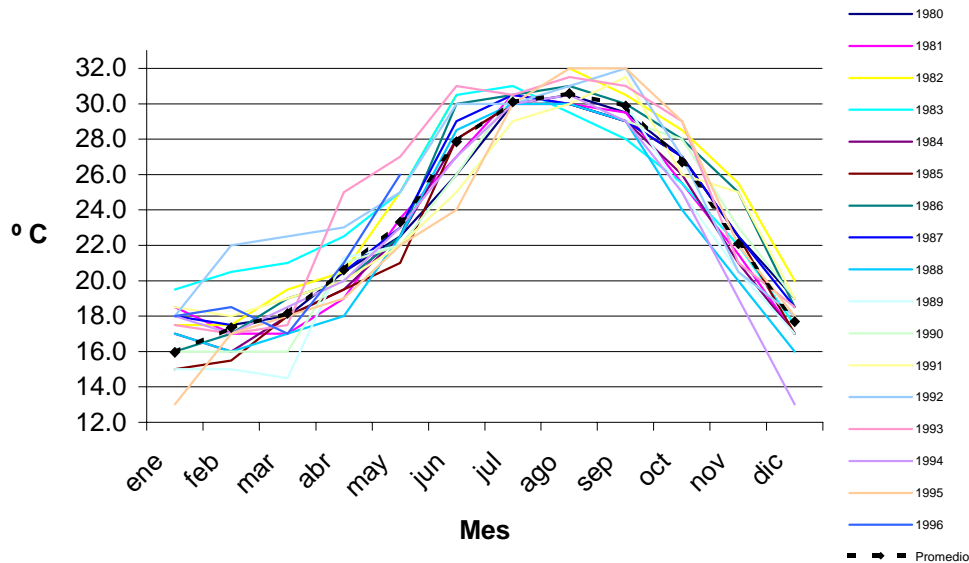
Los análisis se realizaron en el laboratorio utilizando un microscopio estereoscópico Wild y una celda de Dolffus. Para las especies más abundantes se hizo un submuestreo de 10% de la muestra total, mientras que para las especies menos abundantes se revisó toda la muestra. Se identificaron todas las especies presentes y se contó el número de organismos de cada especie presentes en la submuestra y/o en la muestra. Los valores de abundancia (número de individuos por volumen de agua) se ajustaron a 100 m<sup>3</sup> de agua filtrada.

Los datos de abundancia de las especies se analizaron a través del índice de diversidad de Shannon y Weaver, y del índice de equitatividad [38].

## 2. Resultados y Discusión

La serie de tiempo planctónica de la bahía de Bacochibampo con la que se realizó este trabajo, está formada por 192 muestras de plancton colectadas mensualmente durante 17 años (1980-1996), por problemas diversos no se colectaron muestras en julio 1982, marzo 1987, y agosto 1989 y 1990.

La temperatura del agua durante la serie de tiempo mostró variaciones estacionales presentó los valores más altos (~30°C) durante los meses de verano (julio y agosto), y los más bajos (~15°C) durante los meses de invierno (diciembre y enero) (Fig. 2).



**Figura 2. Variaciones estacionales de temperatura en la bahía de Bacochibampo (1980-1996).**

Se registraron así mismo variaciones interanuales de la temperatura con los valores más altos en los años con evento de El Niño (ej. 1981, 1982, 1983), mientras que los valores más bajos se registraron en los llamados años "Niña" (ej. 1985, 1995).

El análisis de los quetognatos presentes en las muestras permitió identificar 9 especies del género *Sagitta* que de acuerdo con Alvaríño [35] se pueden clasificar en tres categorías: a). Endémicas (*S. euneritica*, *S. enflata*, *S. minima*, *S. decipiens*); b). Indicadoras del Frente de California (*S. bieri*) y c). Tropico-ecuatoriales (*S. regularis*, *S. neglecta*, *S. pacifica*, *S. bedoti*)

La distribución estacional de las especies nos permitió comprobar sus afinidades térmicas y su posición dentro de las cadenas alimenticias donde ocuparon generalmente el 3° y 4° nivel trófico constiuyéndose en importantes consumidores secundarios [28, 29, 30, 31, 32, 36].

La variabilidad estacional mostró las mayores abundancias durante el verano: junio a septiembre (Tabla 1, Fig. 3), mientras que las menores abundancias fueron durante el otoño-invierno. Esta distribución estacional está relacionada no solamente con la temperatura, sino que coincide con el papel de los quetognatos como consumidores secundarios, ya que el ciclo anual del plancton en esta región se inicia durante el invierno-primavera cuando las surgencias, características de la zona [39], favorecen el florecimiento del fitoplancton, seguido durante la primavera y principios del verano por los consumidores primarios (copépodos, cladóceros), y después por los consumidores secundarios (quetognatos) durante el verano.

Desde el punto de vista interanual las mayores abundancias se registraron en años normalmente “fríos” (1985, 1995), mientras que las menores abundancias coincidieron con años “calientes” (1983, 1981); las menores abundancias totales se presentaron principalmente en años cercanos al evento “El Niño”.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>1980</b>		527	1250	2203	3034	875	18273	2994	4531	20334	261	382	<b>54664</b>
<b>1981</b>	1988	1443	9017	1394	25548	53156	25091	7150	26647	667	4984	2392	<b>159477</b>
<b>1982</b>	1307	841	3197	1640	13812	32846		10261	14539	1533	4311	1180	<b>85467</b>
<b>1983</b>	9862	902	836	2132	1677	814	12802	3465	5498	691	429	385	<b>39493</b>
<b>1984</b>	17304	1147	4771	3143	5449	42245	9714	3934	16469	618	2421	832	<b>108047</b>
<b>1985</b>	27730	1392	6293	3401	9060	76619	20391	2852	15517	562	3191	879	<b>167887</b>
<b>1986</b>	4631	843	3778	3341	3523	7408	17806	8565	12210	691	1923	796	<b>65515</b>
<b>1987</b>	12110	924		645	1772	10550	19727	6900	11898	791	1780	788	<b>67885</b>
<b>1988</b>	16353	1535	2808	1943	6187	45829	12640	5644	11506	684	2442	740	<b>108311</b>
<b>1989</b>	20015	1221	4178	3342	6179	70318	16414		19361	729	3251	703	<b>145711</b>
<b>1990</b>	20429	1210	4776	3947	7873	62185	23981		18407	703	2624	790	<b>146925</b>
<b>1991</b>	5436	1164	1264	2591	1338	14184	4952	4337	17041	564	1175	334	<b>54380</b>
<b>1992</b>	4483	648	1018	1329	1713	9497	21724	7093	17506	786	1609	377	<b>67783</b>
<b>1993</b>	15144	1052	2804	2236	12665	38701	23259	10049	14429	1008	4071	844	<b>126262</b>
<b>1994</b>	25741	1116	4516	1864	4718	30433	19142	7253	23723	909	4383	872	<b>124670</b>
<b>1995</b>	16826	1227	3811	4347	5526	76847	20107	9016	22213	788	3883	1096	<b>165687</b>
<b>1996</b>	30136	1095	3865	1739	8380								<b>45215</b>
<b>Total</b>	<b>229495</b>	<b>18287</b>	<b>58182</b>	<b>41237</b>	<b>118454</b>	<b>572507</b>	<b>266023</b>	<b>89513</b>	<b>251495</b>	<b>32058</b>	<b>42738</b>	<b>13390</b>	<b>1733379</b>

**Tabla 1. Abundancia total de Quetognatos (Número de individuos por 100 m<sup>3</sup>).**

La especie más importante por su frecuencia de ocurrencia y abundancia fué *S. euneritica* (Tabla 2, Fig. 4); ella estuvo presente en todas las muestras y representó el 75% de la población total de quetognatos durante la serie de tiempo. Su máxima abundancia estacional fue en los meses de junio, julio y septiembre, mientras que interanualmente su máximo se registró

en 1981. La menor abundancia estacional fue en invierno (diciembre, febrero) y el mínimo anual se presentó en 1983 que fué un año con evento de “El Niño”.

*S. enflata* fue la segunda especie en importancia, estuvo presente también en todas las muestras, y durante la serie de tiempo representó el 19% de la población total de quetognatos. Su máxima abundancia estacional fue en enero, mientras que interanualmente fue en años normalmente “fríos” (1985, 1990, 1994).

La importancia cuantitativa de *S. regularis* fue baja comparada con *S. euneritica* y *S. enflata*; estuvo presente en el 75% de la serie de tiempo y sus máximos estacionales e interanuales fueron similares a los de *S. enflata*.

La distribución estacional de *S. neglecta* presentó sus máximos de abundancia durante el verano (julio a octubre), mientras que interanualmente los mayores valores de abundancia se registraron en años con evento “El Niño” (1982-83, 1986-87 y 1992-93).

Los máximos estacionales para *S. pacífica* fueron en los meses de diciembre a marzo, mientras que interanualmente fué más importante en los años “fríos” (1989, 1990, 1984, 1985).

*S. minima* presentó una distribución estacional muy marcada con máximos entre diciembre y abril, por otra parte, sus máximos de abundancia interanual fueron normalmente en años “fríos” (1984, 1985, 1989, 1990).

*S. decipiens* presentó una distribución estacional e interanual muy similar a *S. minima*, con máximos de abundancia de diciembre a abril y en los años “fríos”.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1980		17	445	1719	2697	781	18123	2721	3783	1665	23	27	32001
1981	166	126	4413	972	22710	50562	24848	6610	23273	231	850	448	135209
1982	130	97	1561	1321	12236	31093		8922	12053	132	665	366	68576
1983	1114	89	310	1585	1260	685	12398	2449	4093	28	26	21	24058
1984	1912	90	2221	2472	4700	40949	9575	3601	14277	140	391	108	80436
1985	2949	120	2878	2719	7774	72891	20180	1947	13486	133	527	168	125772
1986	498	108	1939	2862	3101	7000	17527	7482	10209	122	285	118	51251
1987	1332	84		360	1470	9992	19446	6002	9978	23	266	103	49056
1988	1684	142	1162	1357	5436	43585	12502	5121	9836	36	382	76	81319
1989	2076	93	1850	2552	5217	66892	16244		17033	137	525	84	112703
1990	2146	94	2163	3179	6933	59146	23753		15974	134	417	114	114053
1991	548	91	395	1267	1156	13485	548	3969	14974	120	176	27	36756
1992	490	68	406	974	1391	8889	21389	5994	14668	118	195	27	54609
1993	1684	130	1366	1852	11216	36775	22908	8754	11968	133	628	112	97526
1994	2795	109	2058	1307	4194	28936	18933	6698	20668	244	723	138	86803
1995	1782	112	1586	3593	4869	73106	19906	8298	19353	238	632	183	133658
1996	3353	104	1812	1501	7418								14188
<b>Total</b>	<b>24659</b>	<b>1674</b>	<b>26565</b>	<b>31592</b>	<b>103778</b>	<b>544767</b>	<b>258280</b>	<b>78568</b>	<b>215626</b>	<b>3634</b>	<b>6711</b>	<b>2120</b>	<b>1297974</b>

**Tabla 2. Abundancia de Sagitta euneritica (Número de individuos por 100 m<sup>3</sup>).**

*S. bierii* y *S. bedoti* fueron las especies menos frecuentes y menos abundantes en la serie de tiempo. *S. bierii* fue más abundante de noviembre a abril, mientras que *S. bedoti* lo fue de febrero a junio.

La especie más importante en frecuencia de ocurrencia y abundancia fue definitivamente *S. euneritica* que representó el 75% de la abundancia total de la población de Quetognatos. En segundo lugar estuvo *S. enflata* con 19% del total, mientras que las otras especies (*S. regularis*, *S. neglecta*, *S. pacifica*, *S. minima*, *S. decipiens*, *S. bierii* y *S. bedoti*) solo representaron en conjunto el 6% de la abundancia total.

*S. euneritica* se distribuye a lo largo de las costas occidentales de Norteamérica, y en mayores cantidades en las zonas neríticas de la parte oriental del Golfo de California, donde se encuentra justamente la bahía de Bacoichampo. *S. enflata* es una especie cosmopolita de aguas templadas y cálidas, y según Alvariño ocupa los estratos epiplanctónicos, lo que explica su presencia e importancia en nuestros muestreos. *S. regularis* es una especie oceánica, típica de la banda trópico-ecuatorial de los océanos Pacífico e Índico; puede considerarse un "indicador" del avance de aguas trópico-ecuatoriales dentro del Golfo de California, lo que explica también su presencia en la bahía de Bacoichampo. *S. neglecta* habita las zonas más cálidas de los océanos Pacífico e Índico, y según Alvariño solo penetra en la parte meridional del Golfo de California, indicando así los vestigios del avance de aguas tropicales; su presencia en la bahía de Bacoichampo representa probablemente su límite de distribución septentrional. *S. pacifica* es una especie oceánica que habita los océanos Pacífico e Índico, es una especie indicadora de la influencia cálida en la región de California, señalando el avance hacia el norte de aguas cálidas durante el otoño e invierno; en el golfo de California su distribución más septentrional se presenta en febrero, lo cual coincide con lo observado en este trabajo [35, 36].

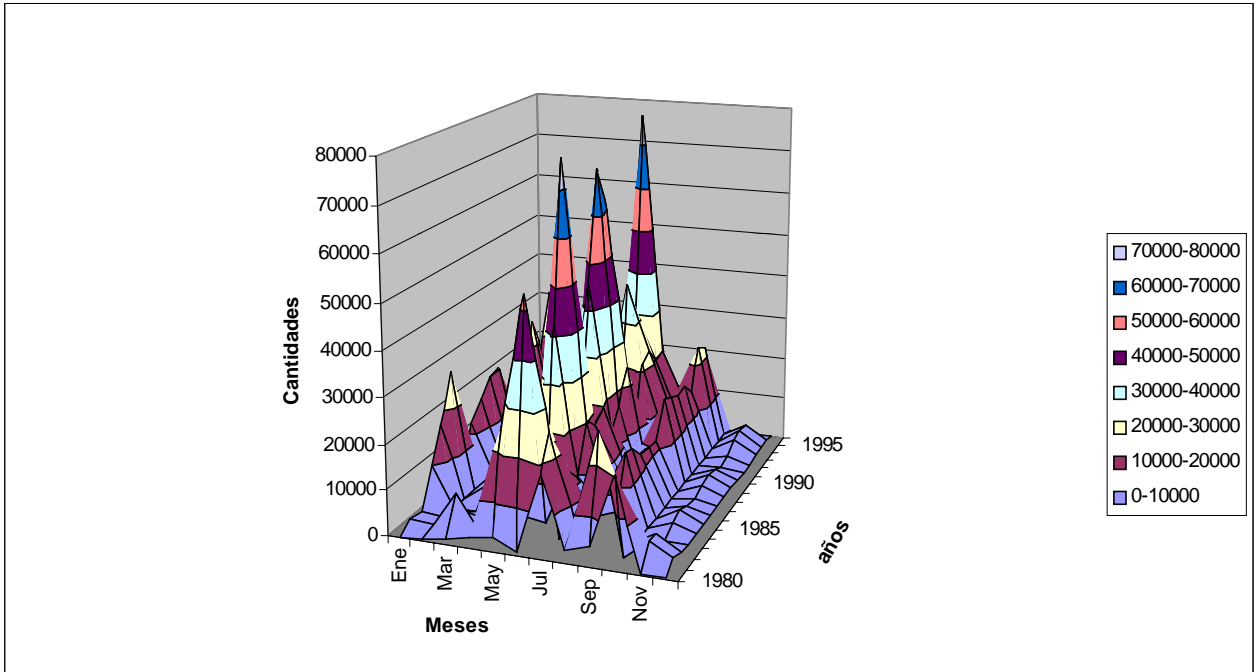
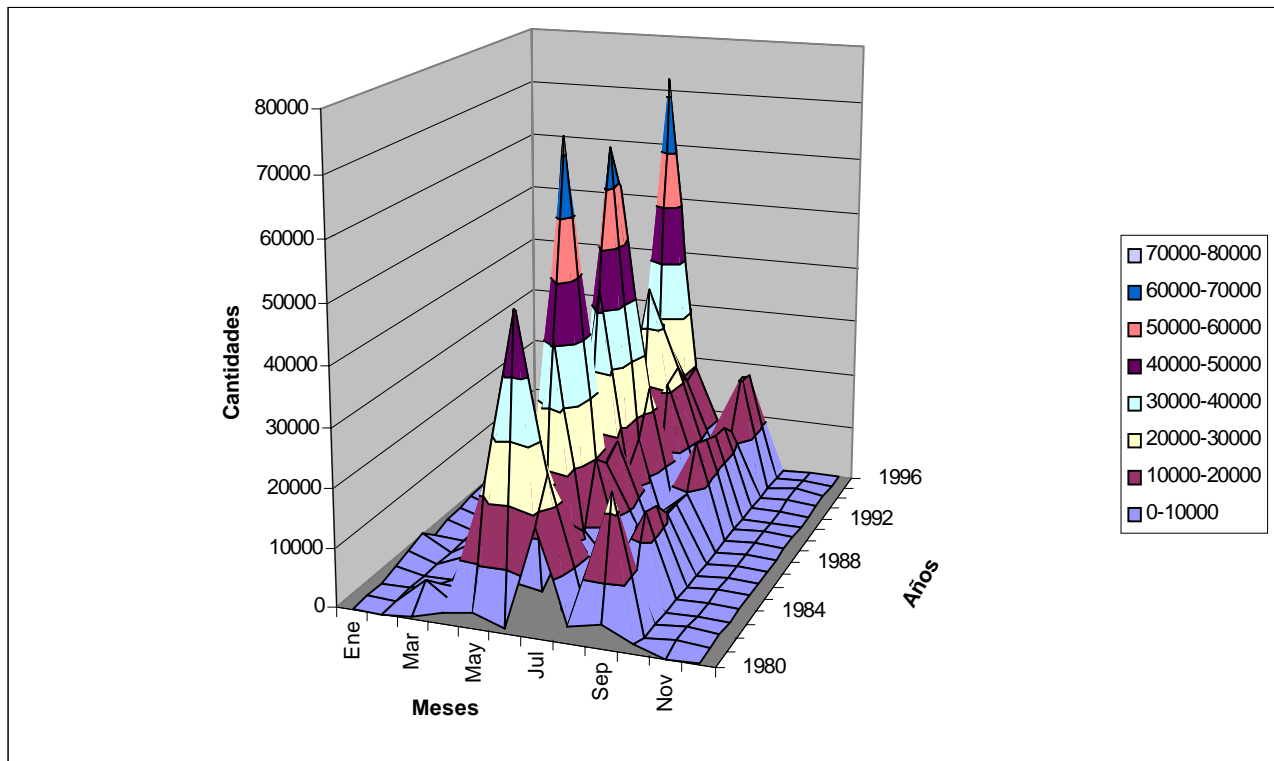


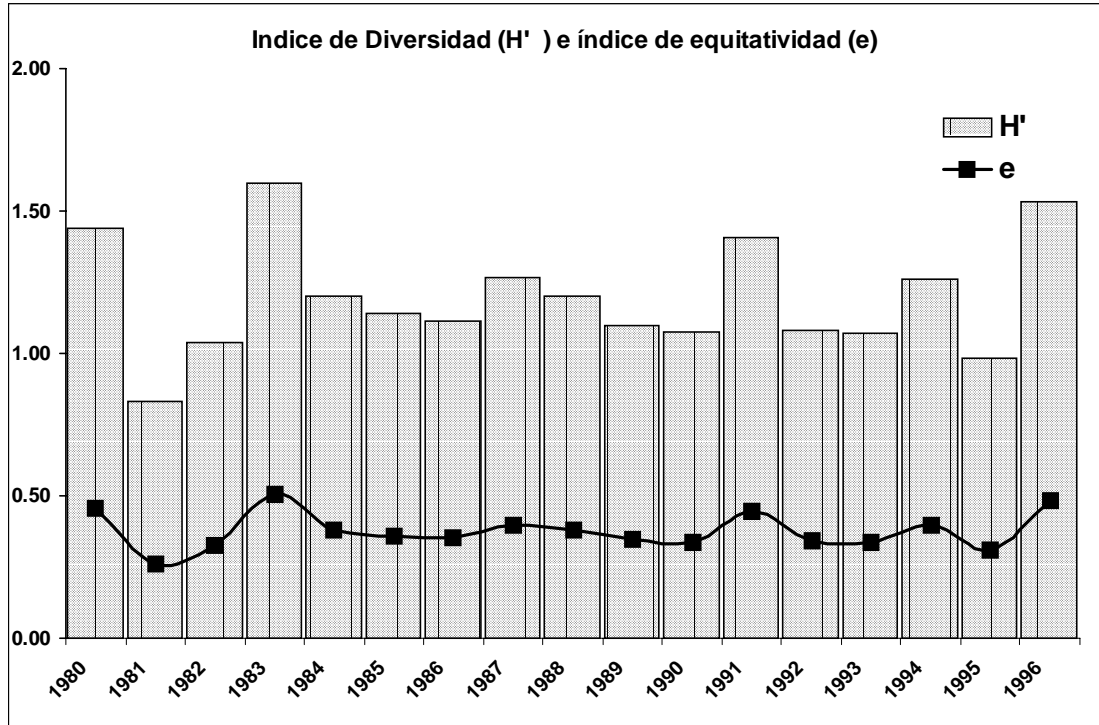
Figura 3. Abundancia total de Quetognatos.



**Figura 4. Abundancia de *Sagitta euneritica*.**

*S. minima* es una especie cosmopolita, típica de regiones ocupadas por aguas de mezcla (neríticas y oceánicas); según Alvaríño las altas temperaturas de la region norte del Golfo de California restringen su distribución, esto coincide con la presencia de la especie en la zona de estudio ya que debido a cercanía de una zona de surgencia, la bahía de Bacochibampo presenta frecuentemente características de aguas de mezcla, además, su distribución estacional nos indica que evita las altas temperaturas del verano. *S. decipiens* es también una especie cosmopolita, pero mesoplanctónica, que habita las aguas subsuperficiales de las latitudes medias y bajas. Su distribución estacional e interanual en la bahía de Bacochibampo coincide con esas características ya que se presenta solamente durante los meses fríos, estando completamente ausente durante el verano; fue abundante en los años “fríos”, y estuvo ausente en los años con eventos “El Niño”, siendo una especie mesoplanctónica, su presencia en la zona de estudio se justifica por su relación con la época de surgencias que llevan agua profunda a la superficie y se presentan regularmente en esta zona en los meses de invierno y primavera. *S. bierii* es típica del Océano Pacífico Oriental, principalmente de la regiones de California y de Perú, lo que explica su escasa presencia en la bahía de Bacochibampo; *S. bedoti* por su parte, habita las zonas más cálidas del Océano Pacífico e Índico, y en el golfo de California solo está presente en la parte meridional, indicando vestigios de aguas tropicales. [35, 36].

El índice de diversidad de Shannon y Weaver (Fig. 5) mostró cierta uniformidad en la diversidad del ecosistema a través de la serie de tiempo, sin embargo, hubo valores altos en forma alternada (años 1980, 1983, 1991, 1994, 1996); el valor más alto se registró en 1983 que fue el último de uno de los eventos El Niño más fuertes y prolongados de los últimos 25 años; el valor más bajo de diversidad se registró en 1981, previo a un evento El Niño. El índice de equitatividad mostró un patrón similar pero con valores más bajos. Las oscilaciones de estos índices están probablemente más relacionadas con eventos interanuales como El Niño y La Niña, que con las variaciones estacionales (verano-invierno) de la temperatura.



**Fig. 5. Índice de diversidad de Shannon y Weaver, e Índice de Equitatividad**

La variabilidad estacional e interanual del zooplancton en diversas partes del mundo ha sido relacionada con variaciones estacionales e interanuales de temperatura, movimientos de surgencia, estratificación térmica y actividades tróficas de los componentes del zooplancton entre otras [28, 29, 30, 31, 32, 40, 41, 42]. En la bahía de Baco-chibampo estos factores se presentan regular y periódicamente y fueron determinantes en la variabilidad estacional e interanual de los Quetognatos. Las especies con afinidades tropicales (*S. euneritica*, *S. neglecta*) fueron más abundantes durante el verano y en los años “calientes”, mientras que aquellas con afinidades templadas y mesopelágicas (*S. pacifica*, *S. decipiens*) lo fueron durante el invierno y en los años “fríos”.

Los quetognatos son predadores muy activos que consumen diversos componentes del zooplancton [26] incluyendo los huevos y larvas de los peces, esto hace que su presencia y abundancia sea importante para las pesquerías [28, 31, 32, 43]. En el golfo de California la pesquería más importante por su volumen es la de los “pelagicos menores” (sardina y anchoveta) que tienen huevos y larvas planctónicas lo cual señala la importancia de los estudios sobre quetognatos. Por otra parte, algunos autores [44] mencionan que, durante “El Niño” 1997-1998, cuando la temperatura superficial del Golfo de California presentó incrementos de 4°C, las larvas de sardina (*Sardinops caeruleus*) estuvieron casi ausentes; hay que recordar que la principal especie de quetognatos en nuestro estudio fue *S. euneritica* cuyas máximas abundancias estuvieron relacionadas con las altas temperaturas por lo que no se descarta la relación entre ambos componentes del ecosistema (los quetognatos y las larvas de sardina).



### 3. Conclusiones

Los quetognatos son componentes regulares del plancton de la bahía de Baco-chibampo. La especie con mayor frecuencia de ocurrencia, y mayor abundancia en la serie de tiempo (1980-1996), fué *Sagitta euneritica* que representó el 75% de los quetognatos.

La dinámica del ciclo del plancton en la bahía de Baco-chibampo depende estacionalmente de la temperatura que presenta variaciones de 15°C durante el año, y de los fenómenos de surgencia (up-wellings), que propician primero los florecimientos fitoplanctónicos a fines del invierno y principios de primavera, y después los máximos de abundancia del zooplancton durante el verano, cuando los quetognatos juegan un papel muy importante.

La variabilidad estacional e interanual de las especies de quetognatos en la bahía de Baco-chibampo estuvo relacionada con el ciclo planctónico (fitoplancton-zooplancton) que, a su vez, depende en forma importante de la productividad; las variaciones de temperatura también influyeron, ya que las especies con afinidades tropicales fueron más abundantes durante el verano, mientras que las templadas lo fueron durante el invierno [9, 10, 11, 45].

El estudio de series de tiempo del plancton, a través del análisis de las especies de quetognatos, permitió comprender mejor el comportamiento del ecosistema pelágico y su relación con las pesquerías, principalmente la de la sardina y especies afines que constituyen los mayores volúmenes de captura de los recursos pesqueros en México.

Las grandes variaciones estacionales e interanuales en la composición y biomasa del plancton en la costa oriental del Golfo de California enfatizan la importancia del monitoreo a largo plazo para distinguir las tendencias en las variaciones naturales del plancton; el monitoreo permitirá, así, determinar si las relaciones entre el plancton y las condiciones climáticas observadas hasta ahora persistirán en el futuro o serán dominadas por otros mecanismos, principalmente perturbaciones inducidas por actividades humanas.

### 5. Referencias

- [1] Colebrook, J.M. Continuous plankton records: monitoring the plankton of the North Atlantic and the North Sea. *Monitoring the marine environment*. David Nichols Editors:87-102. (1979)
- [2] Glover, R.S. The Continuous Plankton Recorder Survey of the North Atlantic. *Symp. zool. Soc. Lond.*, 19:189-210. (1967).
- [3] Mills, D.K., Walne, A., Reid, P.C., and Heaney, S.I.. Updating the Continuous Plankton Recorder: an improved tool for integrated plankton monitoring. *Jour. Mar. Sci.*, 55(4):814-817 (1998).
- [4] Chelton, D.B., Bernal, P.A., and McGowan, J.A.. Large-scale interannual physical and biological interaction in the California Current, *Jour. Mar. Res.*, 40:1095-1123. (1982).
- [5] Mozetic, P., Fonda Umani, S., Cataletto, B., and Malej, A. Seasonal and inter-annual variability in the Gulf of Trieste (northern Adriatic). *Jour. Mar. Sci.*, 55(4):711-722. (1998).
- [6] Sherman, K., Solow, A., Jossi, J., and Kane, J. Biodiversity and abundance of zooplankton of the Northeast Shelf ecosystem. *Jour. Mar. Sci.*, 55(4):730-738. (1998).
- [7] Valdéz, L. and Moral, M. Time-series analysis of copepod diversity and species richness in the southern Bay of Biscay off Santander, Spain, in relation to environmental conditions. *Jour. Mar. Sci.*, 55(4):783-792. (1998).
- [8] Verheye, H.M., and Richardson, A.J. Long-term increase in crustacean zooplankton abundance in the southern Benguela upwelling region. (1951-1996): bottom-up or top-down control?. *Jour. Mar. Sci.*, 55(4):803-807. (1998).
- [9] Manrique, F.A. y Molina, R.E. Serie de tiempo planctónica en la Bahía de Baco-chibampo: Los Cladóceros. *Memorias XXXI Congreso de Investigación y Extensión del Sistema Tecnológico de Monterrey, Monterrey, N.L.* 2001.
- [10] Manrique, F.A. Registros continuos de plancton en el Golfo de California. VI Simposium

- Latino-americano de Oceanografía Biológica. Acapulco, México. Resúmenes. (1981).
- [11] Manrique, F.A. Continuous plankton records in the Gulf of California, Mexico. Annual Meeting of the American Soc. of Limnol. and Ocean., and Phycological Soc. of America. Kingston, Rhode Island. U.S.A. Abstracts. (1986).
  - [12] Manrique F. A. y Molina R. Serie de tiempo planctónica en la Bahía de Bacoichampo: Los Cladóceros. XXXI Congreso de Investigación y Extensión del sistema Tecnológico de Monterrey. Memorias. Monterrey, N.L. (2001).
  - [13] Cortés-Altamirano, R. y Nuñez-Pastén, A. Registros de mareas rojas en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México (1985-1990). Rev. Inv. Cient., 2:44-55. (1991).
  - [14] Cortés-Altamirano, R. y Nuñez-Pastén, A. Doce años (1979-1990) de registros de mareas rojas en la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol., UNAM, 19: 113-121. (1992).
  - [15] Manrique, F.A. y Molina, R.E. Presencia de mareas rojas en la bahía de Bacoichampo, Guaymas, Sonora, México. Hidrobiología, 7:81-86. (1997).
  - [16] Manrique, F.A., López Martínez, J. y Salinas, C. Ocurrencia de mareas rojas en la Bahía de Bacoichampo en Guaymas, Sonora, desde 1971 hasta 1993. VII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología. Univ. Auton. Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. Resúmenes. (1993).
  - [17] Frances, R.C., and Hare, S.R. Decadal scale shifts in the large marine ecosystems of the North-East Pacific: a case for historical science. Fish. Oceanogr., 3(4):279-291. (1994).
  - [18] Wiebe, P.H., Miller, C.B., McGowan, J.A., and Knox, R.A. Long time series study of oceanic ecosystems. EOS, 68:1178-1190. (1987).
  - [19] McGowan, J.A., Chelton, D.B., and Conversi, A. Plankton patterns, climate, and change in the California Current. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 37:45-68. (1996).
  - [20] Planque, B. and Taylor, A.H. Long-term changes in zooplankton and the climate of the North Atlantic. Jour. Mar. Sci., 55(4):644-654. (1998).
  - [21] Martinson, D.G., Bryan, K., Ghil, M., Hall, M., Karl, T.R., Sarachik, E.S., Sorooshian, S., and Talley, L.D. Natural climate variability on decade-to-century scales. Wash. D.C.: Nat. Res. Comm., Nat. Acad. Press.
  - [22] Roemmich, D. and McGowan, J.A. Climatic warming and the decline of zooplankton in the California Current. Science, 267:1324-1326. (1995).
  - [23] McCall, A.D., and Prager, M.H. Historical changes in abundance of six fish species off southern California, based on CalCOFI egg and larva samples. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep., 29:91-101. (1988).
  - [24] Taylor, C.G. Nature of variability in trawl catches. Bull. U.S. Bureau of Fish., 54:145-166. (1953).
  - [25] Colebrook, J.M. The analysis of variation in the plankton, the environment and the fisheries. Spec. Publ. int. Comm. n-w Atlant. Fish., 6:291-302. (1965).
  - [26] Alvaríño, A. Chaetognatha. Oceanography and Marine Biology, 3: 115-194 (1965).
  - [27] Pierrot-Bults, A. C. Chaetognatha. In: Gasca, R. y E. suarez Eds. Introducción al Estudio del Zooplankton Marino. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/CONACYT, México. 529-596-
  - [28] Baier, C.T. and Purcell, J.E. Trophic interactions of chaetognaths, larval fish, and zooplankton in the South Atlantic Bight. Marine Ecology Progress Series, 146: 43-53 (1997).
  - [29] Duró, A. and Saiz, E. Distribution and trophic ecology of chaetognaths in the Western Mediterranean in relation to an inshore-offshore gradient. Jour. Plank. Res., 22:339-361. (2000).
  - [30] Marazzo, A. Machado, C. and Nogueira, C. Notes on feeding of chaetognaths in Guanabara Bay, Brazil. Jour. Plank. Res. 19:819-828. (1997)
  - [31] Nielsen, T. and Munk, P. Zooplankton diversity and the predatory impact by larval and small juvenile fish at the Fisher Banks in the North Sea. Jour. Plank. Res., 20:2313-2332. (1998).
  - [32] Terazaki, M. Vertical distribution of pelagic chaetognaths and feeding of *Sagitta enflata* in the Central Equatorial Pacific. Jour. Plank. Res., 18:673-682. (1996).
  - [33] Alvaríño, A. Quetogantos Epiplantónicos del Mar de Cortés. Rev. soc. Mex. Hist. Nat., 24:97-203. (1963).

- [34] Alvariño, A. Zoogeografía de los Quetognatos, especialmente de la región de California. *Ciencia*, 23(2):51-74. (1964).
- [35] Alvariño, A. Zoogeografía de California: Quetognatos. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 27:199-243. (1966).
- [36] Alvariño, A. Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognatos, Sifonóforos y Medusas. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Ser. Ceinc. del Mar y Limnol.*, 1:11-54. (1969).
- [37] Alvariño, A. El Zooplankton de las regiones tropico-ecuatoriales oceánicas. *Act. IV. Congr. Latin. Zool.*, 2:395-426. (1970).
- [38] Magurran, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. University Press, Cambridge, London. 179 p. (1988).
- [39] Roden, G.I. Oceanographic aspects of the Gulf of California. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Symposium mem.* 3:30-58 (1964).
- [40] Dickey-Collas, M., Stewart, B., and Gowen, R. The role of thermal stratification on the population dynamics of *Sagitta elegans* Verrill in the western Irish Sea. *Jour. Plank. Res.*, 18:1659-1674. (1996).
- [41] Duró, A., and Gili, J.M. Mesoscale spatial heterogeneity in chaetognath population during up-welling abatement in the northern Benguela region. *Marine Ecology Progress Series*, 140:41-58. (1996).
- [42] Marazzo, A. and Nogueira, C. Composition, spatial and temporal variations of Chaetognatha in Guanabara Bay, Brazil. *Jour. Plank. Res.*, 18:2367-2376. (1996).
- [43] Horwood, J., Cushing, D., and Wyatt, T. Planktonic determination of variability and sustainability of fisheries. *Jour. Plank. Res.*, 22:1419-1422. (2000).
- [44] Sánchez-Velasco, L., Shirasago, B., Cisneros-Mata, M.A., and Avalos-García, C. Spatial Distribution of small pelagic fish larvae in the gulf of California and its relation to the El Niño 1997-1998. *Jour. Plank. Res.*, 22:1611-1618. (2000).
- [45] Round, F.E. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution contribution to the sediments. *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 1:76-96 (1967).

# OVERLAP IN THE TYPE AND SIZE OF THE PREY THAT COMPOSE THE DIET OF THE PACIFIC SARDINE *Sardinops caeruleus* (GIRARD, 1856), THREAD HERRING *Opisthonema libertate* (GUNTHER, 1867) AND NORTHERN ANCHOVY *Engraulis mordax* (GIRARD, 1856) IN THE GULF OF CALIFORNIA

Fernando A. Manrique, Juana López, Manuel O. Nevárez, Raúl E. Molina

We present the results of the analysis of overlap in the diet of the Pacific sardine *Sardinops caeruleus*, the thread herring *Opisthonema libertate* and the northern anchovy *Engraulis mordax*. These are the most commercially important species of small pelagic fishes in the fishery that is developed in the Gulf of California. Although the diet of these species is very similar, the overlap is only significant between the northern anchovy and the thread herring. As these two species do not overlap spatially in the Gulf of California, the possibility of competition for food between them is considered unlikely.

Key words: Small pelagic fishes, overlap, diet, Gulf of California.

## 1. Introduction

Small pelagic are groups of marine fishes that form large schools, of cosmopolitan distribution, and that sustain large-scale fisheries worldwide, providing over 80% of the world fish production in 1993 [1, 2, 3, 4, 5]. Currently, they are extensively fished in five major upwelling ecosystems: Kuroshio, California, Humboldt, Benguela, and Canarias Current [3, 4]. Several genera of small pelagics co-occur in each one of these, the most important being *Sardinops* (sardines), *Engraulis* (anchovies), *Scomber* (mackerels), and *Opisthonema* (thread herrings). Populations of these organisms undergo large fluctuations, with alternating periods of high abundance of sardines and low abundance of anchovies, and vice versa [2, 3, 4]. Hypothetically, these changes in abundance are in response to large scale climatic changes [2, 3].

In the Gulf of California, a fishery of small pelagic fishes exists that reached about 320,000 metric tons (t) during the 1988/1989 season, then decreased to 55,000 t in 1992/1993, and again increased to 230,000 t during the 1996/1997 season (fig. 1) [6]. This fishery includes several species [7, 8]: the Pacific sardine (*Sardinops caeruleus*), thread herring (*Opisthonema libertate*) northern anchovy (*Engraulis mordax*), Pacific mackerel (*Scomber japonicus*), round herring (*Eutrumeus teres*) and anchovy (*Cetengraulis misticetus*). The first four species represented 99% of the catch during the 1995/1996 season, with the Pacific sardine providing 88% [9].

Most of the small pelagic are filter and particulate feeders [10, 11, 12, 13, 13, 15, 16, 17, 18, 19]. The genus *Sardinops* is a member of several quite complex communities of plankton feeders and it can establish competition with other species of high economic importance. An example of this is the interactive complex formed by *Sardinops*, *Engraulis*, *Scomber* and *Trachurus* in California [14]. Similar communities are established in southeast Africa, and in coastal waters off Japan [4] and Australia [2, 3].

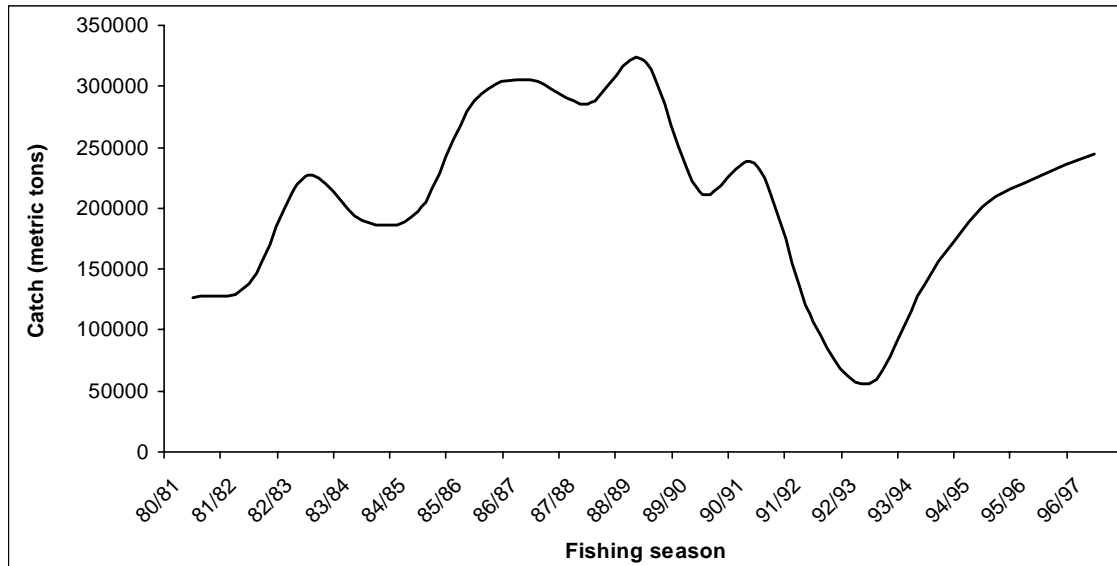
---

Dr. Fernando A. Manrique: Profesor Emérito Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey, fmanriqu@itesm.mx

M.C. Juana López: Investigador Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Guaymas.

M.C. Manuel O. Nevárez: Investigador Instituto Nacional de la Pesca, Guaymas.

M.C. Raúl E. Molina: Investigador Instituto Nacional de la Pesca, Guaymas.



**Figure 1.** Total catch of small pelagics in the Gulf of California, Mexico.

The existence of these competitive communities seems to have an important effect on the fishery of *Sardinops* on the west coast of North America, in South Africa, and Japan [4]. Similar effects exist in temperate ecosystems, e.g., the Arctic Ocean, where *Clupea* is an important representative, or in tropical oceans, where *Sardinella* dominates [14].

In the California Current, the diets of some small pelagic have been compared, and although some studies have been conducted in the Gulf of California on the feeding ecology of small pelagic fishes [17, 18, 19, 20, 21], none has evaluated the overlap in the type and size of the prey that compose the diet and the probable feeding competition among them in this ecosystem. In the present work we analyzed the diet of Pacific sardine, the thread herring, and the northern anchovy, and their possible overlap in the pelagic ecosystem of the Gulf of California.

## 2. Material and Methods

The organisms used for the present analysis were collected during a survey cruise made in august 1993 on board the R/V BIP-XI of the Instituto Nacional de la Pesca (Centro Regional de Investigación Pesquera in Guaymas, Sonora), within the northern and central regions of the Gulf of California (fig. 2). A total of 28 trawls were made from 20.00 to 06.00 hours (since small pelagics form dense schools during the night), with a standard mid-water trawl net at different depths. Specimens of Pacific sardine, northern anchovy and thread herring were collected at all the stations where they were found.

Immediately after the collection, a 10% formaline solution neutralized with sodium borate was injected into the body cavity to stop the digestive processes of the organisms, which were then frozen. Processing samples in the laboratory was as follows: in order to have the feeding groups that compose the diet of the three species as complete as possible, we processed only the stomach contents of the region comprised between the mean part of the esophagus and the pyloric sphincter. The degree of fullness of the organisms was determined following the scale proposed by Aloncle and Delaporte, 1970 [22], which begins from 0 (empty stomach) to 4 (full stomach). For the determination of the diet, only the organisms with a degree of fullness of 2 to 4 were considered. The characterization of the diet was accomplished using the numerical percentage index (%N) and the percentage of occurrence (%FO) [23, 24]. Measurements of frequency distributions by size of

the prey were also obtained. To test the differences between the distributions of particle by species, independence test through contingency tables were done [25].

To evaluate the possible food overlap of the three fish species we used the index of specific overlap of Petraitis [26] using %N. This index was chosen because it considers the availability of the prey species in the environment [27]. The index measures the overlap in the relative use of the available feeding resource (termed the utilization curve of a resource) between species [26]. The values of this index fluctuate from 0 (no overlap) to 1 (full overlap). The significance of the index of Petraitis was tested with the Wilcoxon U test. All the computations of the index of Petraitis were done using the Statistical Ecology package [28].

### 3. Results and Discussion

Specimens of Pacific sardine, thread herring and northern anchovy were caught in 16 trawls (table 1). Anchovy and thread herring were not found simultaneously at any station, which agrees with the results of previous cruises (Santos-Molina, personal communication, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas).

**Table 1.** Species, water temperature (surface), and catch depth at stations sampled in the Gulf of California.

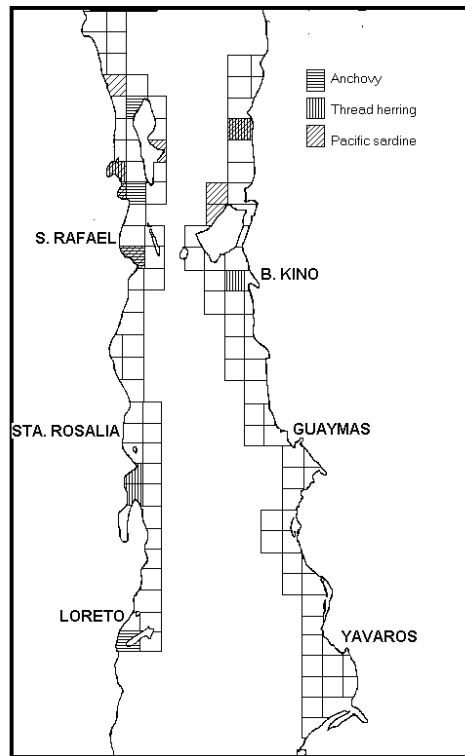
Station	Temperature (°C)	Depth (m)	<i>S.caeruleus</i>	<i>E.mordax</i>	<i>O.libertate</i>
1	31.0	15			X
2	29.0	12	X		
3	29.8	15	X		
4	30.0	8			
5	30.0	15	X		X
6	29.6	12			
7	28.0	20	X		
8	27.0	30		X	
9	28.5	15	X		
10	28.4	12	X		X
11	27.0	30	X	X	
12	26.8	30		X	
13	26.8	10	X	X	
14	30.0	25			X
15	30.8	20			X
16	29.5	30		X	

The Pacific sardine was distributed around Angel de la Guarda and Tiburón islands, while the anchovy was found on the west coast of the Gulf of California and the thread herring scattered throughout the area covered. In general, it was observed that the thread herring was distributed in temperatures of 29° to 31°C, the anchovy in 27°C and the Pacific sardine did not show preference for any temperature in particular and apparently its distribution is related to upwelling areas in the region of the large islands (fig. 2).

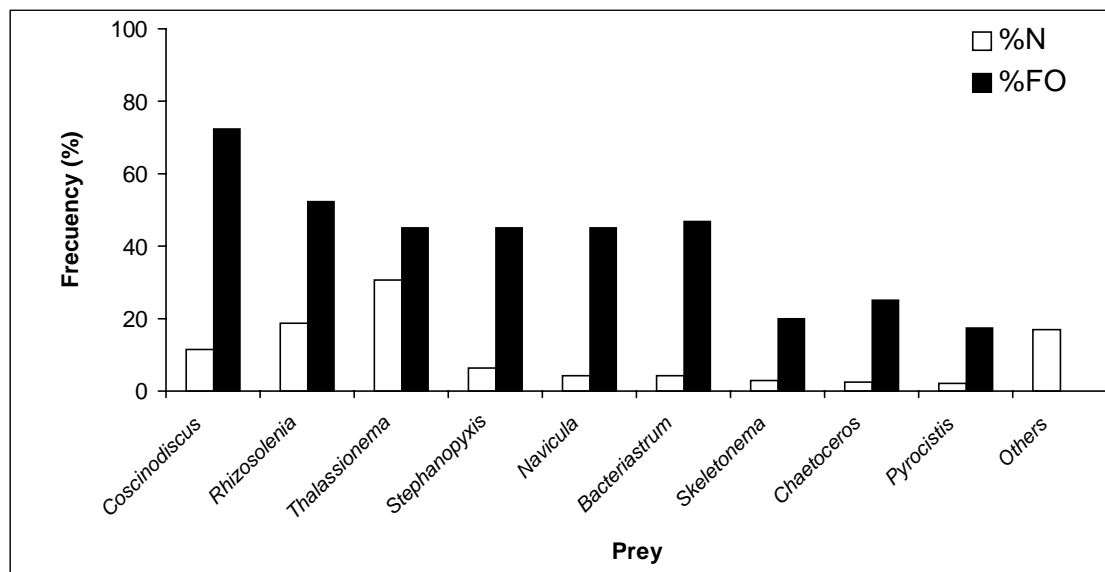
A total of 120 Pacific sardines were analysed of 90 to 180 mm standard length (SL), 140 thread herrings of 43 to 230 mm SL, and 80 anchovies of 80 to 150 mm SL. All organisms analysed presented stomach fullness ranging from 2 to 4 (mean full stomach to totally full stomach).

For the anchovy, the diet showed a wide spectrum, with 29 genera of diatoms, 13 of dinoflagellates, some radiolarians, foraminiferans, silicoflagellates, and tintinids. With respect to zooplankton, 12 genera of copepods, brachyuran larvae, euphausiids, mollusk larvae, mysidaceans, polychaetes, amphipods and cladocerans were found. According to the numerical

percent (%N), the diatoms were the principal food group in the diet, the most important genera being *Thalassionema*, *Rhizosolenia* and *Coscinodiscus* (fig. 3). The groups of zooplankters represented low values of numerical importance as is the case of some copepods, brachyuran larvae and ichthyoplankton, in addition to other planktonic groups.

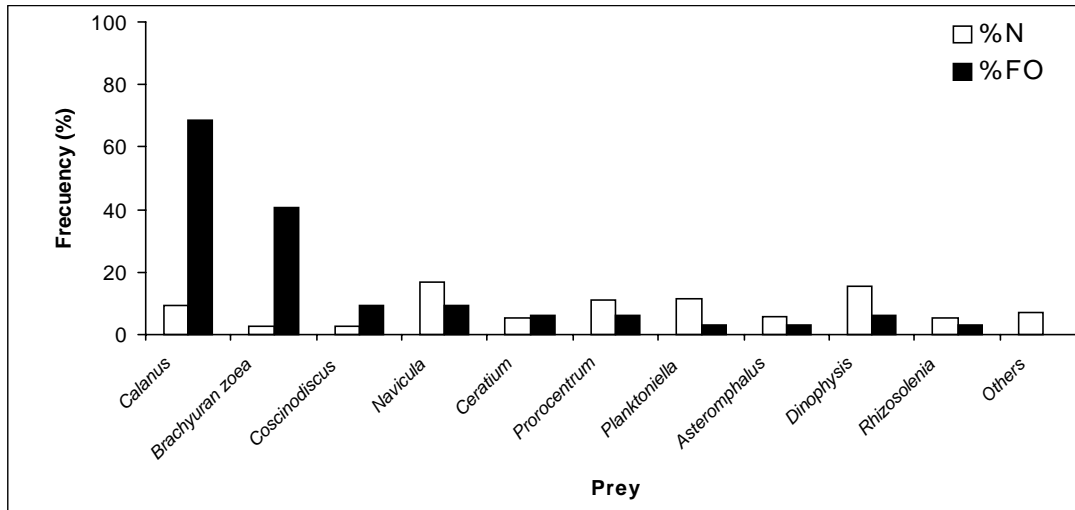


**Figure 2.** Spatial distribution of Anchovy, thread herring, and Pacific sardine observed in the Gulf of California.



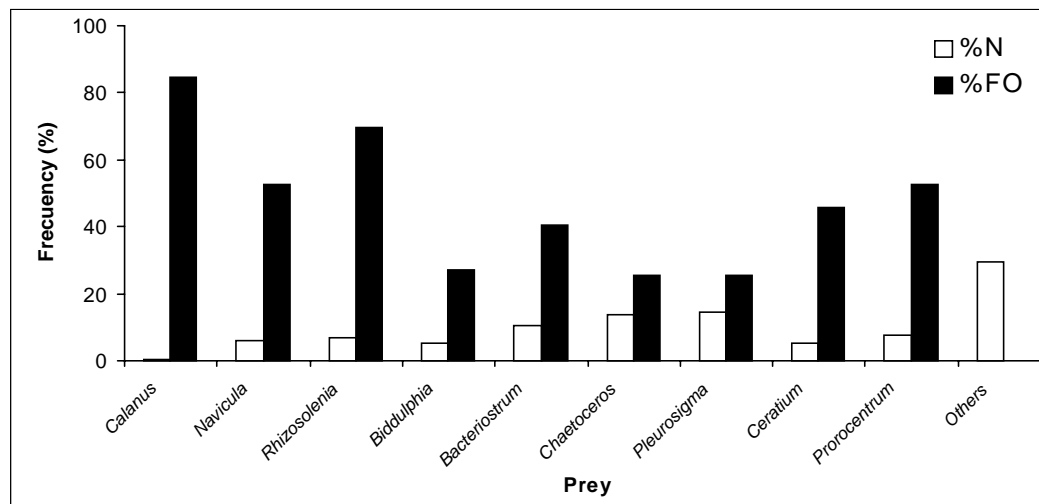
**Figure 3.** Principal prey in the diet of northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the Gulf of California (August, 1993).

For the Pacific sardine, the diet presented a total of 13 genera of phytoplankters, among which prevailed diatoms and dinoflagellates, in addition to 41 genera of zooplankters (the most important being the copepods, followed by brachyuran larvae). Numerically (%N), the diatoms were the most important group, in particular the genera *Navicula*, *Dinophysis* and *Planktoniella*. However, the groups that more frequently appeared (%FO) in the diet were the copepods (mainly *Calanus*) and brachyuran larvae (fig. 4).



**Figure 4.** Principal prey in the diet of Pacific sardine (*Sardinops caeruleus*) in the Gulf of California (August, 1993).

Of the three species of small pelagic studied, the diet of the thread herring had the widest spectrum, with 31 genera of diatoms, 14 of copepods and 13 of dinoflagellates, plus another 28 genera, including euphausiids, ostracods and ptychaetes. Our results showed a great dominance of the diatoms, the most frequent genera being *Navicula*, *Rhizosolenia* and *Bacteriostrium*, although *Chaetoceros* and *Pleurosigma* were numerically more important (fig. 5). The group of copepods was very frequent but their numerical importance was lower, the most frequent genus being *Calanus*.



**Figure 5.** Principal prey in the diet of thread herring (*Opisthonema libertate*) in the Gulf of California (August, 1993).

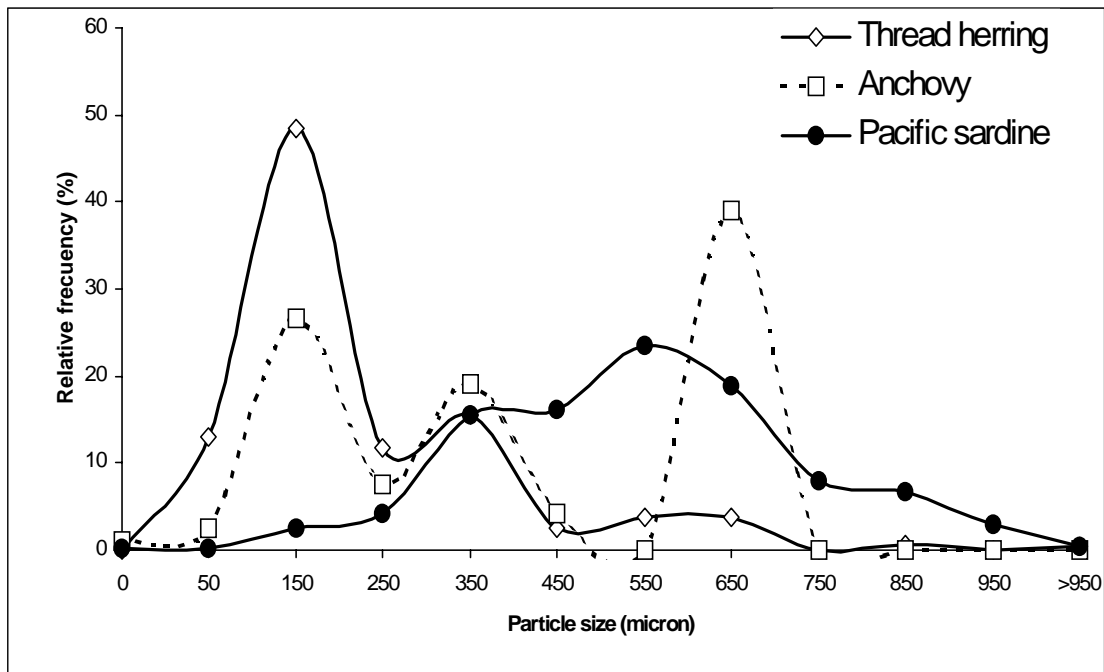


The index of specific overlap (table 2) indicated a slight and significant food overlap between northern anchovy and thread herring (SO=0.76; P=0.05). The food overlap was not significant between the Pacific sardine and the northern anchovy, or between the Pacific sardine and the thread herring. The significant overlap was between the trophic spectrum of the northern anchovy on the utilization curve of the thread herring; however, the overlap was not significant between the trophic spectrum of the thread herring on the utilization curve of the anchovy. This can be explained if it is considered that the thread herring has a nutritional niche breadth.

**Table 2.** Values of specific diet-overlap index (SO) for northern anchovy (*Engraulis mordax*), thread herring (*Opisthonema libertate*) and Pacific sardine (*Sardinops caeruleus*) in the Gulf of California; Wilcoxon U test and degrees of freedom (d.f.) (P=0.05).

Species	SO	U	d.f.
Anchovy-thread herring	0.76	5.095	112
Thread herring-anchovy	0.40	10.682	112
Anchovy-Pacific sardine	0.00	16.310	112
Pacific sardine-anchovy	0.49	7.262	112
Thread herring-Pacific sardine	0.05	17.359	112
Pacific sardine-thread herring	0.02	0.02	112

With respect to the particle size preferably ingested by the three species, the Pacific sardine had the widest range of particle size, with approximately 80% of the diet concentrated in particles of 350 to 750  $\mu\text{m}$ , with the peak at 550  $\mu\text{m}$ . The northern anchovy ingested organisms ranging between 150 and 650  $\mu\text{m}$ , with the peak at about 650  $\mu\text{m}$ , while the thread herring ingested prey between 150 and 350  $\mu\text{m}$ , with a peak at 150  $\mu\text{m}$  (fig.6). The size of ingested particles differs largely among the three species ( $\chi^2=178$ ; P=0.001).



**Figure 6.** Relative frequency of prey size in the diet of thread herring (*Opisthonema libertate*), anchovy (*Engraulis mordax*), and Pacific sardine (*Sardinops caeruleus*) in the Gulf of California.

The results presented here indicate that the three fish species analyzed are thought of as plankton-feeders that occupy the second and third trophic levels. They play the role of both a herbivorous or primary consumer feeding on phytoplankton and a carnivorous feeders or secondary consumer feeding on zooplankters. It is difficult to determine the exact degree of preference and apparently this is a function of their availability in the plankton. Consequently, the diet can be highly dependent upon the dispersion patterns of the plankton. According to our results, it can be considered that the three species are opportunist grazers [17, 18, 29, 30, 20]. In ecological terms, this fact is of great advantage for these species, because organisms with generalist nutritional habits can cover their metabolic requirements with great variety of prey species, in this case only limited by their holding capacity due to the fact that they are filter-feeding organisms [31, 17].

Significant overlap was found between the diet of the northern anchovy and the diet of the thread herring. However, considering the distribution pattern presented in this work and taking into account that the anchovy and the thread herring appear together very rarely in field samples, the probability of competition between them is minimal.

Due to the very high primary productivity for the Gulf of California [32, 33, 34], which can sustain planktonic organisms with biomass as high as 16,000,000 org/m<sup>3</sup> [30], the competition for food among the Pacific sardine, the northern anchovy and the thread herring is considered unlikely. These results do not support the hypothesis of a possible competition for food between the Pacific sardine and the northern anchovy in the pelagic ecosystem of the Gulf of California [19, 30, 35]. In the present work, the Pacific sardine and the northern anchovy were found simultaneously at 4 of the 16 stations, yet a significant overlap was not found in their diet; besides, the particle length was different between these species. The prey size ingested was more related to the gillraker gap existing in the filter apparatus of these species, of 160 µm in the Pacific sardine [17], 115 µm in the northern anchovy [18, 36] and 80 µm in the thread herring [37, 30].

#### 4. Conclusions

The thread herring (*Opisthonema libertate*) has a broader food spectrum than the Pacific sardine (*Sardinops caeruleus*), and northern anchovy (*Engrulis mordax*), this fact is explained mainly by the greater capacity of withholding small particles by having a fine filtering apparatus, which gives it an advantage with respect to both the Pacific sardine and the northern anchovy, e. g., in situations such as those during an El Niño event when there is an increase in micro and nanoplankton [34]. This fact combined with more tolerance to warm water [38], can explain the high variability and high catch of thread herring in the Gulf of California during El Niño events [38, 39, 40, 41, 42]

These results are important in the context of the management of the fisheries, since it has been mentioned that in the small pelagic fishery of the Gulf of California, the northern anchovy is the species that has a greater probability of replacing the Pacific sardine, which due to the high levels of fishing efforts that this species has undergone and interspecific relationships, has shown evidence of decreasing in abundance [35]. However, in the total catch, this was not observed in the 1990/1993 period of lower catch, since it was the thread herring that sustained the fishery during these years [7, 8, 35]. Furthermore, in terms of nutrition and tolerance to temperatures, it seems more probable that the thread herring is the species that could take over the Pacific sardine, as has been observed in El Niño years, which have a negative effect on the Pacific sardine and northern anchovy. Therefore, it would be advisable to have a better follow-up of these species.

#### 5. References

- [1] Blaxter, J.H.S. and Hunter J.R. The Biology of the clupeoid fishes. Adv. Mar. Biol., 20: 1-223 (1982).

- [2] Lluch-Belda, D., Crawford, R. J., Kawasaki, T., MacCall, A. D., Parrish, R. H., Schwartzlose, R. S. y Smith, P.E. World wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regime problem. *S. Afri. J. Mar. Sci.* 8:195-205 (1989).
- [3] Lluch-Belda, D., Schwartzlose, R.A., Serra, R., Parrish, R., Kawasaki, T., Hedgecock, D. and Crawford, J.M. Sardine and anchovy regime fluctuations of abundance in four regions of the world oceans: a workshop report. *Fish. Oceanogr.*, 1(4): 339-347 (1992).
- [4] Kawasaki, T. Recovery and collapse of the Far Eastern sardine. *Fish. Oceanogr.*, 2(3-4): 244-253 (1993).
- [5] Csirke, J. Fluctuations in abundance of small and mid-size pelagics. *Sci. Mar.*, 59(3-4): 481-490 (1995).
- [6] Névarez-Martínez, M.O., Cisneros-Mata, M.A., Martínez-Zavala, M.A. and Santos-Molina, J.P. Performance of two methods to estimate yield for the Pacific sardine of the Gulf of California, Mexico. *Oceanides*, 13(1): 31-39 (1998).
- [7] Cisneros-Mata, M.A., Nevarez-Martínez, M.O., Montemayor-López, G., Santos-Molina, J.P. y Morales-Azpeitia, R. Pesquería de sardina en el Golfo de California 1988/89-1989/90. Sepesca, Instituto Nacional de la Pesca (CRIP, Guaymas, Sonora, México). 80 pp (1991).
- [8] Névarez-Martínez, M.O., Morales-Azpeitia, R., Martínez-Zavala, M.A., Santos-Molina, J.P. y Cisneros-Mata, M.A. Pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California. Temporada 1990/1991. Sepesca, Instituto Nacional de la Pesca (CRIP Guaymas, Sonora, México), 70 pp. (1993).
- [9] Névarez-Martínez, M.O. and Santos-Molina, J.P. Small pelagic fisheries of the Gulf of California. 1995/1996 fishing season. Abstracts, Annual Conference CalCOFI, Asilomar Conference Center, California, p. 10 (1996).
- [10] Radovich, J. Food of the Pacific sardine, *Sardinops caerulea* from central Baja California and southern California. *Calif. Fish Game*, 38(4): 575-585 (1952).
- [11] Hand, C.H. and Berner, L. Jr. Food of the Pacific sardine *Sardinops caerulea*. *US Fish Wildl. Serv., Fish. Bull.*, 60(164): 175-184 (1959).
- [12] Ahlstrom, E.H. Synopsis on the biology of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). *Fish. Biol.*, 17: 415-451 (1960).
- [13] Ciechomski, D.J. Investigations of food and feeding habits of larvae and juveniles of the Argentine anchovy *Engraulis anchoita*. *CalCOFI Rep.*, 11: 72-81 (1967).
- [14] Murphy, G.I. Clupeoids, In: J.A. Gulland (ed.), *Fish Population Dynamics*. Wiley-Interscience, New York, pp. 283-308 (1977).
- [15] Kawasaki, T. and Kumagai, A. Food habits of the Far Eastern sardine and their implication in the fluctuation pattern of sardine stocks. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 50: 1657-1663 (1984).
- [16] Cury, P. et Fontana, A. Compétition et stratégies démographiques comparées de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes ouest-africaines. *Aquat. Living Resour.*, 1: 165-180 (1988).
- [17] López-Martínez, J. Alimentación de juveniles y adultos de sardina monterrey *Sardinops sagax caeruleus* (Girard), en el norte de Isla Tiburón durante invierno de 1990. Tesis de Maestría CICESE, Div. Oceanol, Dept. Ecología Marina. Ensenada, B.C. 127 pp. (1991).
- [18] Jacob-Cervantes, M., Gallardo-Cabello, M., Chiappa-Carrara, X. y Ruiz-Luna, A. Régimen alimentario de la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Pisces: Clupeidae) en el Golfo de California. *Rev. Biol. Trop.*, 40(2): 233-238 (1992).
- [19] Molina-Ocampo, R.E. Hábitos alimenticios de peces pelágicos menores de importancia comercial del Golfo de California, México. Tesis de Maestría. ITESM Campus Guaymas, México. 107 pp (1993).
- [20] Robinson, C. and Arenas, V. Evidence of different feeding rates within an anchovy shoal. *Ciencias Marinas*, 21(3): 281-293 (1995).
- [21] Molina, R.E., Manrique, F.A. and Velasco, H. E. Filtering apparatus and feeding of the Pacific mackerel, *Scomber japonicus*, in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 37:251-256 (1996).
- [22] Herran, R.A. The analysis of stomach contents in fishes. A review of the literature, the main objectives and methodology. *Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr.*, 63: 74 pp. (1988).

- [23] Hynes, H.B.N. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Animal Ecol.*, **19**: 35-38 (1950).
- [24] Hyslop, E. J. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. *J. Fish. Biol.* **17**:411-429 (1980).
- [25] Skoal, R.R. and Rohlf, F.J. *Biometry*. W.H. Freeman, New York, 859 pp. (1973).
- [26] Petraitis, S.P. Likelihood measures of niche breadth and overlap. *Ecology*, **60**(4): 703-710 (1979).
- [27] Wallace, R.K. Jr. An assesment of diet-overlap index. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **110**: 72-76 (1981).
- [28] Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. *Statistical Ecology. A primer on methods and computing*. Wiley-Intercience, 337 pp. (1988).
- [29] Molina, R.E. y Manrique, F.A. Aplicación de dos nuevos índices numéricos a la ecología alimenticia de tres Clupeiformes del Golfo de California. *Iniv. Cienc.*, **11**: 37-42 (1994).
- [30] López-Martínez, J., Martínez-Tortolero, H. y Manrique-Colchado, F.A. Alimentación de anchoveta norteña *Engraulis mordax* en la parte norte y centro del Golfo de California durante el verano de 1993. Abstract, Annual Conference, CalCOFI, Lake Tahoe, California, p. 15 (1994).
- [31] King, D.P.F. and MacCleod, R. Comparison of the food and the filtering mechanism of pilchard *Sardinops ocellata* and anchovy *Engraulis capensis* off Southwest Africa. 1971-1972. *Inv. Rep. Sea Fish. Branch S. Afr.*, **111**: 1-29 (1976).
- [32] Álvarez-Borrego, S. Gulf of California. In: B.H. Ketchum (ed.), *Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific, Amsterdam, pp. 427-449 (1983).
- [33] Brinton, E., Fleminger, A. and Siegel, D.C. The temperate and tropical planktonic biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, **27**: 228-266 (1986).
- [34] Valdez-Holguin, E. y Lara-lara, R. Productividad primaria en el Golfo de California. Efectos del evento El Niño 1982-1983. *Ciencias Marinas*, **13**(2): 34-50 (1987).
- [35] Cisneros-Mata, M.A., Névarez-Martínez, M.O. and Hammann, M.G. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep.* **36**: 136-143 (1995).
- [36] Martínez-Tortolero, H. y Manrique-Colchado, F.A. Caracterización del aparato filtrador de la anchoveta norteña *Engraulis mordax* en el Golfo de California. Resúmenes, V Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés, La Paz, BCS, México (1994).
- [37] López-Martínez, J. y Manrique-Colchado, F.A. Alimentación de la sardina crinuda *Opisthonema libertate* en la parte norte y centro del Golfo de California durante el verano de 1993. Resúmenes, X Simposium Internacional de Biología Marina, Ensenada, BC, México, p. 102 (1994).
- [38] Molina-Valdez, D., Páez-Barrera, F., Magallón-Barajas, F.J., Castro, F.A. y Castro-Aguirre, C. Análisis biológico pesquero de la pesquería de sardina en el puerto de Guaymas, Sonora. Sepesca, Instituto Nacional de la Pesca (CRIP Guaymas, Sonora, México), 276 pp. (1984).
- [39] Lluch-Belda, D., Magallón, F.J. and Schwartzlose, R.A. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: Possible causes. *CalCOFI Rep.*, **27**: 136-140 (1986).
- [40] Cisneros-Mata, M.A., Santos-Molina, J.P., de Anda, M.J.A. y Estrada, J.J. Pesquería de la ardina en el Noroeste de México. Sepesca, Instituto Nacional de la Pesca (CRIP Guaymas, Sonora, México), 78 pp (1987).
- [41] Hammann, M.G., Baumgartner, T. R. y Badan-Dangon, A. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Rep.* **29**:102-109 (1988).
- [42] Névarez-Martínez, M.O. Producción de huevos de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) en el Golfo de California: una evaluación y crítica. Tesis de maestría, CICESE, Ensenada BC, México, 144 pp. (1990).

# USO DE POLI(TERFTALATO DE ETILENO), PET, EN LA OBTENCIÓN DE RESINAS ALQUIDÁLICAS

Jaime Bonilla Ríos, Jesús A. Valencia Gallegos,  
Emmanuel Corona Serna, Miguel Angel Estrada, Iván Martínez Edgar

El polietiléntereftalato (PET) es un polímero empleado principalmente por la industria de las bebidas para transportar y vender sus productos. Cada vez es mayor la cifra en la demanda de envases de este tipo debido a sus valiosas características de facilidad de producción, su bajo costo y su alta resistencia mecánica y de barrera respecto a otros plásticos y también mayor la cantidad de desechos que se originan de las botellas de este tipo de plástico. Esta demanda creciente de este polímero y las limitadas alternativas para su reciclaje representan una amenaza seria para el equilibrio ecológico. En el presente trabajo se explora una opción para utilizar el PET de las botellas de refrescos y agua purificada desechadas en la fabricación de resinas alquidáticas para el mercado de pinturas y recubrimientos mediante la incorporación química de los componentes del PET a la estructura química de la resina alquidática.

Palabras clave: Polímero, Polietiléntereftalato, PET, Resinas alquidáticas, Transesterificación, Recubrimientos.

## 1. Introducción

La producción y acumulación de basura que se da día con día es uno de los problemas más graves que enfrenta el mundo actual. Con el paso de los años, alcanzar un desarrollo sostenible es cada vez más complicado, sobre todo con la creciente cantidad de residuos de todo tipo generados por la raza humana. Sin embargo, ya se han estado brindando soluciones para aminorar este impacto; y una de estas soluciones es constituida por el reciclaje. Aunque el reciclaje por sí sólo fomenta una nueva cultura de aprovechamiento de los productos y reducción de contaminantes, es importante notar que la transformación de estos residuos en objetos de mayor valor comercial, representa un incentivo importante para la participación de la iniciativa privada, donde el desarrollo de una conciencia ecológica puede ser acompañado de un beneficio económicamente atractivo.

---

Dr. Jaime Bonilla Ríos. Profesor, Departamento de Química, ITESM, Campus Monterrey, [jbonilla@campus.mty.itesm.mx](mailto:jbonilla@campus.mty.itesm.mx)  
M.C. Jesús A. Valencia. Profesor, Departamento de Química, ITESM, Campus Monterrey, [valencia@itesm.mx](mailto:valencia@itesm.mx)  
Emmanuel Corona Serna. Estudiante de IQA, ITESM, Campus Monterrey, [ecscorona@hotmail.com](mailto:ecscorona@hotmail.com)  
Miguel Ángel Estrada Hernández. Estudiante de IQS, ITESM, Campus Monterrey, [al0000740916@itesm.mx](mailto:al0000740916@itesm.mx)

Iván Martínez Edgar. Estudiante de Maestría en Sistemas de Manufactura, ITESM, Campus Monterrey, al00715339@itesm.mx

Durante el año 2000, tan sólo en Estados Unidos de Norteamérica se registró una cantidad de 1,564 millones de kilogramos de botellas de PET desechadas; sin embargo, sólo 769 millones de libras, equivalentes al 22.3% del total, fueron vendidos para ser reciclados mediante un proceso químico [1]. En México, el crecimiento anual de la demanda de PET se estimó en 13.1% para el 2001, representando 467,100 toneladas [2]. Esto da una idea clara de que es necesario contar con estrategias alternativas de acopio y reciclo de éste material para tratar de reducir la creciente cantidad que cada año se acumula en el ambiente. En nuestro País, como en el mundo, el PET es el plástico de mayor acopio y reciclaje alcanzando una tasa del 16% (76 mil toneladas) y la mayor parte se exporta para su reciclo, siendo China uno de los principales consumidores. Sin embargo, el bajo precio de la resina PET recuperada obliga al manejo de grandes volúmenes de material para hacer rentable la operación, por lo que es deseable desarrollar domésticamente tecnologías para reciclar el PET en productos de mayor valor agregado. Dentro de las estrategias que se han explorado y explotado para disminuir la acumulación del PET están el reciclado térmico, la elaboración de envases para productos no alimenticios, la fabricación de materiales compuestos y el reciclado químico. De todas las anteriores, solamente el reciclado químico parece ser la alternativa que diversifique el reciclado con mayor atractivo económico, pero que a su vez, demanda una mayor inversión inicial. Se debe tener en cuenta en esta alternativa, la diversidad de tipos de PET en el mercado, siendo los tres más empleados el poli(tereftalato de etileno), el poli(tereftalato de butileno) y el poli(tereftalato de 1,4-diciclohexileno).

Se han reportado alternativas de reciclado químico del el polietiléntereftalato. Las más destacadas consisten en los siguientes planteamientos [3]:

- (a) La producción de fibras de poliéster para la fabricación de diversos tipos de tapetes y alfombras.
- (b) Obtención de ácido tereftálico por medio de la degradación del PET, que es una de la materias primas esenciales para producir los polímeros tereftálicos.
- (c) Producción de plastificantes de la familia de los ésteres tereftálicos, degradando la molécula del PET y combinándola después con un alcohol de alto peso molecular.
- (d) Obtención del compuesto intermedio o pre-polímero conocido como bis(hidroxietil) tereftalato, o BHET, usado en el proceso de policondensación para volver a fabricar botellas de PET o chips para computadoras.

En el presente trabajo se exploró la incorporación de los componentes del PET recuperado para reciclado, al proceso de síntesis de resinas alquidálicas empleadas en el mercado de recubrimientos y pinturas el cual representa una alternativa importante de reciclado de este material ya que, solamente en la región noreste del País se estima un mercado anual del orden de 20,000 toneladas anuales de este tipo de resinas. En la investigación bibliográfica previa no se encontraron antecedentes de esta alternativa de reciclado. El PET empleado proviene de botellas de bebidas carbonatadas y de agua.

Las materias primas básicas para la fabricación de resinas alquidálicas son el anhídrido ftálico, ácidos grasos, alcoholes polihidroxílicos como el etilén glicol, dietilenglicol, glicerina, trimetilolpropano y pentaeritritol; ácidos grasos de diversos orígenes y aceites vegetales (soya, maíz, china, tung, linaza). El empleo de ácido tereftálico en estas resinas está limitado por su mayor costo, a impartirles ciertas propiedades de desempeño; por lo que la alternativa de usar PET reciclado en la fabricación de estos materiales resultaría en mejores propiedades a menor costo. Además, considerando los polioles empleados en la elaboración del PET, la posibilidad de que influyan negativamente en las propiedades finales del recubrimiento es baja.

## 2. Metodología

Los experimentos se realizaron en matraces de vidrio de capacidad de 2 litros, equipados con agitador de vidrio, entrada de nitrógeno, condensador enfriado por agua, trampa azeotrópica, termómetro y manta de calentamiento con control eléctrico. El proceso consistió en introducir los materiales, previamente pesados, directamente al matraz y calentar la mezcla bajo agitación hasta alcanzar la temperatura adecuada para el proceso. El PET empleado para las reacciones proviene de botellas de refresco y agua, así como de garrafones de agua. El material está libre de contaminación de otros plásticos y de residuos de tapas y etiquetas, sin embargo, algunos trozos conservan residuos de tinta de impresión. Se considera que el PET está constituido únicamente por poli(tereftalato de dietilenglicol) para el cálculo de los equivalentes de reacción y se maneja la sustitución de 1 equivalente de anhídrido ftálico y poli(ol de una formulación base, por cada equivalente de PET. Las reacciones se controlan por medio de la determinación del número ácido y de la viscosidad Gardner de la mezcla de reacción. El producto se caracterizó por medio de cromatografía de permeación de gel, viscosidad Gardner, color Gardner y número ácido.

## 3. Resultados y Discusión

Se realizaron pruebas iniciales para ver la integración del PET a una mezcla característica de fabricación de resinas alquidálicas mediante tres alternativas posibles:

1. Introducción del PET en la formulación directamente estimando los equivalentes de ácido y alcohol que podría proporcionar.
2. Transesterificación inicial del PET para obtener estructuras de cadena más pequeñas y que fueran fácilmente incorporadas a la resina en un paso posterior.
3. Transesterificación del PET y elaboración de la resina alquidálica en un paso subsecuente en el mismo lote.

Junto con cada resina de PET se produjo una resina alquidálica base como punto de referencia.

Los resultados de la alternativa 1 fueron negativos al no lograrse la incorporación de las hojuelas del PET a la mezcla de materias primas por lo que se descartó. Con respecto a la alternativa 2, la transesterificación inicial de PET se hizo utilizando glicerina para formar oligómeros que pudieran incorporarse fácilmente a la resina alquidálica, empleando 1.5 moles de glicerina por cada equivalente de PET y cantidades catalíticas de oxalato de zinc. Después de 3 horas a 230-240 °C se logró obtener una sustancia homogénea libre de residuos del PET original. Este material se empleó en la elaboración de una resina alquidálica basada en ácidos grasos de tall-oil, anhídrido ftálico y glicerina, sustituyendo un equivalente de glicerina y un equivalente del anhídrido por cada equivalente inicial de PET en la transesterificación inicial. Los resultados obtenidos con esta prueba no fueron satisfactorios debido a que no se alcanzó la viscosidad especificada después de siete horas de reacción a 235-240 °C.

La tercera alternativa produjo resultados satisfactorios al obtenerse una resina con propiedades de resina alquidálica adecuada para recubrimientos. En estas pruebas se procedió de la misma manera que en la alternativa 2, con la diferencia de continuar el proceso de obtención de la resina alquidálica enseguida de la oligimerización del PET con glicerina. Se logró obtener dos resinas con diferente viscosidad Gardner, W+1/4 y Z3 para compararlas con la resina de referencia con viscosidad Gardner W+1/4 fabricada con anterioridad. Los análisis practicados a estas resinas aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Caracterización de las resinas obtenidas.

	Tiempo	Viscosidad	Número	Tiempo	Mn	Mz	Mw	Mw/Mn
--	--------	------------	--------	--------	----	----	----	-------

Prueba	de Reacción, min.	Gardner	Ácido, mg KOH/g	de secado relativo				
Referencia	635	W+1/4	6.9	1 <sup>a</sup>	3729	226351	44908	12.0405
1	340	W+1/4	25.2	2 <sup>a</sup>	2773	28373	9985	3.6009
2	550	Z3-	12.5	3 <sup>a</sup>	3429	101855	25434	7.4153

Los resultados sugieren que las resinas que incorporan PET son más reactivas durante el proceso de polimerización, sin embargo, los valores de número ácido son mayores que el de la resina de referencia probablemente debido a un exceso en la aportación de grupos ácidos por el PET originada por la consideración a priori de la equivalencia de la resina PET empleada. Los tiempos de secado relativos son congruentes con un desbalanceo en el contenido de instauraciones por la razón anteriormente citada. Una mejor caracterización del PET inicial y del producto de la oligomerización permitirá la obtención de propiedades finales dentro de las deseadas. Una característica interesante es la obtención de polidispersidades bajas usando PET que ocasionan altas viscosidades. La combinación de esta característica con un tiempo de secado adecuado les permite un uso posible como resinas de ajuste final para resinas alquidálicas convencionales. A tiempos bajos de reacción (prueba 2) se observa una distribución de pesos moleculares estrecha que se ensancha hacia pesos moleculares mayores conforme el tiempo de reacción avanza, dando por resultado que la polidispersidad aumente y tome la forma de la distribución de la resina de referencia pero ligeramente desplazada en las fracciones de bajo peso molecular hacia la zona de mayor peso molecular, lo cual origina mayor viscosidad de la resina. Resinas con estas características son empleadas en la elaboración de recubrimientos económicos en los cuales es posible emplear altas concentraciones de solventes y cargas. Las gráficas de distribución de pesos moleculares de las pruebas mostradas aparecen en la gráfica 1.

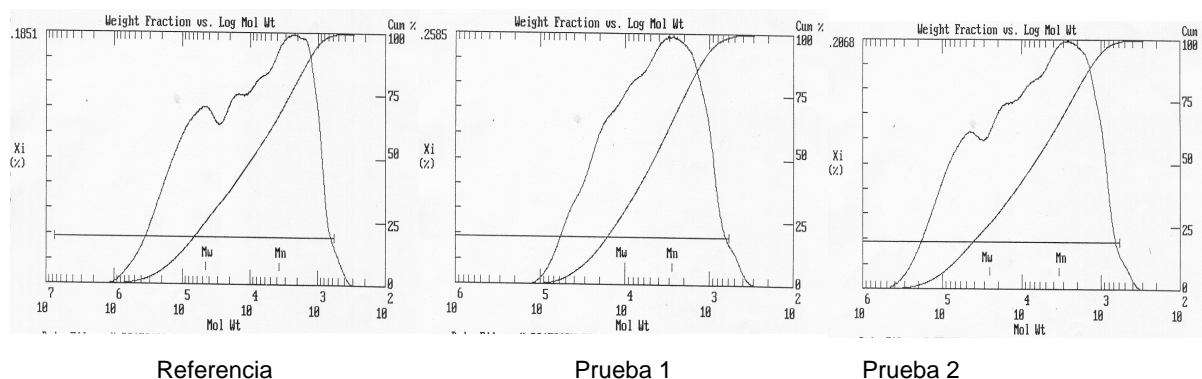


Figura 1. Cromatogramas de permeación de gel de las resinas obtenidas.

#### 4. Conclusiones

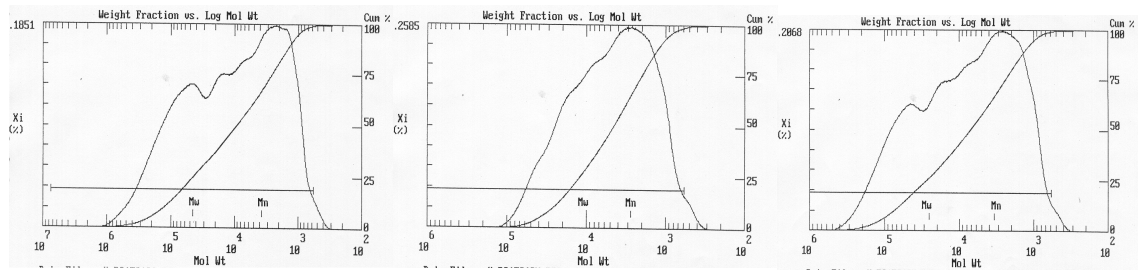
El trabajo exploratorio reportado confirma la viabilidad de la incorporación de resina PET usada, en la elaboración de resinas alquidálicas dirigidas al mercado de recubrimientos y pinturas. Esta alternativa presenta mejoras potenciales en las propiedades de las resinas finales, así como beneficios económicos debido al bajo costo del PET recuperado; además del beneficio ambiental al usar un residuo de acumulación creciente en el entorno. Las resinas alquidálicas son de las más empleadas en la elaboración de recubrimientos anticorrosivos industriales y domésticos en el mundo, por lo que esta alternativa puede aportar un consumo importante del PET, justificando una investigación a profundidad de los aspectos presentados, para el desarrollo de resinas alquidales-PET.



Seguramente, el desarrollo de otras alternativas de reciclado químico del PET pueden contribuir a conformar una alternativa de inversión en una planta de procesamiento de estos residuos y un mejor aprovechamiento de nuestros recursos.

## 5. Referencias

- [1] NAPCOR. NAPCOR 2000 report on post consumer PET container recycling activity. EUA. 2000.
- [2] <http://www.aprepet.org.mx>
- [3] Cruz Gómez, Javier. Process for recycling polyester obtained from ortho, meta and para benzenedicarboxylic acids. US Patent 5,948,934. México, 1998.



## OBSERVACIONES:

EN LA TABLA 2 LAS PRUEBAS QUE APARECEN IGUALES SON DEBIDO A QUE SON NECESARIAS PARA DETERMINAR CON MAYOR CONFIANZA EL ERROR. SI SE OBSERVA EL DISEÑO, 2=12, 6=9, 7=13 Y 11=14 LAS CUALES CORRESPONDEN A LOS VÉRTICES Y A UN PUNTO MEDIO DE UN EJE DEL ESPACIO EXPERIMENTAL, POR LO QUE NO SE MODIFICO EL DOCUMENTO. SE MENCIONA QUE LAS PRUEBAS NO REPORTADAS RESULTARON EN DATOS NO CONFIABLES. FÍSICAMENTE HABLANDO, SE MANIPULARON MUCHO OCACIONANDO FRACTURAS EN ELLAS Y POR FALTA DE MATERIAL NO SE REALIZARON, ASÍ COMO LAS PRUEBAS EN LA ZONA ÓPTIMA. EL ARTÍCULO NO SE MODIFICO. SE ENVÍA ESTA NOTA AQUÍ PORQUE NO SUPE A QUE CORREO ENVIARLA.

## OPTIMACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN COMPUESTO POLIMÉRICO

Se optimizó, mediante un diseño experimental para mezclas, la formulación de la matriz de un material compuesto. Dicha matriz polimérica está compuesta de tres resinas y teniendo como refuerzo dos diferentes tipos de fibras de vidrio y carbonato de calcio. Las propiedades optimadas son la resistencia a la tensión y el costo del compuesto total. Este material compuesto es utilizado en el recubrimiento de contenedores para el transporte de mercancías, especialmente aquellos que requieren ser refrigerados, debido a sus propiedades de aislamiento térmico sobresalientes.

Palabras clave: Diseño de experimentos, mezclas, optimación, material compuesto, poliéster insaturado.

### 1. Introducción

Actualmente, la demanda de mejores materiales es una necesidad creciente en las actividades industriales y comerciales en todo el mundo. Estos requerimientos de calidad frecuentemente consisten en un compromiso entre las diferentes propiedades de desempeño importantes para la aplicación particular de los materiales al costo más bajo posible, por lo que se impone un reto importante a sus fabricantes. Las alternativas para lograr lo anterior son múltiples y con diferente contribución a un costo óptimo del producto y van desde una estrategia eficiente de desarrollo de proveedores y abastecimiento, el diseño adecuado del producto, hasta la operación eficiente de su proceso productivo. Sin embargo, frecuentemente la intervención en el proceso productivo es difícil de realizar y solo se tiene como alternativa de optimación la formulación del compuesto; esto es, la identificación de la correcta proporción de los ingredientes para obtener las mejores propiedades demandadas para el producto al menor costo posible. La habilidad de cada fabricante para lograr esto determinara en gran medida su permanencia y éxito

en el mercado, por lo que el desarrollo de una cultura de optimización mediante herramientas estadísticas es fundamental para el desarrollo de una empresa y, en consecuencia, de un país. En la industria de la transportación de mercancías existe una demanda de materiales capaces de soportar esfuerzos de grandes magnitudes y que a la vez sean ligeros para lograr los objetivos de protección de la mercancía y el menor consumo de combustible posible. Una de las alternativas para cubrir estas demandas es el empleo de materiales compuestos o *compósitos*, los cuales consisten, en términos generales, en una matriz polimérica adicionada con otros materiales que pueden ser fibrosos o particulados que le imparten diversas propiedades mecánicas, térmicas, ópticas y de resistencia química, por nombrar algunas de las más comunes.

Una de las matrices que ha dado mejores resultados por su gran resistencia mecánica y estabilidad térmica son los polímeros de poliéster insaturados, los cuales se emplean en combinación con fibra de vidrio y rellenos minerales para la elaboración de láminas para el recubrimiento de superficies de contenedores para la transportación de mercancías, principalmente refrigerados; y para el recubrimiento de paredes y superficies de áreas de uso rudo tales como baños públicos y tiendas de conveniencia.

Se han reportado estudios en relación a la dependencia de las propiedades este tipo particular de compuestos y el tipo de fibra de vidrio empleada [1, 2]. En este trabajo se emplea un diseño experimental para mezclas con el propósito de optimizar las propiedades mecánicas, en particular la resistencia a la tensión y el costo del material compuesto aunque esta metodología permite optimizar varias propiedades de manera simultánea. El resultado de la aplicación de esta técnica experimental esta en forma de gráficas de superficies de respuesta obtenidas por el modelado matemático de los valores numéricos medidos de las propiedades. Este modelado empírico ha demostrado su valor en diversos ambientes de investigación y desarrollo tecnológico ya que permite conocer el comportamiento de un sistema en el espacio experimental seleccionado, identificando efectos principales e interacciones dobles y de mayor orden [3].

La formulación del material esta basada en una matriz de poliéster insaturado formada por tres resinas y adicionado con dos tipos diferentes de fibras de vidrio y un tipo de carbonato de calcio.

## 2. Metodología

La formulación de referencia empleada para generar las diferentes mezclas marcadas por el diseño experimental aparece en la tabla 1. Con esta formulación también se obtuvo un compuesto de referencia para determinar la magnitud esperada de las propiedades bajo investigación.

Tabla 1. Composición inicial del material compuesto

Componente	Porcentaje en peso
Resina de propósito general [GPR]	45.403
Resina flexible [FR]	6.267
Monómero de estireno [STY]	2.315
Pigmento blanco [PB]	5.000
Deareador [AR]	0.437
Carbonato de calcio [CA]	18.000
Catalizador [CHP]	0.578
Fibra de vidrio [FG]	22.000

En las pruebas a realizar, la composición total de la matriz polimérica se mantiene constante en 54% y se varían las proporciones relativas de cada parte de acuerdo al diseño experimental para mezclas generado por medio del software especializado Design Expert® de la compañía Stat-Ease, Inc. las cuales aparecen en la tabla 2. Las proporciones del resto de los componentes de la formulación se mantienen en los valores mostrados, de tal forma que en igualdad de condiciones de proceso, las diferencias en las propiedades medidas son atribuidas a las proporciones relativas de los componentes poliméricos. Las pruebas se realizaron en fomra aleatoria.

En la preparación de las muestras, la orientación de la fibras de vidrio fue aleatoria de tal forma que el material fuera anisotrópico, es decir, que la resistencia a la tensión fuera homogénea en cualquier dirección en que se aplique el esfuerzo.

Según la orientación de las fibras respecto al plano en que se aplica la tensión se presentan comportamientos lineales o de orden superior en la intensidad de los cambios de las características mecánicas del material respecto a la fuerza aplicada. Se recomienda trabajar en la zona lineal en la cual las fibras se encuentran a 50-90° del eje de tensión [4].

Tabla 2. Variaciones experimentales de la matriz polimérica.

Prueba	[ GPR]	[ FR]	[ STY]
1	27	0	27
2	0	0	54
3	27	27	0
4	9	36	9
5	36	9	9
6	0	27	27
7	0	54	0
8	9	9	36
9	0	27	27
10	18	18	18
11	54	0	0
12	0	0	54
13	0	54	0
14	54	0	0

Para preparar el material para las pruebas se mezclaron los materiales para cada prueba en un contenedor de aluminio dejando la adición del catalizador al final. Sobre una placa de vidrio de 10x10 cm cubierta de una película de poli(terefetalato de etileno), PET, que sirve como soporte antiadherente, se colocó una capa de la mezcla de resinas correspondiente y se adicionó sobre ella la fibra de vidrio en porciones, permitiendo su humectación antes de agregar cada una. Una vez adicionada toda la fibra de vidrio, se vierte el resto de la mezcla de resinas; se cubre con otra película de PET y se coloca otra placa de vidrio de las mismas características que la primera sobre ella para comprimir la mezcla al espesor deseado. Se sometió la mezcla así preparada a un ciclo de curado de 30 minutos a 84 °C en una estufa. Una vez curadas y frías, las placas de material compuesto se cortan las probetas para tensión de acuerdo a la norma ASTM D-638 [5]. En las pruebas de tensión, se determinaron los esfuerzos de máxima elongación y de fractura. Estos resultados se introdujeron al software estadístico para generar el modelo matemático y las gráficas de superficies de respuesta para identificar las condiciones óptimas de formulación.

Para determinar el costo relativo de cada mezcla se les asignó un valor en orden ascendente para cada componente de acuerdo a los costos de mercado y según la contribución de cada componente a la mezcla total de matriz polimérica.

### 3. Resultados y Discusión

El uso de una herramienta computacional de diseño de experimentos para mezclas permite identificar las preparaciones sobresalientes en propiedades para satisfacer requerimientos de calidad preestablecidos mediante una variación sistemática de las proporciones de los ingredientes en una cantidad reducida de pruebas. Una de las grandes ventajas de esta técnica es que resultados inesperados pueden llegar a presentarse al analizar condiciones que usualmente se descartan por experiencia previa o por prejuicios [6]. Se logran incluir estos puntos sin que se retarde o dificulte la optimización, sino que la incluyamos, por el contrario, se asegura que la zona de optimización obtenida es absoluta en el universo completo del sistema, considerando la amplia gama de variaciones en su entorno.

En la tabla 3 aparecen los resultados obtenidos de resistencia a la tensión, esfuerzo de cedencia y costo de las pruebas realizadas.

Tabla 3. Resultados obtenidos.

Prueba	Resistencia a la tensión, Kg/mm <sup>2</sup>	Esfuerzo de cedencia, Kg/mm <sup>2</sup>	Costo, \$
1	1.78	1.56	0.81
2	6.99	6.01	0.54
3	2.83	3.34	1.35
4	3.88	2.77	1.71
5	5.06	4.40	1.08
6	6.75	5.57	1.08
8	6.65	5.34	0.81
10	9.65	5.24	1.08
11	Prueba descartada	Prueba descartada	1.08
Referencia	3.14		1.54

Nota: Los valores reportados son el promedio de dos determinaciones Individuales.

Las pruebas no reportadas o descartadas son debidas a consideraciones que indicaron que los resultados no serían representativos, sin embargo, el análisis estadístico demostró que la información obtenida es suficiente para poder navegar en el espacio experimental con los modelos seleccionados. En la figura 1 aparecen las superficies de respuesta generadas con los resultados obtenidos. Los lados de los triángulos representan el nivel cero y los vértices el 100% para cada ingrediente de la formulación y delimitan el espacio experimental. Dentro de cada triángulo, cualquier punto representa una mezcla determinada por sus coordenadas correspondientes. Las líneas continuas dentro del área experimental representan líneas de isorespuesta para la propiedad medida, significando que cualquier punto correspondiente a la línea corresponde a una mezcla de ingredientes que dará el mismo resultado de la propiedad, lo que significa que es posible identificar diferentes proporciones de ingredientes que tendrán el mismo desempeño, permitiendo elegir el que satisfaga otras necesidades diferentes a la medida sin pérdida de esta.

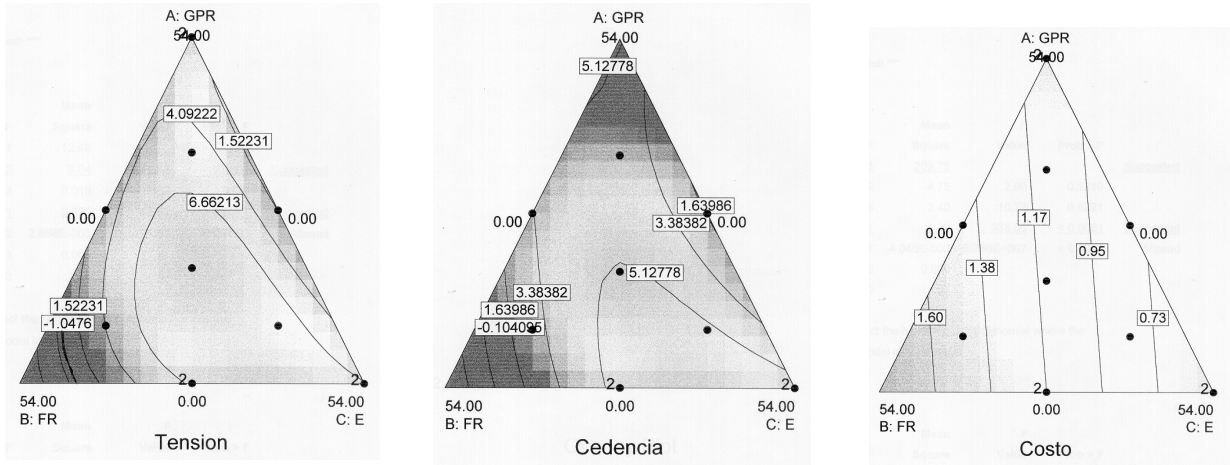
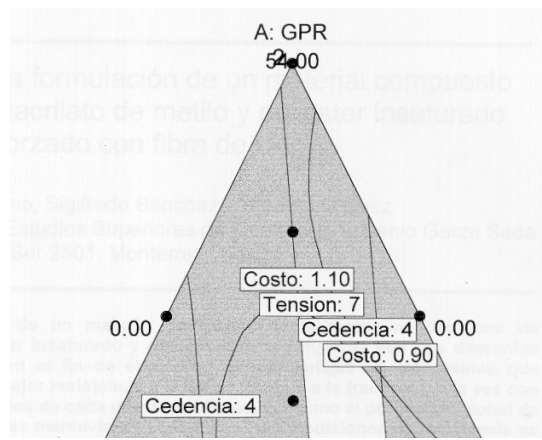


Figura 1. Superficies de respuesta de las propiedades medidas al compuesto polimérico.

La superficie de respuesta del costo de la formulación corresponde a un modelo lineal congruente con la independencia de las contribuciones de cada material al costo total de la mezcla. La resistencia a la tensión y el esfuerzo de cedencia son dos propiedades estrechamente ligadas. La cedencia hace referencia a la capacidad de deformación elástica del material y la resistencia a la tensión tiene como punto final la ruptura del material. Esta relación se observa en las gráficas de superficie de respuesta ya que tienen un comportamiento similar, el cual fue modelado con una ecuación cúbica. Se puede observar que ambas propiedades tienen un valor máximo en mezclas que contengan estireno en mayor proporción. Además, en algunas pruebas los resultados llegan a ser considerablemente superiores y a un costo menor que la formulación de referencia. Sin embargo, la cantidad de estireno en la mezcla es un factor limitante también debido al abatimiento en la viscosidad de la mezcla que dificulta su manejo en la obtención de un espesor constante y en el escurrimiento de la mezcla fuera de la zona de moldeo. El empleo de aditivos modificadores de las propiedades reológicas de la mezcla debe considerarse para mejorar las propiedades de manejo. El costo de la formulación del material compuesto está relacionado a la cantidad de resina flexible añadida, a mayor cantidad de esta materia prima se incrementa el costo final.

Con estas tres superficies de respuesta es posible identificar una zona en la cual se maximizan las propiedades mecánicas y se minimiza el costo si se conoce un rango, especificaciones tal vez, para las propiedades mecánicas y un rango de costo objetivo. Para esto, se estableció como intervalo aceptable de costo aquel que se encuentra entre \$0.90 y \$1.10; para la resistencia a la tensión y el esfuerzo de cedencia se desea un mínimo de 7  $\text{Kg/mm}^2$  y un valor entre 4 y 6  $\text{Kg/mm}^2$  respectivamente. Con la conjunción de las superficies de respuesta obtenidas en una zona y delimitando los valores deseados, se obtuvo la gráfica mostrada en la figura 2 en la que se observa la zona en la que estos tres criterios son satisfechos.



## Gráfica combinada

Figura 2. Zona de formulación óptima del material compuesto.

Una de las ventajas del empleo del diseño de experimentos para mezclas es que, además de cumplir con el objetivo inicial de la investigación, se obtiene una ganancia adicional por el conocimiento del comportamiento de la formulación en el espacio experimental considerado pudiendo ajustar la fórmula de acuerdo a otros requisitos de calidad que puedan solicitarse a este material permitiendo responder con mayor rapidez y confianza al mercado, con la mejora en posición competitiva correspondiente.

### 4. Conclusiones

Se logró la optimización de un material compuesto a través de la modificación en la proporción relativa de los materiales que forman la matriz polimérica del mismo. Tal mejora se logró con la aplicación de un diseño estadístico de experimentos para mezclas y el manejo de la información con el uso de un software especializado de diseño experimental.

La resistencia a la tensión y el esfuerzo de cedencia mejoran conforme se incrementa la cantidad de resina flexible y estireno. Al aumentar la cantidad de resina flexible, el costo unitario se eleva en proporción significativa. Por otro lado, la cantidad de estireno añadido afecta directamente la viscosidad del material preparado, lo cual dificulta el manejo de la mezcla en la preparación y curado de la misma, por lo que se considera el empleo de modificadores reológicos en etapas posteriores de experimentación.

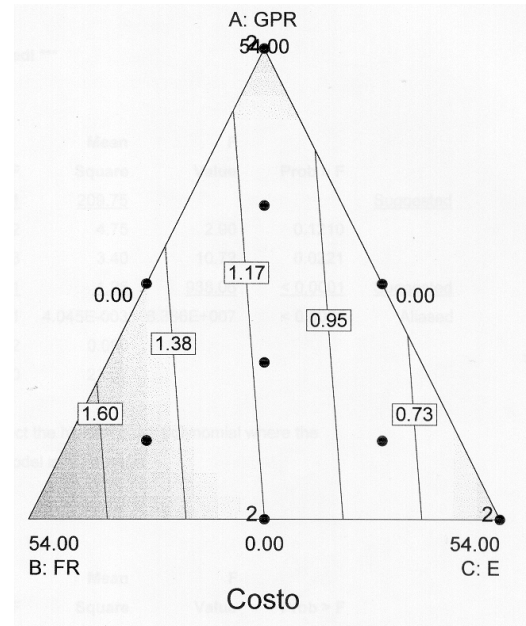
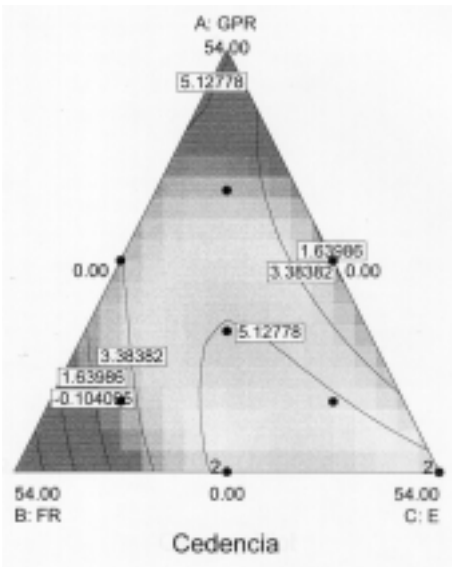
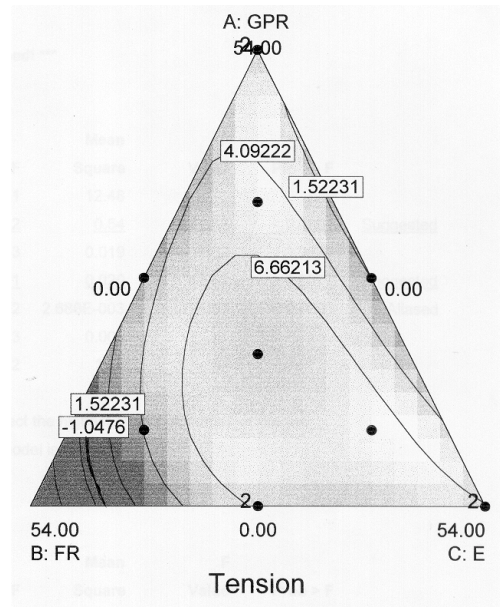
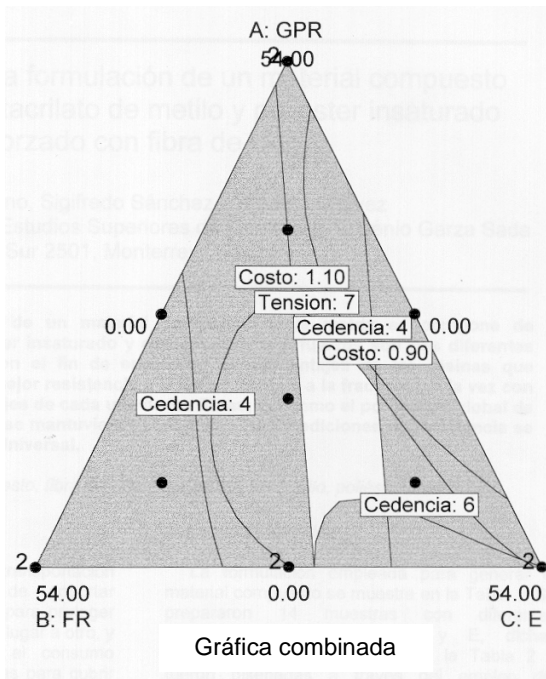
El trabajo experimental identifica una zona óptima que registra incrementos de 100% en la resistencia a la tensión y en el esfuerzo de cedencia con respecto a los obtenidos en un compuesto estándar y, simultáneamente, a un costo 30% inferior.

### 5. Referencias

- [1] DiBenedetto, A. T. Tailoring of Interfaces in glass fiber reinforced polymer composites: a review. *Materials Science & Engineering*. A302 (2001) 74-82.
- [2] Fancey, K. Investigation into the feasibility of viscoelastically generated pre-stress in polymeric matrix composites. *Materials Science & Engineering*. A279 (2000) 36-41.
- [3] Cornel, J. A. Experiments with mixtures: Designs, Models, and the Analysis of Mixture Data. 2ª edición, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. Estado Unidos de América, 1990.



- [4] Derren, K.; Fitoussi, J. et al. Prediction of the Effective Damage Properties and Failure Properties of Nonlinear Anisotropic Discontinuous Reinforced Composites. *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 185 (2000) 93-107.
- [5] Norma ASTM D-638-01. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.
- [6] Kim, Hyoung Seop. On the rule of mixtures for the hardness of particle reinforced composites. *Materials Science & Engineering. A289* (2000) 30-33.



# LA ANACAHUITA, *Cordia boissieri* D.C. COMO FITOINDICADORA Y FITOREMEDIADORA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR METALES PESADOS EN LA ZONA PONIENTE DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

Ada Marcela Ita Garay, Raúl Antonio Garza Cuevas, Graciela García Díaz, Alberto Mendoza Domínguez, Ma. Adriana Núñez González y Jorge Luis Hernández Piñero.

La Zona Poniente del Área Metropolitana de Monterrey (AMM) registra una gran contaminación reportada por el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental, SIMA. El Sima posee únicamente datos de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PST, PM10 y Pb. La contaminación en la zona de Santa Catarina y García, Nuevo León, es producida por las industrias del área, además, de la acarreada por los vientos provenientes de otros municipios localizados hacia el este como Monterrey, Escobedo, Apodaca y San Nicolás de los Garza. Aún se desconoce la contaminación con elementos metálicos como el Zn, Cd, Fe, Cu, Ni y Al, que son emitidos en menores cantidades en la cuenca atmosférica pero no por ello, tienen menos importancia. Entre los elementos vegetativos de la zona poniente del AMM y del corredor vial Monterrey – Saltillo, está la Anacahuita, *Cordia boissieri*, D. C., elemento del Matorral Submontano. La Anacahuita posee las características foliares para ser un indicador de la contaminación atmosférica y ser secuestradora de los agentes contaminantes. La determinación de la capacidad de captura de *Cordia boissieri* D. C. de metales pesados, se estimó mediante el muestreo de diez puntos en el corredor vial Monterrey – Saltillo y dos puntos de control localizados en un sitio no contaminado. En cada uno de estos puntos y después de 30 días, a cinco individuos de Anacahuita les fueron tomadas las hojas de la periferia y se realizó el análisis de las concentraciones de metales pesados en el tejido foliar mediante Espectrofotometría de Emisión de Plasma. Dicha técnica, reveló la presencia de seis elementos: Níquel, Hierro, Zinc, Cobre, Cadmio y Aluminio, este último fue el único elemento no detectado en el control y fue el de mayor concentración en la Anacahuita. Su presencia en la zona se debe, probablemente, a la existencia de una empresa dedicada al reciclaje del Aluminio.

Palabras clave: Anacahuita, *Cordia boissieri* D. C., Fitoindicador, Contaminación atmosférica.

## 1. Introducción.

El rápido crecimiento económico de los países en desarrollo, resulta en una contaminación severa, tanto en el ámbito local, como en el regional y en un daño que ha sido poco cuantificado en la salud humana. Además, esta dándose una acelerada deforestación de las comunidades de vegetación nativa situadas en la periferia de las grandes áreas metropolitanas y, la escasa o nula presencia de dichas comunidades en el interior de las áreas urbanas, propicia una menor amortiguación de los efectos de la contaminación del aire. Es por ello, que las especies nativas deben ser consideradas como una alternativa viable para ser utilizadas en programas de reforestación urbana, con el fin de ayudar a disminuir la contaminación de la atmósfera. Verdant (1), menciona que entre los criterios de selección de especies vegetales nativas para programas de

---

Ada Marcela Ita Garay, Estudiante Maestría en Sistemas Ambientales, ITESM, Campus Monterrey  
M. C. Raúl A. Garza Cuevas, Profesor Agronomía e Ing. Agrícola, ITESM, Campus Monterrey  
Dra. Graciela García Díaz, Profesor Fac. Ciencias Biológicas, UANL  
Dr. Alberto Mendoza Domínguez, Profesor investigador, Centro de Calidad Ambiental, ITESM, Campus Monterrey  
Dra. Ma. Adriana Núñez González, Profesor, Fac. Ciencias Biológicas, UANL  
Dr. Jorge Luis Hernández Piñero, Profesor, Fac. Ciencias Biológicas, UANL.

reforestación están, su bajo costo de mantenimiento y su adaptabilidad a las condiciones de la región. Sin embargo, un aspecto que no ha sido valorado debidamente es, el hecho, según Cronquist, (2), de que las plantas sujetas a condiciones climatológicas extremas han desarrollado en términos evolutivos, estructuras como los tricomas, cuya principal función es crear una barrera que proteja a la planta de las condiciones climatológicas adversas como las altas temperaturas y el polvo del ambiente. La vegetación de la zona poniente del AMM y del corredor vial Monterrey - Saltillo, correspondiente a los municipios de Santa Catarina y García, muestra tales características. Y de acuerdo a los datos del SIMA (3), dichos municipios han registrado los mayores grados de contaminación, debido a la intensa industrialización del Área Metropolitana de Monterrey así como por la posición orográfica de estos municipios.

La presente investigación tiene el objetivo de demostrar, que una especie vegetal nativa, la Anacahuita, *Cordia boissieri* D.C. posee, gracias a las características de sus estructuras foliares, los tricomas, la capacidad de retener en términos significativos, los agentes contaminantes del aire. Para tal fin, el estudio se enfoca en la zona Sudoeste del AMM, debido a que la dirección de los vientos concentra en este lugar, la contaminación de gran parte del área metropolitana de Monterrey. Un criterio adicional es la orografía del sitio, que consiste en un cañón que lleva una pendiente ascendente de Oriente a Poniente, hasta llegar al primer puerto o parte aguas denominado "Sesteo de las Aves", esta condición origina una corriente de túnel para los vientos del área en la dirección ya mencionada.

## 2. Hipótesis.

La determinación de la hipótesis del estudio esta basada en la premisa de que los vientos en la zona poniente de Monterrey y, principalmente, en el corredor vial Monterrey – Saltillo, predominan con una dirección de oriente a poniente durante el año, y por ende, debe presentarse un gradiente de dilución de los contaminantes en la micro cuenca atmosférica conforme los vientos se alejan de las fuentes de contaminación y del área metropolitana, siendo, por lo tanto, diferente la concentración de metales capturados y retenidos por las estructuras foliares de la Anacahuita. Con base en esto la hipótesis planteada es la siguiente:

$H_0$  = No existe diferencia significativa, en la concentración de metales pesados retenidos por las estructuras foliares de *Cordia boissieri* D.C., en las diferentes zonas de muestreo desde el Km 50 hasta el Km 65 de la Autopista Monterrey–Saltillo.

$H_a$  = Existe diferencia significativa, en la concentración de metales pesados retenidos por las estructuras foliares de *Cordia boissieri* D. C., en las diferentes zonas de muestreo del Km 50 al Km 65 de la Autopista Monterrey–Saltillo.

## 3. Metodología.

El estudio fue realizado de enero del 2000 a junio del 2001 y La primera parte de la metodología consistió en la selección de los sitios de muestreo y la determinación de la unidad muestral. Una vez determinada la selección de la zona en la que se desarrollaría el proyecto (Zona Sudoeste), se delimitó el área del proyecto, considerando para el caso, áreas urbanizadas, áreas industriales y áreas naturales. El área de estudio quedó enmarcada por los costados de la Carretera Federal No. 40, Monterrey - Saltillo, desde la Ciudad de Santa Catarina, Kilómetro 50, hasta la localidad del municipio de García conocida como el "Sesteo de las aves" o entrada al

Jonuco, kilómetro 65. En la figura N° 1 esta la representación gráfica de la localización del sitio de estudio en la carta del INEGI (4).

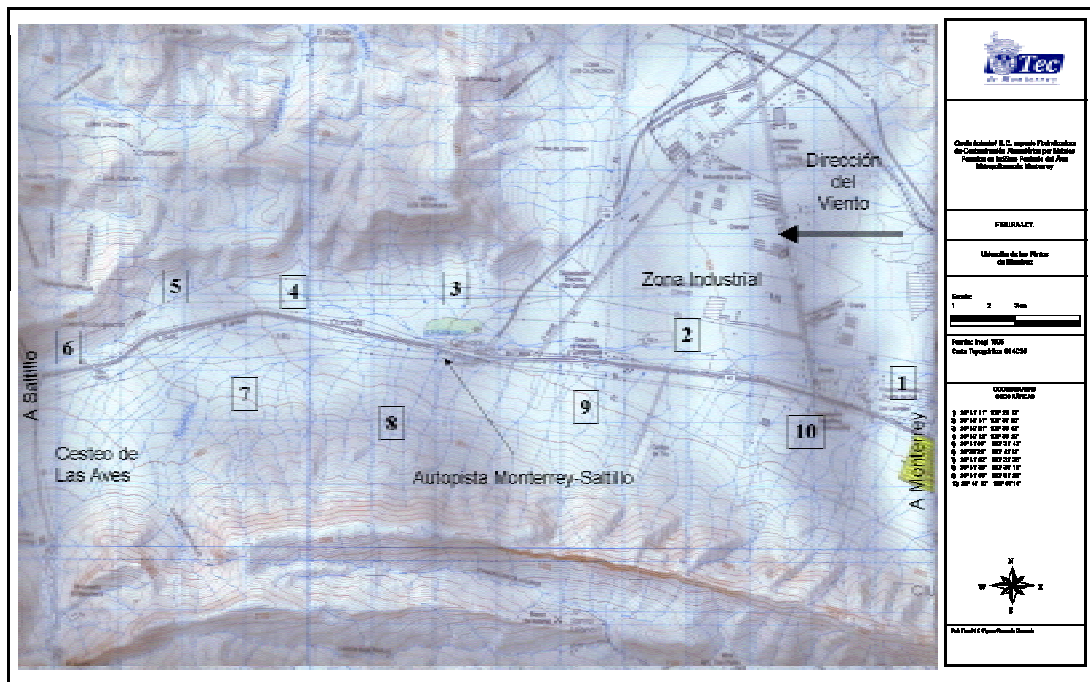


Figura N° 1 Localización geográfica del sitio de estudio y ubicación de los puntos de muestreo.

El trazo longitudinal comprendió 10 puntos de muestreo determinados al azar, y después especificados mediante las coordenadas geográficas con el apoyo de un posicionador geográfico satelital. (5) En la figura 1 están representados los puntos. En campo, dichos puntos fueron identificados con cintas amarillas para ayudar a su posterior ubicación. Para determinar la capacidad de captura de la Anacahuita de los posibles agentes contaminantes del aire, fue necesario establecer un periodo de tiempo, en el cual, los puntos de muestreo, recibieran las partículas de contaminantes que pudiesen precipitarse sobre sus hojas. Revisando los registros de la presencia de lluvias en la zona, se determinó, que durante un periodo de 30 días, eran bajas las posibilidades de presentarse alguna lluvia, determinando así el tiempo de exposición de los puntos de muestreo. Una vez determinado el tiempo de exposición, fue necesario establecer, el día de inicio del período, el cual sería cuándo los puntos de muestreo no tuvieran partículas de contaminantes sobre sus hojas. Esto, se lograría después de una lluvia continua por más de 30 minutos, para lograr el efecto de lavado natural de los individuos a monitorear en cada uno de los puntos de muestreo, así como, el inicio de nuestro conteo de tiempo de exposición.

Transcurrido el tiempo de exposición de 30 días, al día siguiente se procedió a tomar las muestras de todos los puntos. En cada uno de ellos, la colecta de muestra, consistió en coleccionar las hojas a metro y medio de altura en cada arbusto y de la periferia, ya que son estas, las que están en mayor contacto con el viento. Es importante mencionar, que al momento de la colecta se realizó la duplicación de toma de muestras, ya que unas se utilizarían para el análisis de espectrofotometría de emisión de plasma y las otras, en el análisis y observación a través de microscopia electrónica de barrido. Para el análisis estadístico se consideró la toma de muestras representativas de cada punto de muestreo seleccionando 5 individuos de Anacahuita al azar con

tres repeticiones para cada sitio. Por otra parte, para validar el muestreo se determinó como muestra control, la toma de ejemplares colectados en zonas cercanas a la zona metropolitana de Monterrey y libres de la contaminación producida por la misma, específicamente, en el municipio de Villa de Santiago. Los puntos considerados como control (Punto 11 y Punto 12), estuvieron expuestos durante el mismo periodo de tiempo que los demás puntos de muestreo, de esta manera los 12 Puntos, estuvieron expuestos por 30 días a las mismas condiciones meteorológicas. La realización de la toma de muestra, se realizó de la misma manera descrita anteriormente, para los otros 10 Puntos de Muestreo.

#### 4. Resultados y discusión.

El análisis de Espectrofotometría de plasma determinó los 6 elementos químicos y además se encontraron otros 17 elementos químicos más. La Figura 2, ilustra la gráfica general de las concentraciones registradas para cada elemento estudiado en cada punto de muestreo y en el Control. Nótese en esta figura, la tendencia de las distribuciones específicas del Aluminio y el Hierro, las cuales incrementan sus concentraciones, en los puntos m1 al m3, mientras que las concentraciones de dichos elementos, decrecen conforme se alejan de la zona industrial de García de m4 a m10. Debido a la diferencia de concentraciones entre los elementos, se presenta en la figura 3 una gráfica en la que se observan las concentraciones máximas y mínimas alcanzadas por cada elemento, en ésta, se puede apreciar que el elemento presente en mayor concentración fue el Níquel, seguido por el Aluminio, mientras que el elemento de menor concentración fue el Cadmio. Todos los datos cuantitativos se sometieron a un análisis con el paquete Statgraphics versión 7.0. para verificar la existencia de diferencias significativas entre los puntos de muestreo, se aplicó el análisis de varianza. Los valores promedio fueron analizados mediante la prueba de Comparación Múltiple de Tukey (6). Los resultados arrojados por el equipo de espectrofotometría de emisión de plasma fueron ajustados según el peso seco de la muestra, volumen de aforación (V. A.) y factor de dilución (F. D.), mediante la siguiente formula:

$$\text{Partes por millón} = \left\{ \left( \frac{\text{Lectura del equipo de plasma}}{\text{Peso seco de la planta}} \right) * \left( \text{V. A.} \right) \left( \text{F. D.} \right) \right\}$$

Los resultados expresados en ppm, representan los miligramos del metal analizado, por kilogramo de biomasa de hoja de la Anacahuita, *Cordia boissieri* D.C.

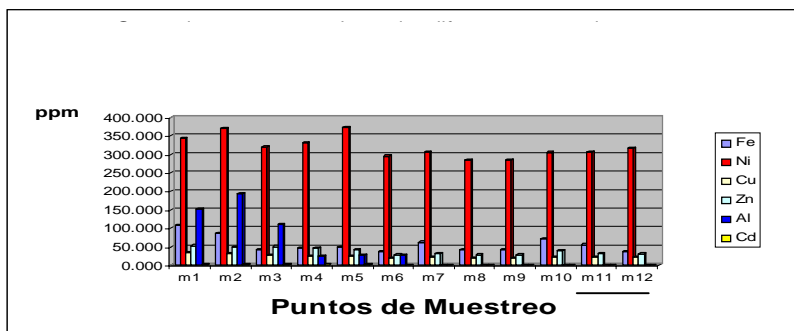


Figura 2. Concentraciones alcanzadas por los elementos encontrados en *Cordia boissieri* D. C. en los diez puntos de muestreo y en las muestras consideradas como control (m11 y m12)

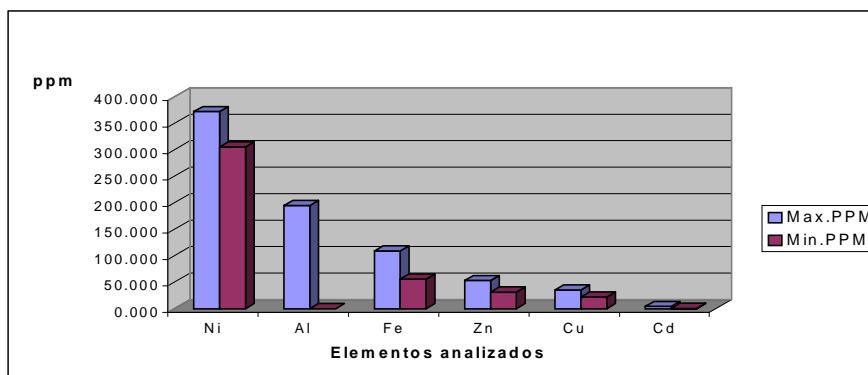


Figura 3. Concentraciones máximas y mínimas encontradas por espectrofotometría de emisión de plasma en la Anacahuita, *Cordia boissieri* D.C.

En la figura 3 se aprecia que el elemento con mayor concentración fue el Níquel, alcanzando hasta 371 ppm mientras que el control del mismo presentó 305 ppm. Seguido del Níquel encontramos el Aluminio, con una concentración máxima de 194 ppm. Tomando en cuenta que el límite de detección para el Aluminio es de 0.0001 ppm, el control no presentó este elemento en su análisis, ya que su registro en el análisis fue menor al mismo. En tercer lugar se presenta el Hierro con 109.81 ppm, mientras que el control registra 55.56 ppm de dicho elemento. En cuarto lugar se localiza el Zinc con una concentración máxima de 53.059 ppm, mientras que el control presenta 31.042 ppm. En quinto y penúltimo lugar se localiza el Cobre con una concentración máxima de 35.234 y una mínima registrada por el control de 22.02 ppm. Por último, se encuentra el Cadmio cuyo valor máximo fue de 3.94 ppm y el valor mínimo, registrado por el control, fue de 0.63 ppm, en este último caso es importante mencionar que no existió diferencia significativa de acuerdo a la Prueba de Tukey, realizada entre los puntos de muestreo y los puntos de control. A continuación se muestran las gráficas de los resultados analizados estadísticamente y específicos para cada elemento encontrado en la Anacahuita *Cordia boissieri* D. C.

El primero de los elementos analizados, el Níquel, muestra en el análisis de varianza de la Tabla 1, que existe diferencia altamente significativa  $P < 0.01$  (99% de confianza) entre las concentraciones de Níquel de los diferentes puntos de muestreo. Mientras que en la Figura 4 se observa la comparación múltiple de medias de Tukey con la formación de 8 grupos, A,B,C,D,E,F,G,y H, existiendo diferencia significativa entre los grupos. Con base en los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el Níquel, se rechaza la hipótesis nula.

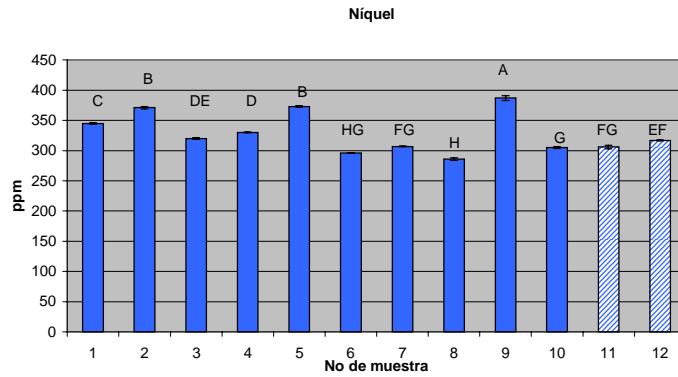


Figura 4. Concentraciones encontradas de Níquel en *Cordia boissieri* D.C. en los diez puntos de muestreo y en las muestras control (m11 y m12).

Tabla 1. Análisis de Varianza para el Níquel					
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F Calculada	Probabilidad
Entre grupos	36041.732	11	3276.52	327.508	P<0.01

Por otra parte, los datos de aluminio sometidos al ANOVA muestran que existe diferencia altamente significativa  $P < 0.01$  (99% de confianza) entre las concentraciones de Aluminio de los diferentes puntos de muestreo. Véase Tabla 2. En la comparación múltiple de medias de Tukey de la Figura 5, se observa la formación de 3 grupos, A, B y C. Cuyas concentraciones resultan en una diferencia altamente significativa. Solamente en el grupo C, es decir, entre los puntos (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 11) no existe diferencia significativa. Con base en los resultados obtenidos en el análisis de varianza, que se presentan en la Tabla 3, se rechaza la hipótesis nula.

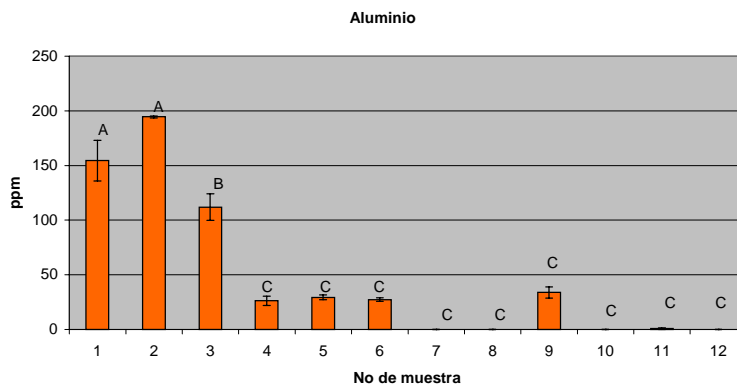


Figura 5. Concentraciones encontradas de Aluminio en *Cordia boissieri* D.C. en los diez puntos de muestreo y en las muestras consideradas como control (11 y 12).



Tabla 2. Análisis de Varianza para el Aluminio					
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F Calculada	Probabilidad
Entre grupos	149237.75	11	13567.069	99.151	P<0.01

El ANOVA de los datos del Hierro muestran en la Tabla 3 que existe diferencia altamente significativa  $P < 0.01$  (99% de confianza), entre las concentraciones de Hierro de los diferentes puntos de muestreo. En la comparación múltiple de medias de Tukey de la Figura 6 se observa la formación de 9 grupos. Con base en los resultados obtenidos en el análisis de varianza, que se presentan en la Tabla 4, se rechaza la hipótesis nula.

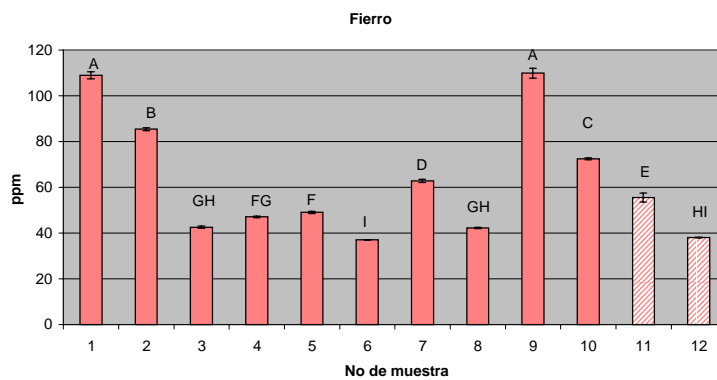


Figura 6. Concentraciones encontradas de Fierro en *Cordia boissieri* D.C. en los diez puntos de muestreo y en las muestras control (11 y 12).

Tabla 3. Análisis de Varianza para el Fierro					
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F calculada	Probabilidad
Entre grupos	22738.729	11	2067.1572	668.060	P<0.01

El ANOVA de los datos de Zinc, muestra en la Tabla 4, que existe diferencia altamente significativa  $P < 0.01$ , (99% de confianza) entre las concentraciones de los diferentes puntos de muestreo. En la Figura 7 se muestra la comparación múltiple de medias de Tukey, en la que se observa la formación de 6 grupos. Con base en los resultados obtenidos en el análisis de varianza, que se presentan en la Tabla 5, se rechaza la hipótesis nula.

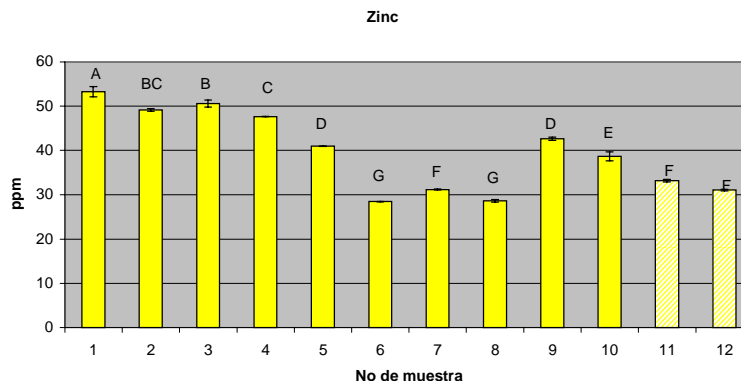


Figura 7. Concentraciones encontradas de Zinc en *Cordia boissieri* D.C. en los diez puntos de muestreo y en las muestras consideradas como control (11 y 12).

Tabla 4. Análisis de Varianza para el Zinc					
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F calculada	Probabilidad
Entre grupos	2718.9665	11	247.17878	422.777	P<0.01

El ANOVA de los datos de Cobre, muestra en la Tabla 5, que existe diferencia altamente significativa  $P < 0.01$  (99% de confianza) entre las concentraciones de Cobre de los diferentes puntos de muestreo realizado a lo largo de la carretera. La Figura 8 muestra que en la comparación múltiple de medias de Tukey se observa la formación de 8 grupos. A,B,C,D,E,F,G y H. Lo que significa que entre dichos grupos existe diferencia significativa. Con base en los resultados obtenidos en el análisis de varianza, que se presentan en la Tabla 6 se rechaza la hipótesis nula.

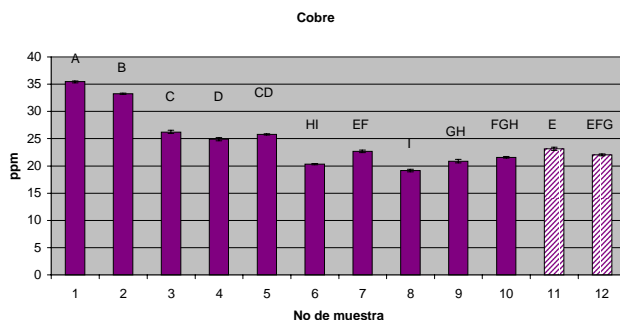


Figura 8. Concentraciones encontradas de Cobre en *Cordia boissieri* D. C. en los diez puntos de muestreo y en las muestras consideradas como control (11 y 12).

Tabla 5. Análisis de Varianza para el Cobre					
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F Calculada	Probabilidad
Entre grupos	841.27156	11	76.4792	541.374	P<0.01

El ANOVA de los datos de Cadmio en la Tabla 6, muestran que NO existe diferencia altamente significativa  $P > 0.05$ , entre las concentraciones de Cadmio de los 10 puntos de muestreo, así como entre las muestras consideradas como el control. En la comparación múltiple de medias de Tukey, 9. sólo se formó un grupo. Por lo que desde la mínima concentración reportada para el Cadmio la cual se presentó en el punto de muestreo No. 8, correspondiente a 0.31 ppm hasta la máxima concentración, 5.9 ppm, encontrada en el punto de muestreo No. 4, no existe diferencia

significativa, es decir las concentraciones de Cadmio encontradas en todos los puntos de muestreo son iguales. Con base en los resultados obtenidos en el análisis de varianza, que se presentan en la Tabla 7 se acepta la hipótesis nula.

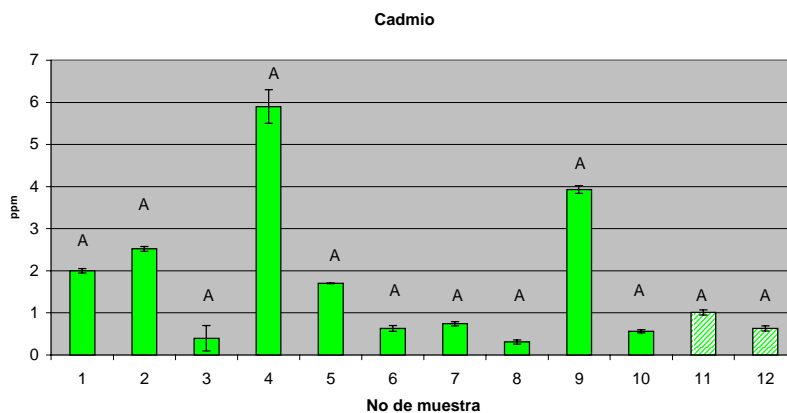


Figura 9. Concentraciones encontrados de Cadmio en *Cordia boissieri* D.C. en los diez puntos de muestreo y en las muestras consideradas como control (11 y 12)

Tabla 6. Análisis de Varianza para el Cadmio					
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F calculada	Probabilidad
Entre grupos	96.021142	11	8.7291947	1.972	.0796

El análisis de los diez puntos de muestreo de la zona de estudio por medio de espectrofotometría de emisión de plasma, mostraron tres comportamientos. El primero y más notorio, es la tendencia de todos los metales, a incrementar su concentración en el punto de muestreo No. 2, correspondiente a la zona industrial de García, Nuevo León. Esto, probablemente se deba a un efecto acumulativo, pues la zona poniente recibe corrientes de aire de los municipios de Monterrey, San Nicolás, Escobedo, Apodaca, y Guadalupe, cuyos contaminantes, al entrar a la zona industrial de García se acumulan con los emitidos por las propias empresas del área. Por el contrario, en los demás puntos de muestreo, se observó un comportamiento muy variado de las concentraciones de los elementos como en los puntos de muestreo del No. 3 al No. 5, localizados al Norte de la Autopista Monterrey-Salttilo, pues aunque las concentraciones son menores a las reportadas en el punto No. 2, no siguen una tendencia uniforme a disminuir, sino que presentan fluctuaciones ascendentes y descendentes. El tercer comportamiento se refiere al lado sur de la Autopista Monterrey-Salttilo, (Puntos del No. 6 al No 10), en los que se observa la disminución de las concentraciones de todos los elementos, y en particular, el caso más notorio de la baja en la concentración, fue el Aluminio, cuyas concentraciones no sobrepasan las 0.0001 ppm. Seguido del Cadmio, cuyos valores fluctuaron entre las 0.325 ppm y 0.644 ppm. A pesar de que todos los elementos mostraron esta tendencia, la variación de concentraciones en esta zona, no fue tan marcada, aproximadamente 10 ppm. La excepción del caso, se encontró en el Hierro, cuyo valor mínimo para esta área fue de 42.325 ppm y el valor máximo fue de 72.45 ppm. Resultados semejantes fueron encontrados por Akulova (7) y por Cunningham (8).

## 5. Conclusiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio es posible concluir que la Anacahuita *Cordia boissieri* D. C. Posee un amplio potencial de captura de partículas suspendidas en el aire, por los tricomas que posee en la superficie foliar, identificando la presencia de los siguientes metales, ordenados según su concentración: Níquel > Aluminio > Fierro > Zinc > Cobre > Cadmio en concentraciones que van desde 0.31 ppm de Cadmio hasta 393 ppm de Níquel. Los mismos elementos fueron identificados para el control a excepción del Aluminio, el cual, se observó que su concentración declina a medida que se aleja de las fuentes de emisión. Los demás elementos se mantienen en concentración relativamente constante a lo largo del transecto. En las diez zonas de muestreo las concentraciones de los elementos analizados superaron las concentraciones reportadas para los mismos elementos en las muestras consideradas de control. De acuerdo a los resultados obtenidos y su análisis estadístico, es posible concluir también, que los distintos contaminantes estudiados siguen una tendencia de dilución en la cuenca atmosférica del Poniente del AMM, pues se encontró que la retención o captura de los contaminantes en los diez sitios muestreados disminuye conforme se alejan, los sitios de muestreo, de las fuentes industriales. El alto costo que representa un monitoreo ambiental continuo de metales pesados, hace que las autoridades sólo registren parámetros de CO, NO<sub>x</sub>, PM10 y Ozono; Por ello la utilización de plantas nativas cuya superficie posea tricomas (en este caso la Anacahuita, *Cordia boissieri* D. C.) es un elemento potencialmente aprovechable, ya que captura las partículas de contaminantes, impidiendo de esta manera que se dispersen y lleguen a centros poblacionales. Finalmente, es posible concluir que la vegetación, especialmente la Anacahuita *Cordia boissieri* D. C. es útil como especie fitoindicadora y fitoremediadora de contaminación atmosférica por metales pesados.

## 6. Bibliografía.

- [1] Verdant Technologies.1997. Seeing the Forest for more than the Trees, Environmental Health Perspectives, Volumen 105, No.11, Noviembre de 1997. Pp 1186-1191.
- [2] Cronquist A.1971. Introducción a la Botánica. Editorial Continental S.A. de C. V., México pp. 447-49.
- [3] SIMA, 2000. Sistema Integral de Monitoreo Ambiental, Gobierno del Estado de Nuevo León.
- [4] INEGI, Carta Topográfica, Monterrey G14-7.1998. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- [5] William G.C.1971. Técnicas de Muestreo. Editorial C.E.C.S.A. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V. Pp.105-157
- [6] Zar, J. H.1996. Biostatistical Análisis. Tercera edición. Prentice Hall Inc. N. Y. pp 178
- [7] Akulova, Z.V. (1994). The usage of species of the genus *Carex* L. as phytoindicators. Rastit. Resur. 30:152-160. (Russ.)
- [8] Cunningham, S. D., and Lee, C. R. (1995). Phytoremediation: Plant-based remediation of contaminated soils and sediments. In *Bioremediation: Science and Applications*. Soil Science Society of America, Special Publication 43, pp 145 - 156.

# UTILIZACION DE LIQUENES COMO BIOINDICADORES DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA EN EL PONIENTE DEL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY

Raul A. Garza Cuevas, Giovanna J. Cantú Sucly, Porfirio Caballero, Víctor Vargas, Marisol Sosa Padilla

La contaminación es un problema que afecta en gran medida a nuestro planeta y de ahí la importancia de la búsqueda de alternativas para su detección, monitoreo, prevención y remediación. La Zona Poniente del Área Metropolitana de Monterrey presenta un alto grado de contaminación debido a la cercanía con la zona industrial de los municipios de Santa Catarina y García, Nuevo León. El Sistema Integral de Monitoreo Ambiental, SIMA, reporta altas concentraciones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PST, PM10 y Pb, pero aún se desconocen las concentraciones de elementos metálicos como Zn, Cd, Fe, Cu, Ni, y Al que son emitidos en menor cantidad pero que, no por ello, son de menor importancia. Los líquenes son organismos vivos que responden de una forma clara y precisa a los cambios ambientales. En la presente investigación se realizaron observaciones micro y macroscópicas para la identificación de especies y para el análisis de los efectos físicos y biológicos en las mismas, con énfasis en la coloración, humedad y vigor del talo, agrietamientos, apotecios, tamaño de las células algales, características de las esporas como tamaño, forma, número de septos y dimensiones. El análisis químico consistió en estudios de espectrofotometría y análisis de barrido con microscopía de rayos X. Las especies encontradas en el corredor vial Monterrey – Saltillo fueron *Physcia aipolia* y *Xhantoria polycarpa*, estudiando solamente al primero. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadísticos para confirmar la evidencia de las respuestas de los líquenes por la presencia de contaminantes. Se observó una alta correlación entre la concentración de elementos contaminantes en los especímenes y la distancia de las fuentes emisoras. Por lo tanto, existe evidencia para afirmar que los líquenes exhiben un alto valor como organismos indicadores de la calidad del aire en el área Poniente de la zona Metropolitana de Monterrey.

Palabras clave: Líquenes, contaminante, fuente emisora, indicador, corredor vial.

## 1. Introducción

La contaminación es, desde el punto de vista ecológico, uno de los tres grandes problemas ambientales que afectan a nuestro planeta, y ésta, surge por la presencia cuantitativa o cualitativa de materia o energía que produce un desequilibrio ambiental. La contaminación se manifiesta en cualquier ambiente o medio y se expresa en distintas formas con relaciones muy complejas, sin embargo, la forma más simple de describirla es en función del medio afectado como el aire, el agua y el suelo [1].

---

M C Raul A. Garza Cuevas Profesor Centro de Agronomía e Ingeniería Agrícola, ITESM Campus Monterrey, [ragarza@campus.mty.itesm.mx](mailto:ragarza@campus.mty.itesm.mx)

M C Giovanna J. Cantu Sucly. Estudiante de Maestría en Sistemas Ambientales. ITESM Campus Monterrey.

Dr. Porfirio Caballero. Profesor investigador. Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey, [pcaballe@itesm.mx](mailto:pcaballe@itesm.mx)

Dr. Victor Vargas López. Profesor Facultad de Ciencias Biológicas, UANL Ciudad Universitaria.

Lic Marisol Sosa Padilla Estudiante de Maestría en Sistemas Ambientales. ITESM Campus Monterrey, [al779227@mail.mty.itesm.mx](mailto:al779227@mail.mty.itesm.mx)

Tradicionalmente se ha dividido el medio ambiente para el estudio e interpretación de la contaminación en los componentes aire, agua y suelo; sin embargo esta división es meramente teórica ya que la mayoría de los contaminantes interactúan con más de uno de los medios físicos ambientales. No obstante, que cada uno de los tres medios físicos mencionados tiene la misma importancia; es el aire el que primeramente resiente la gran cantidad de sustancias gaseosas, líquidas y sólidas vertidas en él. Por otra parte, es el ser humano y las comunidades biológicas en general quienes resienten, en primera instancia, los efectos de la contaminación del aire. Con el propósito de prevenir, medir y atenuar la contaminación en el aire, se ha desarrollado un gran número de estrategias que forman parte de las prioridades en las políticas de desarrollo de las grandes ciudades [2].

Entre las estrategias que recientemente han incrementado su aplicación se encuentran diversos métodos de monitoreo que incluyen el uso de organismos vivos como indicadores biológicos del grado de contaminación. Los bioindicadores son organismos vivos que responden de una forma clara y precisa a los cambios en el ambiente [3]. También, es posible describirlos como todas aquellas medidas de la salud de un organismo que resultan al responder a los factores ambientales adversos (tensores) en las cuales se incluyen distintos niveles de organización biológica y distintas escalas de tiempo. Debido a que los organismos están sujetos a una gran variedad de factores ambientales tensionantes es necesario desarrollar múltiples medidas de la condición de salud, con el propósito de apoyar la identificación y la separación de los efectos que son inducidos por los seres humanos, por ejemplo contaminantes, de aquellos que son naturales, como la disponibilidad de hábitat y de alimento. Cuando los factores de tensión o disturbio de las comunidades biológicas son agentes contaminantes es común utilizar como característica primordial de los indicadores, la condición fisiológica de los organismos [4].

Es por ello que la presente investigación tiene el propósito de demostrar la relación que existe entre la concentración de contaminantes atmosféricos, especialmente metales pesados, con la presencia y la salud de los líquenes en el poniente del área metropolitana de Monterrey, específicamente en el corredor vial Monterrey – Saltillo. La determinación de la hipótesis del estudio esta basada en que los vientos en la zona poniente de Monterrey y en el corredor vial Monterrey – Saltillo, predominan con una dirección de oriente a poniente durante el año, y por ende, debe presentarse un gradiente de dilución de los contaminantes en la micro cuenca atmosférica conforme los vientos se alejan de las fuentes de contaminación y del área metropolitana, siendo por lo tanto diferente la concentración de metales capturados y retenidos por las estructuras del talo de los líquenes y en el daño tisular. Con base en esto la hipótesis planteada es la siguiente:

$H_0$  = No existe diferencia significativa, en la retención de metales pesados por el tejido o cuerpo de los líquenes y en el daño tisular o su fisonomía a lo largo de las diferentes zonas de muestreo desde el Km 50 hasta el Km 65 de la Autopista Monterrey–Saltillo.

$H_a$  = Existe diferencia significativa, en la retención de metales pesados por el tejido o cuerpo de los líquenes y en el daño tisular o su fisonomía a lo largo de las diferentes zonas de muestreo desde el Km 50 hasta el Km 65 de la Autopista Monterrey–Saltillo.

## **2. Metodología**

Se realizaron dos transectos con dirección Oriente a Poniente localizados a ambos lados del corredor vial Monterrey-Salttillo, ubicando en cada transecto cuatro cuadrantes de 50 x 50 m, distantes entre 3 y 4 km uno de otro (Fig. 1). En cada cuadrante se seleccionaron tres puntos donde se colectaron ejemplares para su posterior identificación y análisis químico.

Los vientos que recorren la zona donde se encuentran ubicados los sitios C1 a C4 (exposición sur) contienen poca humedad, lo que influye en la poca densidad de vegetación, especialmente las áreas cercanas a la zona industrial. La vegetación predominante en esta zona es Matorral Desértico Rosetófilo con presencia de Huizache (*Acacia farnesiana*), de Anacahuíta (*Cordia Boissieri*), de Chaparro Prieto (*Acacia amentacea*), Nopal (*Opuntia engelmanni*) la Biznaga (*Ferocactus hamatacanthus*), la Palma (*Yucca filifera*) y Manca Caballo (*Echinocactus horizonthlonius*). Los vientos que recorren los sitios C9 a C12 (exposición norte) son más húmedos y por tanto se presenta mayor abundancia de vegetación. Predominan en esta área el Matorral Submontano y las especies más abundantes son la Anacahuíta, el Huizache, Chaparro Prieto, Palma, Cactáceas, Nopal, Manca Caballo y Biznaga.



**Figura 1.** Localización geográfica del área de estudio en el área metropolitana de Monterrey y ubicación de los puntos de muestreo. Sección de la carta topográfica, escala 1:250,000 Hoja Monterrey.

Para la identificación de los ejemplares se hicieron observaciones macro y microscópicas. Se hizo énfasis en la coloración, humedad y vigor del talo, agrietamientos, pruinas, apotecios, tamaño de las células algales características de las esporas como tamaño, forma, número de septos y dimensiones. Las muestras de líquenes se sumergieron en diferentes concentraciones de alcohol (70, 96 y 100%), posteriormente en preparaciones de alcohol-xilol (3:1, 1:1, 1:3) y finalmente en xilol puro. Las muestras

fueron sumergidas en salolparafina y parafina para la realización de cortes longitudinales y transversales de 8.5 um de espesor. Cada corte se colocó en un portaobjetos para llevar a cabo la fijación y coloración de los componentes del líquen con solventes como alcohol absoluto y al 96%, agua destilada, ácida y amoniacal y colorantes como eosina y hematoxilina.

El análisis químico consistió en preparación de las muestras para su posterior análisis espectrofotométrico. Para el análisis de metales, las muestras se sometieron a un proceso de digestión en vasos de 100 ml y ácido nítrico, a 100 ° C hasta la destrucción total de cada muestra. Posteriormente se filtró el volumen final y se llevaron a cabo las lecturas en el espectrofotómetro. Para el análisis de degradación de clorofila se aplicó la técnica descrita por Goodwin (1976) [5], mientras que para el análisis de conductividad y pH se siguieron los pasos descritos por Garty e Ycohen (1998) [2]. Para el estudio de la superficie topográfica de cada muestra se realizó un análisis de barrido con microscopia de rayos X.

Los análisis estadísticos se basaron en la prueba no paramétrica de comparación de medias de Kruskal-Wallis, ANOVAS y regresiones lineales. Los indicadores ambientales utilizados fueron la cobertura, densidad y grado de daño.

### 3. Resultados y Discusión

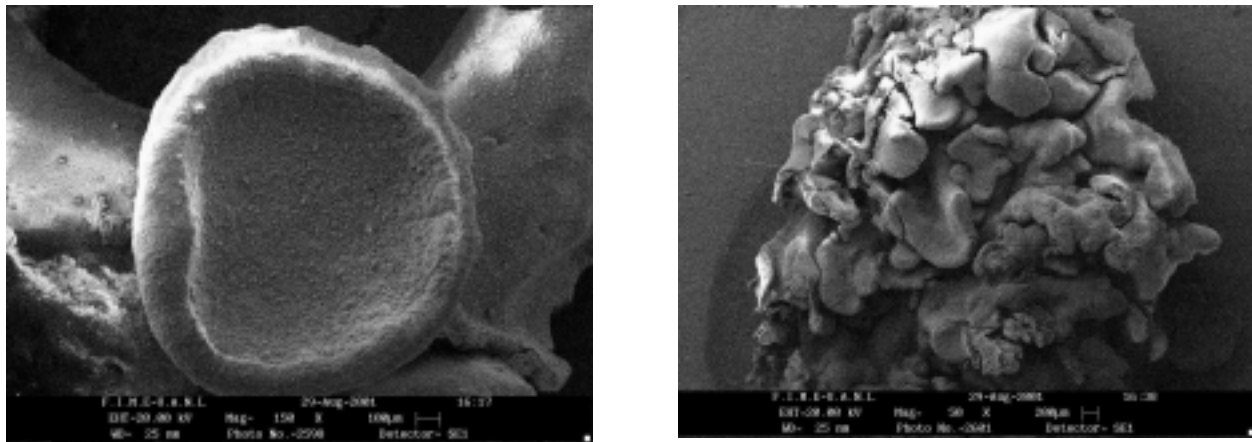
Las especies encontradas de líquenes fueron solamente dos, siendo la más abundante *Physcia aipolia* y por su parte, *Xhantoria polycarpa* fue encontrada en un solo sitio de muestreo. El cambio de coloración del talo, y la presencia de elementos metálicos nocivos como Pb y Cd de las muestras se observó con mayor magnitud cuanto más cerca se encontraron los especímenes de la zona industrial. Para los sitios C1 a C4 se estableció el grado de daño en los líquenes de la siguiente manera: C1>C2>C3>C4 y para los sitios C9 a C12: C10>C9>C11>C12. Dado este comportamiento se puede afirmar que existe una correlación entre la distancia de los sitios de muestreo con la posible fuente emisora de contaminantes (zona industrial), ya que mientras más alejados se encontraron los especímenes de la fuente emisora, menor fue la concentración de contaminantes en ellos. Esto concuerda con los datos obtenidos en lugares como Washington, EEUU, donde se manifestaron cambios en el grado de concentración de los contaminantes en los líquenes con relación a la distancia de la fuente emisora. [6]

**Análisis físico y biológico:** En cuanto a la humedad y vigor se presentó el mismo comportamiento, los líquenes del sitio C1 fueron los más secos, fragmentados y quebradizos, mientras que los de los sitios C2, C3 y C4 presentaron mayor grado de humedad. Con base en este comportamiento, se estableció el grado de daño como se muestra a continuación: C1>C2>C3>C4. Para los demás sitios de muestreo se estableció el grado de daño como se observa a continuación: C10>C9>C11>C12, siendo el sitio C10 donde se encontraron los líquenes con menor grado de humedad y vigor. Comparando ambos márgenes del corredor vial se observó que los sitios C9 a C12 muestran menor daño que los sitios C1 a C4.



En cuanto a los agrietamientos, de los líquenes se observó un comportamiento similar a las características físicas anteriormente mencionadas. El grado de daño asignado entonces para los sitios en el margen norte presentó la siguiente secuencia: C1>C2>C3>C4 y para el margen sur: C10 > C9 > C11 >C12. En el margen izquierdo el sitio C10 tiene mayor elevación en comparación a los demás sitios, factor que probablemente influye al exponerse a una mayor concentración de sustancias que están en el aire. Provocando una tendencia mayor a estos agrietamientos que con respecto a los demás del grupo.

El daño o el deterioro de los apotecios en los sitios muestreados presentó el siguiente comportamiento: para C1 al C4: C1>C2>C3>C4 y para C9 a C12: C10 > C9 > C11 >C12. Los Líquenes del sitio C1 (Fig. 2b) se observaron mas contraídos que los líquenes del sitio C4 (Fig. 2a) y las muestras del sitio C10 presentaron apotecios ligeramente dañados. Al comparar las diferencias entre los márgenes derecho e izquierdo del corredor Monterrey-Salttillo con respecto a este aspecto se observó que en los sitios C1 a C2 (margen derecho) se presentaron cambios notables en los apotecios, tanto dentro del grupo como, en los líquenes más afectados del margen izquierdo, donde los sitios C9 y C10 muestran el menor grado de daño.



**Figura 2.** Apotecios de liquen. a) muestra de sitio poco contaminado, b) muestra de sitio contaminado.

Para analizar la presencia de células algales se comparó una muestra contaminada del sitio C1 y otra poco contaminada del sitio C4. Se observó que las células algales de la muestra C1 son células con mayor tamaño, sin forma, y más dispersas que las células de la muestra del sitio C4, que se observaron más redondas, muy agrupadas entre ellas y de menor tamaño. En algunos estudios se demostró que la presencia de células plasmolizadas es producto de contaminantes como Ni, y que el efecto es mayor cuando se presentan oxidantes como dióxido de azufre. En especies como *Pseudoparmelia caperata* y *Candelaria sp.* se observaron un mayor número de células algales plasmolizadas cuanto mayor era la concentración del contaminante, los resultados mostraron que las células que sufren este impacto son de 13 a 16 % [7] [8].

Existe evidencia estadística de diferencia en el tamaño de esporas entre los sitios C1 a C4 con un  $\alpha$  de 0.95 y un p-valor de 0.000 para el ancho y 0.000 para el largo (Tabla 1). Lo que fundamenta el efecto adverso que está provocando la alta concentración de metales en el cuerpo de los Líquenes del sitio C1, incluyéndolo entre las hifas y células del hongo. Probablemente fue afectada la capacidad de formación de las células reproductivas fúngicas o esporas. Existe otro aspecto importante como es el

aspecto o fisonomía de las esporas, en el sitio C1, las esporas presentan irregularidad en la forma de la célula, en cambio en el sitio C4 es de forma ovoide y alargada.

Los valores del tamaño de los lóbulos de las muestras de líquenes más cercanas al área urbana e industrial presentan un tamaño de lóbulos más pequeño, de tal modo que en C1 el largo es de 0.667 y el ancho es de 0.933 comparado con los que están más alejados como es el sitio C4 con un largo de 1.667 y un ancho de 1.993, esto como consecuencia del sistema de defensa de los líquenes frente a la presencia de agentes contaminantes que hacen que se contraigan y, finalmente, tiendan a desaparecer las estructuras lobuladas o disminuya en gran medida el tamaño de los mismos. Considerando todos los sitios se observó el siguiente comportamiento: para los sitios del C1 al C4:  $C1 < C2 < C3 < C4$  y para los sitios de C9 a C12:  $C10 < C9 < C11 < C12$ . Se observa además, que la diferencia en el tamaño es, por lo general, mayor para los sitios de C1 a C4 que para C9 a C12.

**Tabla 1.** Resumen del ANOVA sobre la diferencia en el tamaño de células algales de los sitios C1 a C4

MEDIDAS	P-valor	N	Método Gráfico								Resultados	
			a	b	c	d	a b	b c	abc	de		abc d
Largo	0.000	20					1			1		Son diferentes
Ancho	0.001	20						1		1		Son diferentes

Los resultados del análisis de correlación (Tabla 2) indican que el comportamiento de las medidas de los lóbulos no sigue un comportamiento exactamente lineal, pero si se observa un comportamiento directo y creciente de las características consideradas, como la distancia y el tamaño de los lóbulos, es decir, cuanto mayor es la distancia mayor es el tamaño del lóbulo.

**Tabla 2.** Resumen del análisis estadístico de correlación entre distancia versus características como largo y ancho en los lóbulos del liquen encontradas en los sitios C1 a C4

Sitios	Medidas	Valor de correlación r	T <sub>1</sub>	Análisis siendo Si $t_1 > t_{/2,n-2}$ , igual a $H_{1,y}$ Si $t_1 < t_{/2,n-2}$ , igual a $H_0$	P-valor	R-ajustada	Resultados
C1 a C4	Largo	0.840	2.19	Es menor que 4.30, se acepta $H_0$	0.261	50.0 %	No tiene comportamiento lineal
	Ancho	0.891	2.78	Es menor que 4.30, se acepta $H_0$	0.237	69%	No tiene comportamiento lineal

<b>C9 a C12</b>	Largo	0.816	1.996	Es menor que 4.30, se acepta Ho	0.786	50.0 %	No tiene comportamiento lineal
	Ancho	0.826	2.072	Es menor que 4.30, se acepta Ho	0.811	52.2%	No tiene comportamiento lineal

Existe evidencia estadística de que las medidas del tamaño de los lobulos de las muestras obtenidas en los sitios del margen derecho y las del margen izquierdo son significativamente diferentes (Tabla 3).

En cuanto a la determinación de la densidad se observó que, mientras más alejada es la fuente emisora de contaminantes mayor fue el número de individuos por unidad de área. Según los datos obtenidos se observó que el sitio con menor densidad de líquenes en el margen derecho del corredor vial Monterrey –Saltillo fue el sitio C1 mientras que para el margen izquierdo fue el sitio C10.

**Tabla3.** Resumen del ANOVA de diferenciación entre las características de los lóbulos de los sitios C1 a C4 y C9 a C12

Medidas	P-valor	N	Método gráfico									Resultados
			a	b	c	d	ab	bc	ab c	cd e	ab cd	
<b>Largo</b>	0.0504	4							1	1		Son diferentes
<b>Ancho</b>	0.045	4							1	1		Son diferentes

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis físico y biológico de los especímenes el grado de daño global según los valores representan el probable daño en la estructura externa e interna como: apotecios, humedad, vigor, y en otras cualidades mensurables como el tamaño de lóbulos, densidad de liquen (Tabla 4).

**Tabla 4.** Denominación del daño clasificación para cada sitio.

Escala de clasificación de daño			
Calificación	Denominación	Muestra	Daño del liquen
1	Muy dañado	C1	1
2	Dañado	C2	2
3	Regularmente dañado	C3	3
4	Mejorado	C4	4
3	Regularmente dañado	C9	3

2	dañado	C10	2
4	Mejorado	C11	4
5	Sin daño	C12	5

**Análisis Químico:** Del análisis cualitativo previo se detectaron los siguientes metales: Ca, K, Mg, Na, As, Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Ba, P, S, V y del análisis cuantitativo fueron determinados los elementos que presentaron las más altas concentraciones: Al, Fe, Mn, Pb, Zn, Cd, Cu y Ni, además, de la presencia notoria de As. Con base en las concentraciones y su efecto en los organismos fueron seleccionados, de éste último grupo para fines del estudio, los metales As, Al, Cr, Fe, Pb, Zn. De acuerdo a las concentraciones de los contaminantes obtenidas para cada sitio (Tabla 5), se observa la capacidad de *Physcia aipolia* de acumular elementos metálicos que actúan como contaminantes. Los resultados permiten observar un comportamiento decreciente en los Sitios C1 y C4 con respecto a los elementos As, Cr, Fe, Pb y Zn pero en el Al los valores son más próximos o similares entre los cuadrantes C1 a C4. El comportamiento general presenta la siguiente tendencia: C1>C2>C3>C4. En el margen norte, las medias de las concentraciones de los elementos como As, Zn, Cr, Fe presentan más variación que para el caso de Al y Pb, los cuales muestran medias semejantes y no un comportamiento de gradiente, sin embargo la tendencia general es: C10>C9>C11>C12.

**Tabla 5.** Promedio de las concentraciones en ppm del análisis por triplicado de los elementos para los cuadrantes C1 a C4 y C9 a C12

Muestras	Promedio de muestras (ppm)					
	As	Al	Cr	Fe	Pb	Zn
C1	7.7	5834.0	14.0	11628.9	356.4	1253.1
C2	6.9	4165.4	11.0	9042.1	347.0	588.9
C3	4.7	4472.2	9.3	7438.1	262.6	599.7
C4	3.7	4679.0	6.2	7074.5	97.4	251.5
C9	7.1	4852.0	10.9	8761.5	272.7	655.9
C10	9.0	5368.1	13.8	10534.9	312.8	702.2
C11	5.2	4245.0	7.6	6495.7	216.1	527.0
C12	6.8	44.39	8.2	7670.5	198.7	476.4
<b>Mtra patrón</b>	<b>0.0073</b>	<b>1230.1</b>	<b>2.2</b>	<b>30.3</b>	<b>18.1</b>	<b>40.2</b>

Los resultados para el análisis de clorofila muestran que los valores de proporción clorofila a/b, son crecientes conforme, se aleja en distancia de la posible fuente contaminante, es decir, de la zona urbana e industrial, además, al relacionar la concentración de metales con el valor de la proporción de la clorofila a/b se observa que existe un comportamiento inverso, cuanto mayor es la presencia de metales menor es la proporción de clorofila a/b [9]. En el margen derecho del corredor vial es posible apreciar que el sitio C1 es el que presenta la menor proporción de clorofila a/b, que con respecto a C4, a lo largo de estos sitios se observa que existe un comportamiento creciente. Con respecto al margen izquierdo es posible apreciar que el sitio C10, presenta la proporción de clorofila a/b más baja, comparado con el sitio C12 que presenta la proporción más alta. Comparando ambos márgenes o laderas con la muestra patrón, se aprecia que la proporción de clorofila a/b más alta la tiene la muestra patrón y todos los sitios en el área de estudio están por debajo de ella, evidenciándose el deterioro.

La comparación de los valores de conductividad con los valores de las concentraciones de metales arroja una relación directa, cuanto mayor es la concentración de metales mayor es la conductividad [9]. El comportamiento de la conductividad en los sitios C1 a C4, se aprecia una tendencia decreciente, donde el valor más alto lo presenta el sitio C1 y el valor más bajo el C4. Esto se relaciona con el deterioro de la membrana y la pérdida de elementos, registrándose a una mayor conductividad cuando se observa un mayor deterioro de la membrana. En los sitios C9 a C12, el valor más alto es el del sitio C10 y el más bajo, el del sitio C12. La integridad de la membrana como se puede ver esta afectada en vista de los valores obtenidos y mostrados para ambos márgenes concordando con lo precisado por Garty y Kloog [2], quienes sostienen que la presencia de Ni, Mg y B provocan el debilitamiento de la membrana con el correspondiente flujo de K. Comparando los valores de la conductividad y los de la concentración de metales se aprecia una relación directa, pero inversa a la proporción de clorofila a/b. De acuerdo a los datos obtenidos, el pH sigue un comportamiento decreciente para los sitios C1 a C4 y para C9 a C12. La muestra patrón, presenta un valor de 5.34 y en los sitios C1 a C4 los valores van desde 7.09 hasta 6.40, es decir, se observa una disminución. Es posible que el pH de 7 se deba a la presencia de sustancias básicas como sales de carbonatos que pudieron ser incluidos en el líquen, que fueron transportados por acción de los vientos que actúan erosionando los minerales del suelo. Con respecto a los sitios C9 a C12, también hay disminución en el valor del pH desde C10 a C12, lo cual guarda una relación directa con la presencia de los elementos metálicos analizados. Aquí nuevamente es el punto C10 el que tiene un valor de pH más alto que con respecto a los otros sitios.

El deterioro por presencia de metales fue confirmado por la técnica de microscopía electrónica de barrido, así se observa que en los espectros para la muestra del sitio C1, hay presencia de Cu, Al, K, Ca, As. También, se aprecia el deterioro a través de imágenes obtenidas por microscopía en alta resolución. La muestra C2, comparada con la muestra del Sitio C1, presenta un espectro con presencia de elementos como el aluminio en determinados lugares de su superficie, además de Ca, Fe, K. En el sitio C4 se observa sólo la presencia de elementos como Al para determinados lugares de la superficie del cuerpo del líquen. De acuerdo al análisis de comparación es posible afirmar que las medias de la concentración de elementos observados para todos los sitios de muestreo en cada margen del corredor vial Monterrey – Saltillo son diferentes. Algunos de los factores que pueden influir en la variación de las concentraciones pueden ser la velocidad del viento [9], pues a mayor velocidad del viento, menor será la deposición de las partículas y a menor velocidad la deposición será mayor; también un factor importante de afectación es la diferente elevación entre cada sitio de muestreo, condición que propicia una mayor exposición a la presencia de los elementos atmosféricos.

Existe evidencia estadística para afirmar que los promedios de las concentraciones de cromo de todos los sitios muestreados son iguales con un p-valor = 0.923 y un  $\alpha = 0.05$ . Al no presentarse variación entre la concentración de los distintos elementos significa que en ambos márgenes existe el mismo patrón de variación o influencia para cada uno de los sitios el cual provoca que la concentración de los elementos de ambos márgenes sigan un mismo comportamiento. Por otra parte, en el ANOVA que compara las varianzas de los sitios de C1 a C4 y de C9 a C12 contra la varianza de la muestra patrón, arroja que son diferentes las concentraciones de los elementos contaminantes en la muestra patrón presentan valores muy bajos.

#### 4. Conclusiones

Existe una alta correlación entre la concentración de elementos en los especímenes y la distancia, en el daño versus la concentración de los elementos y en la densidad versus concentración de elemento. De acuerdo a estos resultados los líquenes muestran una alta capacidad de acumulación frente a elementos como Al, As, Cr, Zn, Pb, Fe. Que se expresa en la variación de características como densidad de individuos y el grado de daño físico y biológico. En los 8 sitios de muestreo las concentraciones de los elementos analizados superaron las concentraciones reportadas para la muestra control. De acuerdo a los resultados obtenidos y su análisis estadístico, es posible concluir también, que los distintos contaminantes estudiados siguen una tendencia de dilución en la cuenca atmosférica del Poniente del AMM, pues se encontró que la retención o captura de los contaminantes en los ocho sitios muestreados disminuye conforme la ubicación de los sitios de muestreo se alejan de las fuentes industriales.

Un aspecto concluyente es, que la zona carece de diversidad de especies de líquenes como consecuencia del impacto que ocasiona la presencia de los elementos Al, As, Cr, Zn, Fe y Pb, en las especies más sensibles, puesto que en la región están registradas otras especies que están localizadas en sitios con menor contaminación. El análisis de densidad, determinó que los lugares con menor densidad correspondían a los sitios con mayor concentración de elementos. Existe evidencia para afirmar que los líquenes exhiben un alto valor como organismos indicadores de la calidad del aire en el área poniente de la zona metropolitana de Monterrey.

#### 5. Referencias

- [1] Albert Lilia A. 1985. "Toxicología Ambiental". Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos.
- [2] Garty J., Ycohen, N Kloog .- "Airborne elements, cell membranes and chlorophyll in transplanted lichens". Journal of environmental Quality.vol. 4. Jul/Aug. pp 973.(1998).
- [3] Samecka- Cymerman , A, Kem pers A. J. – "Bioindication of heavy metals in the Wroclaw (Poland) with evergreen plants".Atmospheric Environment (Oxford , England ).- Feb 1999.- volúmen: 33.- páginas: 419-430.
- [4] Leonard H. and John A. Laurence. 1994. Forest Health Highlights Assessments Weintein Indigenous and cultivated plants as bioindicators. Boyce Thompson Institue Abstract
- [5] Goodwin ,R.W.-"Chemistry and plants pigments" vol 1 y 2.-1976.-Editorial Academic Press,Inc.New York U.S.A.
- [6] Ray E. Showman Lichen Biomonitoring for air pollution at selected Ohio state forest, American Electric Power. In Forest Health Detection Monitoring Results, 1992-1995, Leon H. Liegel and Richard Busing,Jesse Rios.
- [7] Jezierski, Adam; Ewa Bylinska and Mark R.D. Seaward. 1999. Electrón paramagnetic resonance (EPR) investigations of lichens – 1 effects of air pollution. Atmospheric Environment. volúmen 33, pag: 4629-4635.
- [8] Michael Bianucci and Philip Mathis Plasmolysis Levels in the Algal Component of Pseudoparmelia caperata and Candelaria concolor from Three Middle Tennessee Sites Varying in Sulfur Dioxide Level.", Department of biology, Miiddle Tennessee State University Murfreesboro ,TN 37132.
- [9] Robet L. Alteration of chlorophyll in plants air pollutant exposure, Heath ,department of Botany and plant sciences ,University of California p. 347-356.



## LA TREHALOSA COMO CRIOPROTECTOR EN ALMACENAMIENTO DE CEPAS DE LEVADURAS

Edgard Oswaldo Calderón Arce, Luis Damas Benavides, Antolín Sierra y Rosamaría López-Franco

En los institutos de investigación y empresas, que utilizan regularmente organismos vivos, existe la necesidad de resguardar y almacenar los organismos. El método de resguardo debe asegurar el mantenimiento de las cepas puras, viables y sin cambios morfológicos ni genéticos. Estos cultivos deben estar disponibles para cuando son requeridos por lo que es vital el seleccionar el método ideal para conservar y/o almacenar las cepas y así asegurar el abastecimiento confiable de organismos. Las características de tolerancia de las cepas, determinan el método de preservación que se deba utilizar. Existen varios métodos que incluyen desde el subcultivo, hasta varios métodos de criopreservación donde es importante la selección del medio criopreservador. A una temperatura de menos 80 °C, se deben proteger los organelos de los microorganismos del proceso de recristalización (menos 60°C aprox.), ya que esto representa un daño irreparable para las células. La trehalosa (azúcar disacárido no reductor) es un compuesto que tiene capacidad de proteger las membranas de los organelos y las moléculas de proteínas durante el proceso de congelación. Este azúcar, forma enlaces o interacciones similares a puentes de hidrógeno, por lo que aparentemente tiene la capacidad de reemplazar a las moléculas de agua que se pierden durante la deshidratación que acompaña al proceso de congelación. Por otra parte, las levaduras (hongos ascomycetos que se usan en la elaboración de pan y algunas bebidas), tienen la capacidad de sintetizar *de novo* este azúcar durante situaciones adversas. En esta investigación se diseñaron varios tratamientos para determinar el papel de la trehalosa (añadida a las cepas e inducida por choque térmico 10 y 40°C- previo a la congelación) durante el almacenaje por congelación. Los resultados indican que todos los tratamientos tuvieron un porcentaje similar de células muertas al descongelarse, excepto el tratamiento de choque térmico previo a 10°C, lo que nos indica que la trehalosa sintetizada por la célula durante el periodo de estrés (10°C), protege a la cepa de futuras condiciones adversas de congelación.



**Área: Ciencias Sociales**  
**Coordinador de área: Dr. Freddy Ramón Maríñez**  
**Navarro**

**Política y relaciones internacionales**  
**Coordinador de mesa: Dr. Freddy Ramón Maríñez Navarro**

# EL RESTABLECIMIENTO DE LAS RELACIONES HISPANO-MEXICANAS EN 1977: UN BALANCE DE LOS PRIMEROS ENCUENTROS OFICIALES

Carlos Sola Ayape

El franquismo marcó un antes y un después en las relaciones entre España y México. El posicionamiento del gobierno mexicano de Lázaro Cárdenas a favor de la causa republicana propició que, una vez concluida la guerra del 36, México rompiera las relaciones con la España de Franco y reconociera, a su vez, al gobierno de la República española en el exilio, cuya capitalidad fijaría, precisamente, en la Ciudad de México. Esta ruptura se mantuvo hasta 1977, cuando España, tras la muerte del dictador, daba sus primeros pasos hacia una democracia que se consagraría con éxito a partir de entonces. Los viajes oficiales de los respectivos presidentes –Adolfo Suárez, por parte de España, y José López Portillo, por parte de México– sentaron las bases para la normalización de unas relaciones bilaterales, interrumpidas durante cuatro décadas, y para echar los cimientos de una arquitectura conceptual que avalaría un futuro de entendimiento entre ambos países, además de solidaridad, intercambio y cooperación.

Palabras clave: Adolfo Suárez, Francisco Franco, José López Portillo, relaciones hispano-mexicanas, Rey Juan Carlos I, transición democrática española.

## 1. Introducción

Hoy por hoy, las relaciones entre España y México pasan por uno de los mejores momentos de su historia. Los viajes oficiales de los diferentes presidentes, así como su participación conjunta en diferentes foros internacionales, ponen de manifiesto el alto grado de entendimiento y de cooperación existentes entre ambos países, especialmente, ahora, que los dos transitan por la exigente senda de la democracia. Este presente de luz viene, sin embargo, precedido por un pasado de sombras, y por diferentes cuellos de botella que condicionaron sobremanera el maridaje entre estos dos países en el último medio siglo.

Tras cuatro largas décadas de distanciamiento, cuando menos en el ámbito oficial, el restablecimiento de las relaciones diplomáticas, consagrado en París en marzo de 1977 por quienes fueran los responsables de las carteras de Exteriores de ambos países, precipitaron los acontecimientos de manera sorprendente, y en cascada se sucedieron los pasos que propiciaron el marco de entendimiento del que el brillo de las relaciones actuales es deudor. El estudio de aquellas bases, que soportaron desde el reencuentro oficial en 1977 las relaciones hispano-mexicanas, serán el objetivo de este estudio, en aras de hacer un balance de los primeros encuentros oficiales, protagonizados por sus respectivos presidentes de gobierno, el español Adolfo Suárez y el mexicano José López Portillo, haciendo hincapié en lo que Juan Carlos I, Rey de España, calificara como la “fase declarativa y lírica de nuestra fraternidad” [1].

## 2. Viaje del presidente Suárez a México

La muerte del dictador Francisco Franco en noviembre de 1975 sestó un duro golpe a la dictadura y a todo ese complejo entramado que representaba el franquismo. Ni los duros del franquismo podían

---

Carlos Sola Ayape es Doctor en Historia y profesor e investigador en el Departamento de Humanidades del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (Campus Ciudad de México).  
E-mail: csola@campus.ccm.itesm.mx

continuar la dictadura sin el dictador, ni los blandos podían reformar el régimen autoritario sin vencer la resistencia de los franquistas o sin contar con el apoyo de la oposición, ni los antifranquistas tenían fuerza suficiente para lograr una ruptura con el pasado y establecer nuevo régimen [2]. Aquella España, inmersa en una difícil encrucijada histórica, acabó siendo liderada por el príncipe Juan Carlos, que en octubre de 1975 había recibido de la mano de Franco la Jefatura del Estado y que días después, el 22 de noviembre, era proclamado nuevo Rey de España. Desde aquel entonces, la Corona se convirtió en el soporte sustancial de la forma política, en símbolo de unidad de lo compartido, en un poder arbitral y moderador y, por último, en el eje de un sistema político abocado, como así fue, a la democracia [3]. Tras un primer y breve gobierno de Carlos Arias Navarro, el monarca, en su calidad de Jefe del Estado, nombró a Adolfo Suárez nuevo presidente (4 de junio de 1976), para liderar un gobierno que tenía la difícil misión de lograr con éxito una reforma política que sentará las bases para un cambio progresivo de régimen y para conducir a aquella España posfranquista por la senda democrática [4]. Como han puesto de manifiesto los analistas del período, en el escalonamiento gradual con que se produjo la transición democrática española el papel de Suárez fue determinante. Si bien la desvinculación del régimen franquista se produjo en una primera fase, tras la muerte del dictador, su debido encauzamiento no tuvo lugar hasta el nombramiento de Adolfo Suárez como presidente del gobierno [5]. A esto hay que añadir, algo que por lo general ha quedado siempre en un segundo plano, que aquella sociedad española de mediados de los setenta tenía un gran deseo de cambio [6], y que, de algún modo, se convirtió en el verdadero bastión del proceso democratizador.

Como era de esperar, la normalización de la vida política y la consagración de la democracia en España corrieron paralelas a todo un proceso de reestructuración de sus relaciones exteriores, ante la necesidad de encontrar un nuevo posicionamiento en el contexto internacional. La España democrática no podía permanecer por más tiempo ensimismada, encerrada en sí misma y separada, sin ir más lejos, del resto de Europa por aquella frontera natural, en el fondo más cultural que física, que son los Pirineos. La España democrática debía mirar a Europa y al resto del mundo, verse en el mundo y desde el mundo. Por primera vez en muchas décadas, y por lo que a América respecta, España estaba en condiciones de tener una presencia solidaria en Iberoamérica, alejada de los intereses hegemónicos o paternalistas que habían caracterizado épocas anteriores [7]. Había llegado la hora de guardar en el baúl del olvido aquella vieja retórica imperialista, tan propia del franquismo, y cambiarla por otra donde la igualdad y el respeto a la soberanía de los diferentes estados nacionales americanos debían presidir cualquier intento de acercamiento bilateral [8]. Así, los dos grandes retos de la política exterior española a partir de 1975 eran, primero, el anclaje con Europa y, segundo, la creación de un gran espacio iberoamericano, esto es, estar en Europa con fuerza, para estar en América Latina con intensidad y creatividad [9].

A su vez, tampoco debía faltar en la agenda la superación de ciertos cuellos de botella, algunos ya viejos para entonces, como el que representaba el singular *affaire* con México. Refrescando la memoria, conviene recordar que la República de Azaña encontró en todo momento apoyo por parte del presidente mexicano Lázaro Cárdenas, antes, durante y después de la guerra civil del 36. No en vano, México recibió a buena parte del exilio español, además de convertirse en la sede de la llamada República Española en el Exilio. La muerte de Franco, cuyo gobierno nunca fue reconocido desde México en función de una particular interpretación de la Doctrina Estrada, propició la eliminación natural del principal y único obstáculo que hasta entonces había impedido la normalización de las relaciones bilaterales entre los dos países. En 1976, y en su último Informe de Gobierno, el presidente mexicano Luis Echeverría se refería a España de la forma siguiente: “Queremos que en España se vaya camino seguro de un parlamento en donde estén representados todos los partidos políticos; que se consolide la libertad de prensa; que salgan los presos políticos de las cárceles; que los emigrantes, sin distinción, puedan regresar a su patria; que sólo así México concluirá su compromiso con el pueblo español” [10].

Consumado el retorno a la democracia, o cuando menos iniciado con decisión el camino de la transición democrática, España y México volvían a verse de frente con el ánimo de consagrar un futuro de encuentro y cooperación. Como puso de manifiesto José Mario Armero, “por encima del tiempo dos pueblos se reencuentran. Han buscado lo que les une y ya no existe lo que les mantenía alejados” [11]. De este modo, cuatro son los hitos que jalonaron aquel 1977, testigo del reencuentro entre ambos países: primero, la cancelación por parte de José Maldonado, presidente de la República Española en el Exilio, de las relaciones diplomáticas entre su gobierno y su homólogo mexicano (17 de marzo); el

anuncio en París por parte de los responsables de las carteras de Exteriores de ambos gobiernos—el español Marcelino Oreja y el mexicano Santiago Roel— de la reanudación oficial de las relaciones bilaterales (28 de marzo); el viaje del presidente del gobierno español Adolfo Suárez a México (24 de abril) y, por último, la visita oficial del mandatario mexicano José López Portillo a España (8 de octubre). De estos dos viajes oficiales me ocuparé en estas páginas; del primero en este apartado, del segundo en el siguiente.

El 24 de abril de 1977 aterrizaba en el aeropuerto de Cancún, Quintana Roo, el avión donde viajaba, procedente de España, el presidente del gobierno español Adolfo Suárez. Por espacio de dos días permanecería en México para dar cumplimiento a una agenda francamente apretada que tenía como principal propósito sellar con el presidente mexicano José López Portillo el compromiso adquirido un mes antes en París por los responsables de Exteriores de restablecer las relaciones bilaterales entre España y México, México y España, y poner fin a un largo intervalo de cuatro décadas de distanciamiento y hostilidad. Detrás se escondía el deseo compartido por las partes de hacer un pacto con el pasado y de encarar juntos el futuro con decisión. En palabras del propio López Portillo, en el brindis de bienvenida, aquel encuentro tenía lugar “por primera vez en muchos años, resuelta la historia, planteado el porvenir y enfrente el destino [...] con plenitud de sentido, con plenitud de responsabilidad, con plenitud de significado” [12].

En el fondo, los dos presidentes hacían lo que las sociedades estaban demandando desde hacía tiempo. Es más, nunca hubo una ruptura de las comunicaciones, de los encuentros y de los intercambios entre ambos pueblos. “Venimos con la serena certidumbre del gobernante —diría Suárez— que se sabe en sincronía con las vetas más íntimas de la voluntad popular. A lo largo de estos años, el pueblo español se ha venido expresando con particular afecto hacia el pueblo mexicano. [...] Los hombres de gobierno nos hemos limitado a dar reflejo oficial de los vínculos reales” [13]. En la misma idea de recordar los vínculos entre ambos pueblos, estas palabras del presidente López Portillo: “Nunca estuvimos, no hemos estado ni estaremos lejos de España, metida como está en nuestra sangre y en nuestra historia. [...] Dos pueblos con profundas identidades pueden ahora realizarse, verse, completamente en la normalidad” [14]. Hay que recordar que ya para aquel entonces, México era un país receptor del capital español, alrededor de un 20% del monto de sus inversiones en el extranjero, y España era el segundo comprador de productos mexicanos, tras Estados Unidos, especialmente de un producto tan codiciado como el petróleo. Asimismo, sorprendente resulta el hecho de que durante el lapso 1939-1975 ambos países firmaron un total de 27 tratados, la mayoría de ellos de tipo comercial, que ponen de manifiesto la vertebración bilateral que existía en un contexto de aparente frialdad oficial [15].

Pero del pasado, aprendida la lección, había que escapar. “Nos toca ahora estrechar los lazos, diría Suárez. Nuestras misiones diplomáticas recíprocas tienen ante sí la trascendental tarea de explorar y detectar cuanta posibilidad pueda ofrecerse para ello. Tenemos ante nosotros un vasto horizonte de acción común, al que nos invita no sólo el pasado histórico, plétórico de contenido humano, y la especial sensibilidad para la justicia que nuestros pueblos detraen del hecho de ser crisoles étnicos, sino también la conciencia de que, hoy por hoy, nuestra comunidad cultural y económica no alcanza la valoración y el peso que su importancia real se merece. [...] Intimemos a todos los niveles, popular, intelectual, empresarial, científico y tecnológico” [16].

Conceptualmente hablando, la relación de España con México no debía ser ajena a aquella que se mantendría con Iberoamérica, pilar esencial para la política exterior española desde los primeros compases de la transición democrática. Desde un inicio, dicha política quedó sustentada sobre dos pilares fundamentales: primero, el vínculo con un pasado histórico y un patrimonio cultural y espiritual comunes, y, segundo, el deseo de consagrar un puente entre ambas orillas del Atlántico, capaz de armonizar intereses iberoamericanos, europeos y árabes. La acción cimentada sobre estos ejes conceptuales debía atenerse, sin embargo, a cinco principios rectores [17]:

1. *Principio de indivisibilidad*: Las relaciones debían concebirse desde la estrecha interdependencia de todos sus aspectos, sin potenciar uno o varios factores en detrimento del resto, por ejemplo, el económico sobre el cultural.

2. *Principio de credibilidad*: Todo planteamiento debía hacerse desde el realismo, eliminando aquellas “fantasías imposibles”.
3. *Principio de continuidad*: Cualquier acción o estrategia se concebiría no en el corto, sino en el medio y largo plazo, asegurando el compromiso de las partes para la consecución del fin.
4. *Principio de indiscriminación*: Debido a las obligaciones de hermandad, la Doctrina Estrada se convertía en el referente de las nuevas relaciones, para asegurar así un principio de respeto y de no intervención, ya que “los enjuiciamientos entre hermanos no deben empañar la convivencia”.
5. *Principio de comunidad*: Toda acción debía estar inspirada en una idea comunitaria, reflejo de una cohesión de grupo y de un espíritu solidario compartido.

Las reglas de juego quedaron fijadas desde un principio, para así abrigar sin tibiezas un futuro esperanzador y consolidar un proyecto de normalidad compartido por ambos países. “Rescatar la normalidad, como expresara López Portillo, para proyectar la recíproca complementariedad. Hemos sido complementarios desde el principio de nuestros contactos; seguiremos siéndolo ahora a partir de nuestras soberanías” [18]. Dado este primer paso, todo por delante estaba por hacer. “Es urgente que se potencien los intercambios de todo orden y de todas las edades, diría Suárez. En el plano comercial, en el tecnológico, en el intelectual y en el turístico. Hay que facilitar los canales de comunicación y de mutuo conocimiento de nuestra juventud; consolidar los contactos que ya mantienen nuestros profesores universitarios, nuestros pensadores y nuestros creadores; desarrollar los impulsos ya iniciados de venturas compartidas de nuestros financieros y hombres de empresa” [19]. Para abordar tan ambicioso programa, se acordó constituir una Comisión Conjunta integrada por altos funcionarios de ambos países, coordinada por los respectivos ministros de Relaciones Exteriores.

Pero al margen de este crepúsculo de objetivos, fijados en el horizonte tras cerrar el pacto de la normalización de las relaciones bilaterales entre ambos países, el viaje del presidente español a México respondía además a dos necesidades sentidas: en primer lugar, la de presentar el proyecto político de transición a la democracia que encarnaba aquella España del momento, y, en segundo lugar, la de dar los primeros pasos para cerrar la brecha abierta entre aquellas dos Españas, la que fue forzada a salir y la que se quedó, y para mostrar que la normalización de la vida política española llevaría a una reconciliación bajo el paraguas del pluralismo y del Estado de Derecho. Por ello, no fueron casuales aquellas palabras de Suárez, nada más llegar a la Ciudad de México. Ante la presencia del presidente López Portillo dijo lo siguiente: “Nadie trata de intentar un golpe de Estado en España. El pueblo español no tolerará golpes de Estado” [20]. Sin duda, un mensaje de optimismo y de confianza ante el camino que sin retorno había iniciado la sociedad española. Si bien en aquel entonces, Adolfo Suárez ostentaba la presidencia del ejecutivo español por decisión del Jefe del Estado, esto es, del rey Juan Carlos I, muy pronto, y tras la celebración en junio de 1977 de los primeros comicios electorales de la era posfranquista, el propio Suárez acabó recibiendo una legitimidad por parte del pueblo español, hasta entonces un tanto cuestionada, tras vencer en aquella contienda electoral. El proceso político comenzaba a ser avalado por la voluntad del pueblo, único soporte de la soberanía nacional en un marco democrático. Las palabras del presidente mexicano al respecto son significativas: “La juventud española que sale al encuentro de su propia España, que de sus tradiciones democráticas tan viejas, tan conocidas, tan entrañables, como nosotros, sale, nutre su reedificante fuerza democrática contemporánea, que en su generación, sin duda, va a encontrar una culminación que hará, sin duda, historia en España y júbilo aquí en nuestra Patria” [21].

El primer encuentro se había cerrado con éxito. En palabras de Suárez, “han sido jornadas plenas y fecundas, que se abren como un abanico de esperanza proyectado hacia el futuro”. Sus palabras de despedida resumían prácticamente un mensaje de bienvenida. “Partimos con la satisfacción –dijo el presidente español– de vuestra próxima visita oficial a España, jornada que auguramos singular para el fortalecimiento decisivo de nuestros lazos y para la aceleración de los indudables beneficios que ambos pueblos esperan de unas relaciones lanzadas con tan buenos auspicios” [22]. Dicha visita oficial a España estaba ya cerrada desde el momento en que el presidente mexicano López Portillo aceptara, en presencia de Suárez, la invitación de visitar España, que, por vía telefónica, le fuera hecha por el rey Juan Carlos I.

### 3. Viaje del presidente López Portillo a España

Meses después, el 8 de octubre del mismo año, y cumpliendo con el compromiso previamente adquirido, el presidente mexicano José López Portillo arribaba a España para dar inicio a una larga gira de ocho días, que le llevaría a recorrer diferentes ciudades como Madrid, Las Palmas, Sevilla, Barcelona o la localidad navarra de Caparroso, de donde son originarios los López Portillo. Antes de partir, el presidente mexicano valoró positivamente el viaje. Habló del reencuentro entre los gobiernos, “porque los pueblos, afortunadamente, siempre han estado unidos”, de la normalización de las relaciones y del compromiso de incrementarlas en todas sus ricas dimensiones, y, finalmente, de las posibilidades de aprovechar la complementariedad de las dos economías y de la posición geográfica de los ambos países [23]. Ya en España, y en una rueda de prensa, cuando se le preguntó si el viaje reafirmaba la línea histórica de México, el presidente mexicano contestó lo siguiente: “El reencuentro simplemente está entrañando la reanudación de relaciones diplomáticas. Por cuanto a las relaciones entre los pueblos, nunca dejaron de existir” [24].

El viaje de López Portillo a España tenía un alto contenido simbólico, y no sólo porque su comparecencia servía para consagrar, tras décadas de enemistad, el restablecimiento de las relaciones bilaterales entre ambos países, sino porque por vez primera en la historia un presidente mexicano visitaba oficialmente España [25]. A este respecto, reproducimos parte del mensaje de bienvenida que el rey de España brindó al presidente López Portillo, cuya presencia la calificó de momento histórico: “Vuestra presencia en Madrid constituye un momento histórico singular. Por primera vez, un Presidente de los Estados Unidos Mexicanos llega a España en visita Oficial. En este Palacio, testigo durante años de unas decisiones de Gobierno que afectaron por igual a nuestros pueblos cuando sus destinos se confundían unitariamente, nos reunimos hoy, en esta cena de Estado, para simbolizar y plasmar ese reencuentro fraternal que ambos pueblos anhelaban desde hace tanto tiempo” [26].

Las palabras del monarca tenían un especial significado. No en vano, Juan Carlos I era el Jefe del Estado español y la más alta representación de dicho Estado en el exterior y, especialmente, con las naciones de la Comunidad Hispánica, tal y como quedaría posteriormente recogido en la Constitución de 1978 (punto 3, artículo 56.1). Desde su coronación, el monarca fue urdiendo un entramado conceptual, donde iría sentando sus tesis en torno al iberoamericanismo. “El rasgo más ecuménico de España –llegó a decir el Rey– es su americanidad. [...] La hora hispanoamericana está sonando” [27]. De ahí que la fundamentación de dichas tesis descansaran en cuatro raíces comunes: historia, lengua, cultura y religión, y éstas a su vez en tres ideales: libertad, justicia y paz [28]. En el mencionado discurso pronunciado en presencia del presidente López Portillo afloraron ya algunas de las directrices de la política exterior de España hacia América Latina, y, por tanto, hacia México.

En efecto, en el momento del reencuentro Juan Carlos I hizo alusión a toda una tradición constitucional compartida, que nació de aquellas Cortes gaditanas, y de donde surgieron los ideales que constituyeron el germen de una deseada convivencia pacífica en libertad e igualdad. El desarrollo cultural y económico sentaron las bases sociales sobre las que se cimienta hoy “la voluntad política de institucionalizar esa convivencia pacífica, en armónica libertad, a través de una justa distribución de la riqueza y del respeto a la diversidad regional que atesoramos” [29]. Libertad, igualdad y respeto al pluralismo, principios básicos del liberalismo y soporte de toda democracia que se precie de ser tal. Las palabras no caían en saco roto, máxime en aquella España que abrazaba de nuevo el credo de la democracia y que tenía que afrontar el difícil reto de despegarse progresivamente de la vieja tradición franquista. El monarca no desaprovechó la ocasión para hablar de la nueva coyuntura política que estaba viviendo el país que lideraba: “Esta España renovada que hoy os acoge con particular emoción y simpatía ha optado con clara decisión por una vía de existencia democrática, convencidas sus mayorías de que en ellas encontrarán la fórmula que conjugue sus exigencias de libertad con sus aspiraciones de justicia y de orden” [30].

Esta “nueva España” se encontraba de nuevo en el camino con México para alcanzar el horizonte del futuro, cuya aspiración pasaba por la convivencia pacífica, por el diálogo constructivo y por la cooperación en todos los órdenes. “España se siente hoy movida –dijo el Rey en su discurso– a ofrecer su cooperación económica y tecnológica como medio de proseguir su obra americana ya secular. [...]”

Deseamos abrirnos a una convivencia positiva y constructiva con todos los países que surgieron del mismo tronco del que nosotros procedemos [...]. Entre México y España, los lazos existentes preconizan unas relaciones bilaterales de características tan ejemplares, que sólo de nuestro empeño depende el convertirlas en realidad". Asimismo, y como era de esperar, el rey Juan Carlos hizo alusión a la otra España, a la España del exilio, en un tono conciliador, propio del discurso oficial de la Casa Real en aquel entonces [31], agradeciendo de antemano el apoyo que México brindó al éxodo republicano: "El doloroso éxodo intelectual que las circunstancias de posguerra originaron dio lugar a un nuevo y especial capítulo de la obra de España en América. La acogida que allí se les brindó –y entre todas la excepcional que México les dispensó– es causa de permanente agradecimiento y fuente de esperanza de futuras colaboraciones en todos los órdenes".

El nuevo encuentro entre los dos países a través de sus más altas autoridades, esta vez en territorio español, sirvió para ratificar el compromiso firme de normalizar sus relaciones oficiales y, especialmente, para sentar los principios rectores que, a partir de entonces y con vocación de futuro, presidirían la nueva era bilateral. Son éstos [32]:

- a) Igualdad jurídica de los Estados;
- b) Respeto a la soberanía;
- c) Respeto a los derechos humanos individuales y sociales;
- d) No intervención;
- e) Solución pacífica de las controversias;
- f) Intercambio económico y comercial equitativo de beneficio mutuo;
- g) Cooperación en todos los órdenes para auspiciar el desenvolvimiento de ambos pueblos.

En el fondo, se volvía a hacer hincapié en los mismos términos que se barajaron en el viaje oficial del presidente Suárez a México: igualdad jurídica, respecto a la soberanía, principio de no intervención, armonía y fraternidad en las relaciones, y cooperación en todos los campos, sin otorgar preeminencia a unos frente a otros. Al respecto, en uno de sus discursos el presidente López Portillo pronunció las siguientes palabras: "A esa España renovada vengo ahora [...]. Vengo a España como quien regresa a uno de sus orígenes, a admitir con el otro la síntesis, [a] hacer juntos, de nueva cuenta, muchas cosas, ahora por el único camino de la dignidad internacional, por el que las soluciones soberanas, por el de las soluciones, en las que suscribamos, las soberanías, propósitos claros y abiertos, rechazando toda hegemonía política o económica. El único camino de la dignidad es el que va a través de las soberanías a las soluciones superiores. En otros no creemos" [33]. En su momento, algunos analistas, como Sergio Aguayo, adujeron que lo que hizo López Portillo en España fue hacer una interpretación de la política mexicana en su "forma tradicional", esto es, regreso a la no intervención y la autodeterminación de los pueblos, a la resolución pacífica de los conflictos y al respeto mutuo entre las naciones [34].

De esa "España renovada" habló también el presidente mexicano, especialmente de la difícil coyuntura económica por la que estaba atravesando España: "Lo que fundamentalmente me ha impresionado, y esto lo pongo de relieve, es la capacidad de respuesta de los partidos políticos españoles a la crisis que se está viviendo en España [...]. No he atestiguado, pero sí he presenciado desde fuera, la forma en que tan maduramente el pluralismo español está dando respuesta a esa crisis. El acomodo de posiciones frente a la unidad del problema me parece de lo más estimulante, lo mismo que resultan de interés trascendental los términos del acuerdo nacional que cubre, por la vía política, la solución económica" [35]. A este respecto, hay que recordar que el presidente López Portillo vivió durante su visita a España los prolegómenos de la firma de los llamados Pactos de la Moncloa, que tendría lugar días después, el 27 de octubre de 1977, cuando las fuerzas políticas y sindicales españolas firmaron un documento conjunto para poner solución a la difícil crisis económica y social que venía padeciendo el país. Habida cuenta de que una economía en crisis constituye un problema político fundamental, el contenido económico de los pactos era la definición de una política económica que ajustase la economía española a la crisis restableciendo su capacidad de crecimiento [36].

El presidente López Portillo conoció en su visita esa España en transición, de cambio de régimen e incluso de confusión ante un futuro por momentos incierto [37]. Pero pasos importantes ya se habían dado para entonces, y aquella España quería arreglar su compleja situación interna y posicionarse

debidamente en el escenario internacional. Aprovechando esa sinergia era el momento de llegar a acuerdos importantes de cooperación, y, por ende, aprovechar el reencuentro entre España y México para sentar las bases de una inminente colaboración. Pero antes, y pensando en los acuerdos que se podían alcanzar en el plano económico y comercial, desde el prisma de la economía de mercado y sin renunciar al desarrollo social, resulta oportuno recordar estas palabras del presidente López Portillo pronunciadas en presencia del comité empresarial México-España: “La circunstancia de que todos los partidos políticos [españoles] hayan reconocido que la oportunidad exige vivir en una economía de mercado, entraña una grave responsabilidad para quienes se supone son o deben ser los motores de esta economía, que serán más eficientes si cumplen íntegramente sus responsabilidades: no sólo mover la economía, sino hacerlo en el sentido de lograr su mayor eficiencia en lo económico y en el desarrollo social. Si España, como México, se encuentra, por las circunstancias, en la estructura de economía de mercado, necesario es que todos los resortes respondan” [38].

De momento, la respuesta oficial ya se había dado. Haciendo un bosquejo de los logros alcanzados hay que empezar mencionando la constitución de una Comisión Mixta Intergubernamental Mexicano-Española, presidida por los responsables de las carteras de Exteriores, y varios convenios y acuerdos suscritos para el desarrollo de relaciones económico-comerciales, científicas y tecnológicas, culturales, educativas y de integración turística, con la creación de una Subcomisión para cada una de estas materias. Se concretó un convenio de apoyo financiero recíproco entre el Banco de México y el Banco de España, la primera venta de petróleo crudo mexicano a España por importe de 6 millones de dólares y se avanzó en las conversaciones sobre cooperación técnica, industrial y comercial en las áreas de aluminio, uranio y fertilizantes. Asimismo, se acordó realizar conjuntamente proyectos de preinversión para el establecimiento de empresas mixtas hispano-mexicanas en las ramas de petroquímica secundaria, bienes de capital, industria automotriz auxiliar, industria maquiladora y construcción naval.

Las bases, siguiendo el principio de indivisibilidad, no eran pocas, y el compromiso estaba ya hecho [39]. En palabras del presidente mexicano, “México puede asomarse al Occidente por el idioma español. España puede asomarse a nuestra América a través de lo característica y representativamente americano que es México, todo lo cual abre riquísimas posibilidades de todo tipo de intercambio, con lo que se enriquecerá la relación humana” [40]. La satisfacción, tras concluir la visita, era plena para ambas partes. Los dos jefes de Estado, el presidente José López Portillo y S. M. el Rey Juan Carlos I, manifestaron su beneplácito por los resultados conseguidos y el significativo avance en el acercamiento de los pueblos, “tradicionalmente unidos por la historia y la cultura”. Ambos insistieron en la necesidad de que México y España “penetren de lleno en un intercambio realista, en beneficio mutuo, en todos los campos como se manifiesta ya en los convenios y operaciones suscritos” [41].

#### **4. Conclusiones**

Tras cuatro décadas de distanciamiento oficial entre España y México, ambos países volvían a mirarse de frente y asumían el compromiso de hacer frente a un desafiante futuro restableciendo sus relaciones bilaterales y sentando las bases para el diálogo fraternal y la cooperación. La muerte del dictador Francisco Franco dio origen al ocaso del franquismo y al comienzo de una transición democrática que se consolidó definitivamente cuando la sociedad española, convocada a urnas en aquel 6 de diciembre de 1978, aprobaba unánimemente una nueva constitución democrática, la primera, y única hasta el momento, de la era posfranquista. España regresaba a la senda de la democracia y, aparentemente, desaparecían los obstáculos que hasta entonces habían condicionado las relaciones entre ambos países.

Los deseos de las partes se hicieron realidad en 1977, y en tan sólo unos meses, y gracias a los viajes oficiales de los respectivos presidentes de gobierno, el restablecimiento de las relaciones fue un hecho. Se sentaron las bases y se concretaron los principios que debían presidir cualquier proyecto conjunto. Atrás debían quedar los viejos discursos hegemónicos, y el respeto a la soberanía, así como al principio de no intervención, entre otros, debían formar parte de las nuevas reglas del juego. A partir de entonces, las relaciones hispano-mexicanas debían asegurar la continuidad, bajo un ambiente fraternal y comunitario, afrontando de manera global todos los aspectos de las mismas, sin potenciar unos aspectos



en menoscabo del resto. Fue la fase inicial del encuentro, de la retórica y del acuerdo. Todo desde entonces estaba por hacer. El desafío estaba planteado, tal y como lo desvela el siguiente fragmento firmado por José López Portillo: “Qué más quisiera yo que esta visita, que ha seguido a la que el Presidente Suárez hizo a México, sea ocasión propicia para que superemos las etapas de declaraciones y las convirtamos en acciones. En la medida en que podamos hacer de las palabras hechos, nuestra vinculación será todavía más honda, más permanente y en constante incremento” [42]. Los cimientos para levantar el edificio común entre las dos partes estaban ya echados. El diagnóstico y balance de los resultados que con el paso del tiempo se han ido registrando serán objeto de atención en otro trabajo. Por el momento, sea aquí el punto final.

## 5. Referencias

- [1] S. A. (1977): *El gobierno mexicano*. México, D. F., Departamento Editorial de la Presidencia de la República Mexicana, octubre, núm. 11, p. 103.
- [2] COLOMER, Josep M. (1998): *La transición a la democracia: el modelo español*. Barcelona, Anagrama, pp. 14 y 15.
- [3] Vid. DEL ÁGUILA, Rafael y MONTORO, Ricardo (1984): *El discurso político de la transición española*. Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas, pp. 228-34.
- [4] No está de más recordar alguno de aquellos esfuerzos que se hicieron para impulsar el proceso democratizador de España: Referéndum sobre la reforma política (15-XII-1976); Ley de Amnistía (17-III-1977); Legalización del Partido Comunista de España (9-IV-1977); Primeras elecciones generales de la era posfranquista (15-VI-1977); los Pactos económicos de la Moncloa (27-X-1977), y, por último, la aprobación en referéndum de una nueva Constitución (6-XII-1978).
- [5] POWELL, Charles (2001): *España en democracia, 1975-2000. Las claves de la profunda transformación de España*. Barcelona, Plaza & Janés, p. 130.
- [6] Vid. DEL ÁGUILA, Rafael y MONTORO, Ricardo (1984): *op. cit.*, p. 35.
- [7] DEL ARENAL, Celestino (1994): *Política exterior de España hacia Iberoamérica*. Madrid, Editorial Complutense, p. 9.
- [8] Ya desde la Guerra Civil española se fue elaborando todo un pensamiento y una acción muy determinada sobre el continente americano. La Hispanidad entendida desde una perspectiva franquista estaba integrada por cuatro fundamentos: la raza, el Imperio, los intereses económicos y la religión católica. Vid. PEREIRA, Juan Carlos y CERVANTES, Ángel (1992): *Las relaciones diplomáticas entre España y América*. Madrid, MAPFRE, pp. 49 y 50.
- [9] De este modo, y siguiendo el plan secuencial, las energías se concentraron en Europa a mediados de los años ochenta para poder dirigirse con toda intensidad hacia América a mediados de los noventa. Vid. MARCH, Juan Antonio (1996): “España y América Latina”. *Política Exterior*, n. 52, p. 160.
- [10] “Estamos atentos –continuaba la alusión de Echeverría– a la evolución de los acontecimientos en España y hacemos votos, junto con los sectores progresistas de esa nación, porque el proceso democratizador marche con mayor celeridad”. Los dos entrecorillados en S. A. (1977): *Luis Echeverría. Seis Informes de Gobierno*. México D. F., Secretaría de la Presidencia, p. 204.
- [11] ARMERO, José Mario (1989): *Política exterior de España*. Madrid, Espasa-Calpe, p. 60.
- [12] Vid. S. A. (1977): *El gobierno mexicano*. México, D. F., Departamento Editorial de la Presidencia de la República Mexicana, abril, núm. 5, p. 70.
- [13] *Ibidem*, p. 71.
- [14] *Ibidem*, pp. 75 y 76.
- [15] Las relaciones bilaterales tuvieron un especial matiz económico-financiero, completado con la importancia que siempre han tenido las vertientes cultural y educativa entre ambos estados. PEREIRA, Juan Carlos y CERVANTES, Ángel (1992): *Las relaciones diplomáticas entre España y América*. Madrid, MAPFRE, p. 265.
- [16] Vid. S. A. (1977): *op. cit.*, abril, núm. 5, p. 71.

- [17] Estos principios fueron expuestos por parte de Adolfo Suárez en un brindis de honor ofrecido por el presidente mexicano José López Portillo en la plaza de las Tres Culturas. Era el 25 de abril de 1977. *Vid. ibídem*, p. 72.
- [18] *Ibídem*, p. 76.
- [19] *Ibídem*, p. 75.
- [20] *Ibídem*, p. 69.
- [21] *Ibídem*, p. 76.
- [22] *Ibídem*, p. 75.
- [23] *Vid. S. A. (1977): op. cit.*, octubre, núm. 11, p. 54.
- [24] *Vid. ibídem*, p. 138.
- [25] Con motivo de este acontecimiento histórico, se llegó a publicar un pequeño libro bajo el significativo título *Cuatrocientos Años de Hermandad entre España y México*.
- [26] *Vid. S. A. (1977): op. cit.*, octubre, núm. 11, p. 55.
- [27] *Ibídem*, pp. 101-103.
- [28] GALVANI, Victoria (1987): *El Rey y la Comunidad Iberoamericana. La filosofía y las tesis del iberoamericanismo de España en el reinado de Juan Carlos I*. Madrid, Fundación CIPIE, p. 11.
- [29] *Vid. S. A. (1977): op. cit.*, octubre, núm. 11, p. 56.
- [30] *Idem*.
- [31] La Corona asumió un papel moderador, a la vez que se convirtió en motor del cambio. Atrás quedaron sus tradicionales funciones de aconsejar, ser informada y advertir para asumir otras, de mayor responsabilidad política, como la de ser garantía de unidad de la Nación y amparo de los derechos y libertades ciudadanas. El Rey se convirtió en símbolo de unidad, garantía del tránsito a la democracia, aval de las libertades y, por encima de todo, en el Rey de todos los españoles, en el punto de referencia para la reconciliación de las dos Españas. *Vid. DEL ÁGUILA, Rafael y MONTORO, Ricardo (1984): op. cit.*, p. 232.
- [32] *Vid. S. A. (1977): op. cit.*, octubre, núm. 11, p. 140.
- [33] En rueda de prensa, el presidente López Portillo volvió a retomar esta idea: “[...] durante siglos se acreditó que nuestras economías eran complementarias, y ahora que hemos restablecido esta relación sobre la base del respeto recíproco de soberanías, ya no sobre la estructura imperial, tenemos la responsabilidad de encontrar esas respuestas de complementariedad dentro de un propósito de equilibrio”. *Vid. ibídem*, pp. 59 y 69, respectivamente.
- [34] AGUAYO, Sergio (1979): “México y España: Evaluación de un viaje presidencial”. En *Lecturas de política exterior mexicana*. México, D. F., El Colegio de México, p. 430.
- [35] *Vid. S. A. (1977): op. cit.*, octubre, núm. 11, p. 67.
- [36] Como señaló Fuentes Quintana, “los pactos políticos de la Moncloa añadieron una lección trascendente que no convendría olvidar en una democracia: la eficacia –y la necesidad– del pacto político basado en el consenso, para enfrentar a la sociedad con sus más graves problemas (como fue la crisis económica en 1977 y como pueden serlo otras ocasiones hoy)”. FUENTES QUINTANA, Enrique (1990): “De los Pactos de la Moncloa a la Constitución (julio 1977-diciembre 1978)”. En GARCÍA DELGADO, José Luis (Dir.): *Economía española de la transición y la democracia*. Madrid, Centro Superior de Investigaciones Científicas, pp. 29 y 34.
- [37] Sobre este momento, López Portillo dijo en Sevilla, tras ser nombrado Hijo Adoptivo de esta ciudad, lo siguiente: “El derecho del pueblo, siempre en el trasfondo de la política, como esencia de una democracia, que ahora se reencuentra y que se vive, a mi modo de ver, en un esfuerzo ejemplar que deseo fervientemente sea exitoso para que nos volvamos a sentir orgullosos de la España presente y de la España del futuro”. *S. A. (1977): op. cit.*, octubre, núm. 11, p. 109.
- [38] *Ibídem*, pp. 91 y 92.
- [39] Sobre la importancia de las relaciones hispano-mexicanas después de 1977, y sobre el controvertido reto de crear un puente, no sólo entre dos países, sino entre Europa y América, ya tuve la ocasión de escribir unas páginas en SOLA AYAPE, Carlos (2002): “Las relaciones bilaterales entre México y España: hacia la formación de un puente entre dos mundos”. En *Cruzando Fronteras en América Latina. Tercer Congreso Europeo de Latinoamericanistas*,

Amsterdam, 3-6 de julio de 2002 (el texto de la ponencia quedó recogido en su totalidad en el CD del evento).

[40] *Vid.* S. A. (1977): *op. cit.*, octubre, núm. 11, pp. 136 y 137.

[41] *Ibidem*, p. 141.

[42] *Ibidem*, p. 73.

## **TOMA DE DECISIÓN EN POLÍTICA EXTERIOR DE MÉXICO: EL CASO DE LA CERTIFICACIÓN (1994-2000)**

El estudio se divide de la siguiente manera:

En una primera parte se explica el planteamiento del problema y se trabaja una propuesta teórica con la que se analiza un marco de formulación de política exterior acorde a la realidad histórica mexicana. Por otra parte, se termina este apartado con el desarrollo general del problema.

En un segundo apartado, se buscó hacer la aplicación teórica presentada en el primer apartado, a casos específicos de la agenda de política exterior. El tema de nuestro estudio es el del proceso de Certificación. El estudio de este caso se hará de la siguiente manera:

Se consideraron a los distintos actores partícipes en los procesos de decisión. En segundo lugar, se buscó conocer los elementos de estabilidad necesarios para que la política exterior pueda mantener su rumbo. Lo que significa una política congruente y sin necesidad de cambiar ante acontecimientos internacionales. Además, se estudió también la situación contraria. Esto quiere decir que se estudiaron las variables que determinan la necesidad de transformaciones dentro de los procesos de toma de decisión hacia afuera.

Es importante plantear los siguientes puntos de reflexión que aquí se desarrollaron:

En primer lugar, saber si es o no posible lograr y mantener un equilibrio entre los intereses nacionales y los costos y/o beneficios de pertenecer a la dinámica internacional. Además, conocer si es factible la construcción de una nueva política exterior con otras estrategias de negociación. En este sentido fue importante conocer las variables internas y externas que definen a la formulación de la política exterior. Por su parte, se buscó entender el vínculo que se presenta entre ambas variables y se definieron los actores que participaron en la formulación de política. Se analizó qué tan conveniente es diseñar márgenes de negociación específicos y acuerdos a los intereses nacionales. También se estudió qué tan factible es continuar con la instrumentación de decisiones unilaterales. Lo anterior, especialmente en un mundo globalizado como el actual, en el que los niveles de autonomía en la formulación de política exterior son

cada vez más difíciles.<sup>1</sup> Finalmente, fué importante conocer las razones por las que se cuestiona el uso de los principios tradicionales de política exterior. Sobre todo, por parte de quienes ejecutan la política, es decir, funcionarios tanto pragmáticos como tradicionalistas. Se buscó, sobre todo, conocer los actores que tomaron parte en el proceso de formulación de política. Nos acercaremos también a la prioridad de los temas en la agenda de política exterior de México.

---

<sup>1</sup> Vale la pena aquí, retomar el concepto de “soberanía” presentado por Kenneth Waltz, en su libro de “Teoría de la Política Internacional”, ed. GEL, 1988, p.143:

“Pero la soberanía es también un concepto fastidioso. El error es identificar la soberanía de los Estados con su capacidad de hacer lo que deseen. Decir que los Estados son soberanos no implica que puedan hacer lo que se les antoje. Los Estados soberanos pueden estar muy presionados y verse obligados a actuar de maneras que preferirían evitar, y ser incapaces de hacer casi nada de lo que desean. La soberanía de los Estados jamás ha implicado que estén aislados de los efectos ejercidos por las acciones de otros Estados.

**Ser soberanos y ser dependiente no son situaciones contradictorias.**

Decir que un Estado es soberano, significa que decide por sí solo cuál es la forma de enfrentarse con sus problemas internos y externos, incluyendo la de buscar o no la ayuda de otros, y al hacerlo limita su libertad estableciendo compromisos con ellos.

Decir que los Estados soberanos están siempre constreñidos no es más contradictorio que afirmar que los individuos libres con frecuencia toman decisiones bajo la presión de los acontecimientos.”

**COMUNICACIÓN Y OPERACIONES POLÍTICAS EN MÉXICO HOY: ENTRE LO OBSOLETO Y LO ACTUAL** Juan Wolfgang Cruz Rivero, Depto. de Humanidades, Campus Estado de México, ITESM

La idea es partir de dos enfoques teóricos -perspectiva crítica (Habermas) y perspectiva sistémica (Luhmann)- para ensayar posibilidades de interpretación de los procesos políticos que configuran lo que se ha dado en llamar "la transición en México hacia la democracia". El texto a presentar analiza los elementos teórico conceptuales de las propuestas politológicas mencionadas en términos de plantear las consecuencias prácticas que se derivan de una y otra. En este sentido se propondrán una serie de reflexiones entorno a las expectativas que recorren el circuito de la comunicación política y que nos permitan evaluar qué tan "infladas" puedan estar. En la parte final se ensayan las ofertas teóricas con referencia en el caso mexicano indicando que en la comunicación política que predomina subyacen un conjunto de presupuestos teóricos que no corresponden ya con los cambios que emblemizan a la sociedad moderna, y de ahí el alto grado de expectativas que recorren el circuito de la comunicación política.

**IN THE SHADOW OF THE UNITED STATES: REGIME TRANSITION AND REGIONAL ORDER IN THE LATIN CARIBBEAN. IN THE SHADOW OF THE UNITED STATES: REGIME TRANSITION AND REGIONAL ORDER IN THE LATIN CARIBBEAN.** Dr. Giancarlo Soler Torrijos, Profesor del Departamento de Estudios Sociales y Relaciones Internacionales, ITESM Campus Estado de México, gsoler@campus.cem.itesm.mx

Latin Caribbean nations other than Cuba underwent democratic transitions and are now far advanced in the course toward consolidation. However, the comparative literature on democratisation does not provide insights to understand why they were late by Latin American and world standards. Relying on both comparative political and international relations perspectives, this paper provides a comprehensive answer to this question by arguing that different geo-strategic conditions account for this atypical trajectory. In particular, this paper examines the following comparative hypothesis. First, that the exercise of US power distorted regime transitions, without being sufficient to determine outcomes. Second, domestic actors altered their calculations and strategies to take into account the likely reactions of the hegemon. Third, the set of domestic-international interactions propelling each regime transition is also conditioned by the broader regional order and by the sequence of political events in neighbouring countries. Three case studies were reviewed to test these propositions. One is the Dominican Republic from the Trujillo regime's last years (1956-61) to the 1966 elections. The second is Nicaragua from the last years of the Somozas' dynastic dictatorship (1973-1979) to the 1990 elections. The third covers the Torrijos regime (1968-1978) and the evolution of Panamanian politics until the immediate aftermath of the US military intervention in 1989.

## **El Estado de la Corrupción Gobierno-Empresas en México**

La construcción de un mejor futuro para la sociedad mexicana en los próximos lustros implica la resolución de un gran número de problemas sociales, económicos y políticos. Sin lugar a dudas, los principales retos de nuestra sociedad se centran en los principios de democracia, justicia, equidad, participación, transparencia y responsabilidad. Estos principios son trastocados por uno de los problemas más serios que afectan al país: la corrupción.

A pesar de que la corrupción involucra principalmente al sector público, este fenómeno no es exclusivamente su responsabilidad. La sociedad civil y el sector privado también gravitan alrededor del problema de la corrupción gubernamental y, por lo tanto, son parte insoslayable de las soluciones para prevenirla y desarticularla. La investigación y documentación sobre los problemas de corrupción constituye un mecanismo fundamental para promover la honestidad y la rendición de cuenta de los funcionarios públicos, los ciudadanos y los empresarios.

El objetivo central de este trabajo de investigación es presentar un breve panorama sobre el estado de la corrupción entre los sectores público y privado en México. Esta labor ha sido posible gracias a la información recabada por la Encuesta de Gobernabilidad y Desarrollo Empresarial (EGDE), en una muestra nacional de 3,985 empresas privadas. Los datos de la EGDE resumen las experiencias y percepciones de las empresas en relación con la corrupción entre el gobierno y las empresas, así como sobre otras problemáticas que afectan la gobernabilidad y el entorno productivo del país.

La corrupción es un fenómeno cuya naturaleza es difícil de penetrar, por lo que su desarticulación requiere de un proceso continuo de participación, análisis y discusión de los diversos sectores de la sociedad. Los resultados de esta investigación podrán contribuir a este proceso, al constituirse en punto de partida para una mayor profundización de la investigación, el diseño de políticas y el incremento del debate público sobre el tema en el país.



# **LA TEORÍA DE LOS CUERPOS INTERMEDIOS EN LA DERECHA TRADICIONALISTA**

Por José Luis Espíndola Castro. Departamento de Humanidades DACS. Campus Cuernavaca

El artículo tiene como finalidad establecer cómo las ideologías que nacen a finales del siglo XIX influyen en la construcción de la teoría de los cuerpos intermedios como una tercera vía tradicional católica entre el socialismo y el capitalismo. Se analiza brevemente cómo esta teoría adopta las formas ideológicas de su tiempo. Así, si bien las ideologías imitan lo religioso, a su vez lo religiosos adopta formas ideológicas seculares. Plantea también de paso, el problema de la separación de Iglesia- Estado desde el punto de vista de los seculares católicos en el origen del movimiento cristero y también la discusión entre las posturas ideológicas tradicionales y el capitalismo actual.

## Los Conflictos del Siglo XXI: Mitos y Ritos, Realidades y Verdades

Monica Gonzalez (Ph. D.)

Los conflictos del siglo XXI se caracterizan no sólo por su irracionalidad estratégico-militar (destrucción de Budas o bibliotecas), sino crueldad humana: sus muertos son 90% población civil; generan miles de refugiados; diversos intentos por resolverlos; y un número cada vez más grande de operaciones de paz. A pesar de la alarma general, cada día incrementan en número y escala de agresión.

Estos conflictos “étnicos”, son vistos de una forma reduccionista que no ayuda a explicar su complejidad. Los conflictos intra-estatales se integran por diferentes grados de racismo, etnicidad, religión, historia, intereses económicos, demandas políticas influencia externa, y motivaciones geo-estratégica entre otros aspectos. Estas consideraciones son abordadas a partir de cuatro perspectivas.

**El Mito.** Iniciando con leyendas épicas (héroes, líderes o guerreros), no con pueblos o culturas (que integran civilizaciones), el mito se convierte en auto-justificación que parte del *alter*, el enemigo, desarrollando estereotipos despectivos (dualistas), que simplifican los hechos (y se justifican frente a pueblos ignorantes). En este reduccionismo ideológico, la humanidad se divide en dos: buenos y malos.

**En el rito.** A pesar de que la comunidad internacional ha avanzado de Clausewitz y la Guerra Fría, al *Nuevo Orden Mundial*, persiste el deseo de la guerra. El complejo militar-industrial, empresas, líderes, miembros del Consejo de Seguridad de la ONU, medios de comunicación y opinión pública *globalizada*, tienen cada uno un interés específico. Negociadores militares, representantes de gobiernos, pretenden dar una solución *neutral*. La doble cara cumple con un ritual precedido de una sonámbula opinión pública.

**La realidad.** Los filósofos distinguen entre realidad (hechos) y verdad (percepciones). La *comunidad internacional* ignora ciertos conflictos (algunos más violentos), mientras las políticas internacionales y los medios de comunicación centra la lupa en regiones específicas. Los conflictos son creados (internacionalizados), son oportunidades. Las imprecisiones en las leyes internacionales colaboran.

**La verdad.** ¿Son los derechos humanos sólo válidos para algunos? Tras de los conflictos, ninguna organización internacional o gobierno se encuentran genuinamente interesados en la paz o democracia. La resolución de Irak, los kurdos iraquíes, Kosovo, el problema árabe-israelí y la guerra de Afganistán son algunos ejemplos. Los centros de poder económico y político no son altruistas, tienen intereses. La guerra, reconstrucción e influencia en ciertas regiones del mundo son un buen negocio, refuerzan la popularidad de los líderes, la cohesión nacional, desarrollan la economía y la percepción despectiva del *alter*.

**ETNICIDAD Y ESTADO-NACIÓN EN LA ARGENTINA CONTEMPORÁNEA. SOBRE LOS VASCOS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.** Ignacio Irazuzta. Profesor visitante. Departamento de Relaciones Internacionales. Campus de Monterrey ITESM.

Desde hace aproximadamente dos décadas han proliferado en Argentina algunos trabajos que retoman la categorización étnica para nominar y caracterizar lo que tradicionalmente fueron “grupos de inmigrantes”, las “colectividades”. La apuesta implica cierta ruptura con las ideologías asimilacionistas, significativamente hegemónicas en el país a partir de una tradición sociológica enraizada en el discurso local del crisol de razas, a la vez que reedita la hipótesis de la estrecha relación de las ciencias sociales con el proceso de construcción de los estados nacionales. Como alternativa a estos enfoques proverbiales, el trabajo que propongo pretende centrarse en una revisión de las nuevas posturas “eticistas”, inspiradas en los postulados barthianos, alternativos al discurso de un proceso étnico cerrado, detenido en la constatación de una integración exitosa de los inmigrantes a la sociedad receptora. Sobre los antecedentes de la prolífica literatura de los estudios culturales, se pondrá especial énfasis en el actual proceso de mundialización, como tendencia que impulsa flujos globales capitales y de sentido, conformando así nuevos imaginarios sociales que contribuyen a la redefinición étnica de los grupos en cuestión. La misma insinúa el fenómeno de la reterritorialización de la identidad, desafiando los tradicionales patrones de objetivación de la pertenencia étnica y creando unas “identidades híbridas” que sugieren nuevas pistas para pensar en las tesis sobre la ubicuidad de lo político en las sociedades contemporáneas. La ponencia explora algunos antecedentes históricos de la colectividad vasca de la ciudad de Buenos Aires y presenta algunos de los resultados de investigación que proveen la base sociológica para redefinir el concepto de etnicidad.

## COALICIONES DE GOBIERNO Y PRODUCCIÓN LEGISLATIVA EN ARGENTINA Y EN URUGUAY ENTRE 1983Y 2000

En este trabajo, centraremos la atención en las relaciones existentes entre la conformación de Poder Ejecutivo, sus relaciones con el Congreso y la incidencia de las mismas sobre la producción legislativa. Esto es, la labor del Parlamento en la producción de normas y, eventualmente, la capacidad del Ejecutivo para implementar su agenda de gobierno. A partir de una serie de indicadores, nos aproximaremos a los casos empíricos de Argentina y Uruguay con la finalidad de analizar cómo se resolvieron en cada uno de estos países las cuestiones planteadas.

### 1. MODELOS DE PRESIDENCIALISMO

A mediados de la década de los ochenta, cuando algunos países (especialmente en Latinoamérica) estaban transitando (o comenzaban a hacerlo) lo que Huntington (1992: 579 y ss.) dio en llamar la “tercera ola” de transiciones hacia la democracia, surgió un intenso debate académico en torno de las ventajas o inconvenientes que el sistema presidencialista podía presentar en dichos procesos. En tanto que muchos de estos países habían adoptado dicha forma de gobierno, la cuestión generó repercusión inmediata entre los estudiosos. En ese contexto, sin ninguna duda, ocupó un lugar destacado el trabajo pionero de Linz (1985), dada su capacidad para señalar algunas cuestiones medulares inherentes a este tipo de sistema de gobierno<sup>1</sup>, el que a

---

<sup>1</sup> Entre las críticas principales que éste estudioso ha realizado al presidencialismo, se cuentan:

- En primer lugar, la de establecer una legitimidad dual entre el presidente y el Congreso, la que en uno y otro caso emana del mismo referente: el electorado. Esto crea un problema prácticamente insoluble ya que en caso de generarse fricciones entre ambos órganos: ¿quién ejerce en mayor medida la representación del electorado? ¿Cuál debe primar sobre el otro?
- En segundo lugar, y relacionado con el anterior, en caso que uno y otro respondan a distintas mayorías partidistas, se plantea la posibilidad de que se establezca un conflicto entre ambos, el que puede derivar en un bloqueo institucional. El diseño constitucional no suele darnos soluciones alternativas para la resolución de este conflicto.
- En tercer lugar, al establecer un período de gobierno rígido (por un lapso fijo y predeterminado) para el presidente, el que resulta “inflexible” frente a la composición y los cambios de las mayorías parlamentarias, se podrá agudizar el conflicto entre ambas instituciones, cuando responden a mayorías diferentes. De esta manera, el presidente podría verse tentado de responder directamente al electorado que lo votó, desatendiendo al parlamento y a los partidos de oposición en él representados.
- En cuarto lugar, al establecer un premio único (la presidencia), se podrían polarizar las elecciones presidenciales de manera peligrosa. Incluso se otorgaría poder de negociación y veto a partidos pequeños, ideológicamente polarizados. Los mismos resultarían ser, llegado el caso, numéricamente necesarios para la construcción de mayorías gubernativas.
- En quinto lugar, poseer legitimidad electoral propia tendería a generar en el presidente el sentimiento de ser el depositario del mandato popular, poseyendo un poder independiente de la mayoría parlamentaria, el que le permitiría “desatender” a la oposición, al tiempo que identificaría a sus electores con la totalidad de la Nación.
- Finalmente, el sistema presidencial constituye un “juego de suma cero”, esto es, un sistema donde quién gana se lleva todo y quién pierde, debe esperar hasta las próximas elecciones. Esto genera, a su vez, importantes consecuencias sobre el “estilo” político del liderazgo ejercido por el presidente. “Quizás la consecuencia más importante del

generó a su vez una importante cantidad de respuestas y comentarios<sup>2</sup>. A partir de tan importante discusión, fue posible detectar un hecho fundamental: así como el sistema parlamentario ha dado lugar en la práctica a diferentes “parlamentarismos”<sup>3</sup>, según las características de los distintos casos nacionales. De igual manera, lo que denominamos “presidencialismo”, en realidad consiste en una multiplicidad de variantes históricas y geográficas. Más allá del hecho que todas ellas aluden a un “núcleo común” de elementos (los que integran la definición mínima propuesta anteriormente), las “variantes” que éste sistema ha asumido en la práctica, pueden llegar a diferir notablemente unas de otras.

El sistema presidencialista, aplicado en Latinoamérica, ha generado ciertamente una multiplicidad de variantes, las que se diferencian, en primer lugar, por el diseño institucional que las define: las facultades otorgadas al presidente, la posibilidad de su reelección directa, o la imposibilidad de la misma, los mecanismos de control establecidos entre los diversos órganos de gobierno, las relaciones con el Legislativo, etcétera. A éstos se suma la importante influencia que puede llegar a ejercer algunas variables contextuales, tales como el sistema de partidos, el sistema electoral estrechamente relacionado con aquel y las tradiciones de la cultura política. Todo ello configura el marco dentro del cual se habrán de desarrollar distintos estilos de liderazgos, adoptando distintas estrategias de decisión. Como ya mencionamos, lo que llamamos genéricamente presidencialismo consiste en una realidad compleja y diversa: ni son todos los sistemas presidencialistas iguales, ni se comportan de la misma manera. Más aún, las variaciones dentro del presidencialismo son tan importantes (quizás incluso más importantes) como las variaciones dentro del tipo parlamentario (Mainwaring y Shugart, 1994: 408). En este sentido, cabe destacar que,

---

presidencialismo es que introduce un fuerte elemento del juego “suma cero” en la política democrática a través de reglas que producen resultados electorales en los cuales el “ganador se lleva todo”. La elección en el sistema parlamentario puede llegar a producir una mayoría absoluta para un partido en particular, pero más frecuentemente le otorga representación a una cantidad de partidos, quizás uno con mayor proporción que otros, pero con los cuáles de todas maneras se hace necesario negociar y repartir el poder para sostener a un Primer Ministro o tolerar un gobierno de minoría. Esto significa que el Jefe de Gobierno estará mucho más al tanto de las demandas de los diferentes grupos y más preocupado para retener su apoyo, por ende los distintos partidos no pierden sus expectativas de tener parte del poder, ejercer el control y tener la oportunidad de obtener beneficios para los que los apoyan. La sensación de tener un poder independiente, mandato del pueblo, independencia durante el período correspondiente, sustentando el cargo sin que puedan retirarle el apoyo, incluyendo el de los miembros de la coalición que lo eligiera, da al presidente un sentido de misión a cumplir y de poder que contrasta con el peso real del porcentaje que lo eligió.” (Linz, 1988: 26-27)

Lo señalado provocaría, como resultado, una mayor inestabilidad del régimen político en aquellos países con democracias presidenciales, razón por la cual, Linz aconseja la opción parlamentaria.

<sup>2</sup> En el debate comentado se produjeron importantes puntos de acuerdo en torno a cuestiones tales como la rigidez del mandato presidencial, el juego de suma cero (aunque este elemento sea compartido por las democracias parlamentarias de tipo mayoritarias) y la legitimidad dual (Lijphart, 1994: 148; Mainwaring y Shugart, 1994: 397-418; Stepan y Skach, 1994: 203; Przeworski, 1991: 58; Przeworski, Álvarez, Cheibub y Limongi, 1996: 74-77). Sin embargo, también se generaron desacuerdos frente a algunas de las observaciones formuladas por Linz. Algunas de ellas de índole metodológica, por realizar argumentaciones a contrario, recurrir a “espejismos” estadísticos para sostener las supuestas ventajas e inconvenientes de uno y otro sistema y comparar tipos reales (los presidencialismos en América Latina) con tipos ideales (el parlamentarismo para

Los modos de gobierno no dependen de una sola dimensión. Se deben a una trama de ligamentos, con reglas escritas y reglas no escritas, en las que intervienen también de manera decisiva, las normas electorales y la naturaleza del sistema de partidos, así como la legalidad de las tradiciones y de los rasgos de cultura, la dinámica de poderes sociales y regionales, los estilos de liderazgo y el formato de la competencia política, en la textura histórica de larga duración y con los cambios impuestos por las circunstancias. Las características fundamentales del presidencialismo actúan en el seno de sistemas complejos, con estructuras específicas y diversas, según sea la articulación de los factores mencionados y los movimientos de coyuntura. Por lo cual, la misma especie da lugar a distintos tipos de régimen y a variaciones dentro de un mismo cuadro. (Lanzaro, 1998: 196)

Indudablemente las competencias asignadas al Ejecutivo, su estructura y los controles a los que está sometido constituyen un primer punto para acercarse al estudio de los sistemas presidencialistas, el cual puede ser complementado y enriquecido, entre otros, con la consideración del sistema de partidos y el régimen electoral. En este sentido, una de las clasificaciones más importantes que cabe realizar entre dichos sistemas, es la que distingue entre presidencialismos con gobiernos monocolors, mayoritarios o cuasi mayoritarios y presidencialismos con gobiernos de cooperación entre partidos, o más aún, de coalición. Vale decir, supone una diferencia de consideración que el presidente y sus ministros pertenezcan todos a un mismo partido o que el presidente haya debido negociar, cuando no directamente repartir los cargos del gabinete entre figuras de distintos partidos (incluyendo al suyo propio), a fin de conseguir el respaldo necesario a su gestión de gobierno. Ésta distinción, basada en los *formatos* del sistema de partidos y electoral, se ve acompañada por una *mecánica* particular signada, en el primer caso, por pautas de intervención política y legislativa “decisionistas”<sup>4</sup>, facultades gubernamentales amplias y discrecionales (hiper-presidencialismo)<sup>5</sup>, estilo de liderazgo político con pretensión hegemónica, no sólo en relación con la sociedad sino incluso con los otros partidos<sup>6</sup>. Este tipo de presidencialismo se sitúa muchas veces en las fronteras de la legalidad (y en alguna ocasión llega a transgredirla), pero sin “salirse” del marco de la poliarquía (Lanzaro, 1998: 198).

Frente al anterior, encontramos un presidencialismo más “moderado” en su desempeño, el que en razón de su sistema de partidos, de las reglas electorales y del diseño institucional, funciona de manera controlada basándose en el compromiso y la negociación política (Lanzaro, 1998: 198). Incluso llegando, en determinadas ocasiones, a conformar coaliciones de gobierno.

---

<sup>3</sup> Loewenstein distingue al menos, cinco formas “empíricas” de parlamentarismo: “clásica”, típica de la III y IV República Francesa; “Híbrido”, propio de Weimar; “Frenado”, de la V República Francesa; “Controlado”, propio de la República Federal Alemana; “De Gabinete”, propio de Gran Bretaña. Ver Loewenstein, 1964: 89-145.

<sup>4</sup> Sobre el tema del decretismo, ver entre otros, O'Donnell (1997a: 287-304); Weffort (1993: 279-291); Haggard y Kaufman (1995: 339); Ferreira Rubio y Goretti (1996: 443-474).

<sup>5</sup> Ver especialmente Nino (1992: 19-79). De este autor se ha tomado la expresión hiper presidencialismo.

Aquí puede plantearse una dinámica adversativa, de bloqueos y confrontaciones, sin salida o con desembocaduras críticas. Puede dibujarse un cuadro de presidencialismo “duro” o “reforzado”, que para evitar los “puntos muertos”, concentra potestades en la jefatura de gobierno. Pero puede igualmente respetarse la geometría de los equilibrios institucionales y el abanico de opiniones, mediante una conjunción de voluntades en las que pese plenamente la pluralidad de poderes y la pluralidad de representaciones políticas y se tengan en cuenta las diferencias acentuadas en las cámaras legislativas, lo cual reclama por tanto esfuerzos de compromiso, alianzas y coaliciones. (Lanzaro, 1998: 195)

En la raíz de esta distinción se halla una tipología sumamente difundida: la realizada por Lijphart (1977, 1984, 1999) respecto de los modelos de democracia mayoritarios y de consenso. Las primeras resultan propias de los contextos sociales homogéneos (como el Reino Unido y Australia) mientras que las segundas tienen a sus referentes empíricos más destacados en sociedades plurales y/o fragmentadas, desde el punto de vista político, social, religioso, étnico, lingüístico o cultural (como Bélgica o Suiza). Las características centrales que definen a ambos modelos, que se agrupan en torno a dos dimensiones son (Lijphart, 1984):

#### A- DIMENSIÓN PARTIDO - EJECUTIVO:

- 1- Gobiernos de un sólo partido, frente a amplias coaliciones
- 2- Dominio del ejecutivo, frente a equilibrio entre ejecutivo y legislativo
- 3- Sistemas bipartidistas, frente a multipartidismos
- 4- Competencia política unidimensional, frente a competencia multidimensional
- 5- Sistemas electorales mayoritarios, frente a sistemas de representación proporcional

#### B- DIMENSIÓN FEDERAL - UNITARIA:

- 6- Gobierno unitario y centralizado, frente a gobierno federal y descentralizado
- 7- Parlamentos unicamerales, frente a parlamentos con bicameralismo equilibrado
- 8- Constituciones no escritas, frente a constituciones escritas y rígidas

En cada elemento de la lista, la característica mayoritaria precede a la consensual<sup>7</sup>. Lijphart sostiene que las cinco características de la primera dimensión, al estar relacionadas con el poder

<sup>6</sup> Ver especialmente Grossi y Gritti (1989: ).

<sup>7</sup> En la última versión de estos modelos de democracia dada a conocer por Lijphart en 1999, se introdujeron algunas modificaciones respecto a la versión de 1984 (a la que aluden los autores aquí citados por motivos meramente temporales) y sobre la que se basan las observaciones de Lanzaro. Dichas modificaciones no alteran los modelos originales, antes bien, los perfeccionan. Las nueve variables originales se transformaron en diez. Es decir, quitó del modelo original a las dimensiones de competencia entre partidos (a la que incluyó dentro del sistema partidario) y la cuestión de los mecanismos de democracia semidirecta. Incluyó, en cambio, el sistema de grupos de interés (en las democracias mayoritarias los grupos son múltiples y plurales, en las democracias de consenso el sistema de grupos es corporativo), el sistema de revisión judicial (en las democracias mayoritarias es débil, en las de consenso es importante, para garantizar que no se violen los derechos, en especial, de las minorías) y los Bancos Centrales (en la democracia de mayoría no son autónomos, en las de consenso tienen amplia autonomía). Ver Lijphart (1999).

ejecutivo y los partidos políticos, se ven afectadas por el presidencialismo, fundamentalmente con una inclinación hacia los gobiernos de índole mayoritaria (Lijphart, 1994: 155). En éste panorama destaca la segunda característica, puesto que la separación formal de poderes entre Ejecutivo y Legislativo que establece el presidencialismo estaría más en consonancia con el modelo de consenso que con el mayoritario. Pero este hecho puede ser atemperado, e incluso desvirtuado, por las demás características puesto que, al considerar al resto de las mismas -1 a 5- (las de la dimensión unitaria / federal no parecen relacionarse tan estrechamente con el sistema de gobierno), vemos que el presidencialismo “invariablemente significa más mayoritarismo y menos probabilidades de política consensual”. Más aún, el presidencialismo asegura la concentración del poder Ejecutivo en el extremo mayoritario del espectro: el poder está focalizado no ya en un partido, sino en una persona. Por ello resulta tan difícil que en un sistema presidencial el Ejecutivo sea compartido. Dicho en otros términos, éste sistema no facilita (o en todo caso, lo hace pero en menor medida) la formación de acuerdos y pactos de gobierno (Lijphart, 1994: 156-157).

En cuanto al sistema de partidos, la presidencia constituye el premio mayor (lo suficientemente importante, dicho sea) al que sólo los grandes partidos pueden acceder. Esto induce al sistema en dirección al bipartidismo, en lugar de al multipartidismo. El sistema electoral y el espacio en que compiten los partidos están estrechamente relacionados con ésta cuestión (Lijphart, 1994: 157-159). Por todo ello, la conclusión que establece el autor es clara:

Mi conclusión puede resumirse en tres palabras: presidencialismo implica mayoritarismo.  
(Lijphart, 1994: 162)

Ahora bien, ¿qué ocurre si tal como sugiere Lanzaro un sistema presidencialista se combina con características de consenso? ¿Qué ocurre si contrariamente a lo que según el propio Lijphart cabría esperar el presidencialismo, tiene lugar en un contexto signado por elementos de consensos?

Responder estos interrogantes nos enfrenta con la consideración de algunas cuestiones tales como el propio diseño institucional presidencialista (a fin de establecer si sus distintas variantes ejercen el mismo tipo de efectos sobre los actores políticos), el sistema de partidos y la competencia partidista; el sistema electoral, la constitución del gobierno (de un partido o de coalición). Finalmente y relacionado con la última cuestión, cómo opera la mecánica de construcción y mantenimiento de las coaliciones en un presidencialismo (ya que, *a priori*, debería resultar más compleja). Aunque todos los puntos señalados son importantes, el último lo es especialmente.

En efecto, mientras que sobre el presidencialismo, los sistemas de partidos y los sistemas electorales, se ha escrito en extenso, no ocurre lo mismo con el tema de la construcción, la dinámica y la duración de los gobiernos de coalición en sistemas presidencialistas. Ésta problemática ha sido profundamente estudiada bajo sistemas parlamentarios, pero no así en los



presidenciales (Deheza, 1998: 151). Esto se debe, entre otras cuestiones, a dos hechos fundamentales. En primer lugar, en los sistemas presidenciales no se requiere la confianza parlamentaria para construir gobierno, lo que significa que las coaliciones no son institucionalmente necesarias. El apoyo fundamental, en este caso, no deriva del parlamento sino que está dado por el voto del pueblo al candidato elegido. Incluso, sin contar con mayorías parlamentarias propias, un presidente obtiene el ejercicio del cargo por un periodo determinado, sin que nadie pueda discutirle su derecho a ejercerlo. Aún, frente a sistemáticos bloqueos por parte de la mayoría opositora en el parlamento (Linz, 1988: 26-43).

La segunda cuestión reside en la creencia, muy extendida ciertamente, respecto a que el presidencialismo no es conducente a la cooperación política. El eje de éste tipo de argumentación, como se recordará, es que dada la naturaleza de juego de “suma cero” del sistema presidencial, no facilita la colaboración entre partidos y fracciones partidarias. Más aún, el premio, además de excluyente resulta indivisible. Sin embargo éste argumento no puede ser generalizado sin mayores consideraciones. Efectivamente, aunque no es la pauta habitual que ello ocurra, existen sistemas presidenciales en los que el presidente encabeza una coalición gubernativa. Uruguay, desde 1989, es un buen ejemplo de ello (por oposición, Argentina parece acercarse al modelo mayoritario).

Ciertamente, bajo regímenes presidenciales, algunas de las reglas que rigen la formación de las coaliciones parecen cambiar ya que, excepto en circunstancias críticas tales como un quiebre del régimen o un juicio político, el presidente ocupará su cargo durante un período fijo establecido de antemano en la constitución y que no depende del voto de confianza parlamentario. En segundo lugar, el presidente casi siempre es quien forma la coalición. Esto es así porque a) tiene la legitimidad que deriva de su elección directa, b) su elección le otorga un poder, el que es independiente de los resultados y negociaciones para la formación de coaliciones y c) la constitución le otorga el poder de vetar la legislación (Altman, 1999: 3). A esto debemos agregar que, como se mencionó entre las notas distintivas del sistema, el presidente es el encargado de encabezar el gobierno que él mismo ha nombrado. En este sentido,

Es sumamente difícil, si no imposible, para coalición alguna, poder gobernar, en un sentido eficaz, sin el apoyo del presidente. Por lo tanto, la mayoría de los actores lo presumen como socio necesario de la coalición, y su papel de *pivote* tiende a darle la iniciativa en las negociaciones para formar las coaliciones y la opción de escoger a los jugadores que entrarán o saldrán de la coalición. En general, pero no siempre, el presidente es miembro de un partido político que será parte de la coalición. (Altman, 1999: 3)

Todo esto hace que los incentivos para formar y mantener coaliciones de gobierno sean bastantes diferentes en un sistema presidencial, por lo que deberemos prestar al tema una atención especial.

En relación con esta cuestión, Deheza (1998) ha realizado un importante estudio comparativo que arroja datos que pueden ayudarnos a apreciar en su justa medida los términos de la dicha temática. A partir de la consideración de nueve países latinoamericanos (Argentina,

Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela)<sup>8</sup>, entre 1958 y 1994, descartando las experiencias militares, los resultados del trabajo son sumamente interesantes. La autora propone la siguiente distinción, sobre la base de dos criterios complementarios: según la *composición partidista*, los gobiernos pueden ser de un solo partido o de coalición, según el *porcentaje de votos favorables que poseen en la Cámara de Diputados*, pueden ser mayoritarios (igual o más del 50% de los votos), o minoritarios (menos del 50% de los votos). Se consideran gobiernos de coalición a aquellos surgidos de un acuerdo entre el presidente y otros partidos distintos del suyo, los cuales pasan a integrar el Ejecutivo. Es decir, no se han considerado como coaliciones ni a la cooptación de figuras individuales al margen o aisladas de sus partidos, ni a los acuerdos meramente legislativos (Deheza, 1998: 152-156). Según éstas variables, tenemos cuatro tipo de gobiernos posibles:

- 1- Gobierno Monocolor Mayoritario: de un solo partido que posee al menos el 50% de los votos de la Cámara de Diputados.
- 2- Gobierno Monocolor de Minoría: de un solo partido con menos del 50% de los votos en la Cámara.
- 3- Gobierno de Coalición Mayoritaria: a su vez se divide en dos categorías, a) Gobierno de Coalición Mínima Ganadora que cuenta con el 50% de los votos de la Cámara, lo que lo hace particularmente susceptible a cualquier tipo de cambio, indisciplina o fraccionalismo partidario; b) Gobiernos de Coalición Mayoritaria, que cuenta con, al menos el 65% de los votos, lo que los hace menos vulnerable.
- 4- Gobierno de Coalición de Minoría.

Cabe aclarar que se toma en cuenta a la Cámara de Diputados porque en los países considerados tiene más poder que el Senado y sus miembros son elegidos por representación proporcional, lo que la hace más representativa que a la segunda Cámara (Deheza, 1998: 152-153).

De acuerdo a estos criterios, tenemos que en las nueve democracias consideradas se dieron 123 gobiernos. Entre ellos, 48 han sido monocolors y 69 de coalición, esto es 56,09%. La frecuencia de los gobiernos de coalición varía entre los distintos países, desde el caso de Brasil donde todos los gobiernos han sido de coalición hasta el caso de Argentina donde todos han sido monocolors. Considerando el apoyo que recibe el Ejecutivo en la Asamblea, se comprueba una tendencia a la constitución de mayorías (ya sean propias o producto de la sumatoria de fuerzas de la coalición): la frecuencia de los gobiernos mayoritarios es de 56,89%, contra el 43,1% de los gobiernos minoritarios.

Combinando ambos criterios (coalición/monocolor, mayoritarios/minoritarios) encontramos que de los 66 gobiernos mayoritarios observados, 44 fueron de coalición (66,66%) y 22 han sido monocolors (33,33%). Los gobiernos minoritarios de coalición han sido menos frecuentes que los

---

<sup>8</sup> En el caso de Brasil no ha tenido en cuenta la experiencia parlamentaria desarrollada entre 1961 y 1963, y en el caso de Uruguay no ha considerado los gobiernos colegiados entre 1958 y 1966.

de un solo partido: 26 monocolors (52%), frente a 24 de coalición (48%). De esta manera se comprueban dos hechos fundamentales: en primer lugar, la tendencia de los sistemas presidenciales a generar gobiernos mayoritarios; en segundo lugar y contrario a las expectativas, dichas mayorías no suelen ser monocolors sino productos de coaliciones entre partidos (Deheza, 1998: 156).

CUADRO 1  
TIPOS DE GOBIERNO DE ARGENTINA Y URUGUAY ENTRE 1958 y 1994

<i>NÚMERO DE GOBIERNOS</i>	<i>ARGENTINA</i>	<i>URUGUAY</i>
<b>1. GOBIERNOS MONOCOLORES</b>	<b>15</b>	<b>4</b>
MONOCOLORES MAYORITARIOS	10	2
MONOCOLORES DE MINORÍA	5	2
<b>2. GOBIERNO DE COALICIÓN</b>	<b>---</b>	<b>3</b>
COALICIÓN MÍNIMA GANADORA	---	---
COALICIÓN DE MINORÍA	---	---
COALICIÓN MAYORITARIA	---	---
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>7</b>

Fuente: Deheza (1998: 157).

CUADRO 2  
TIPOS DE GOBIERNO DE ARGENTINA Y URUGUAY ENTRE 1983 y 1999

<i>PAÍS</i>	<i>PRESIDENTE</i>	<i>PERÍODO</i>	<i>TIPO DE GOBIERNO</i>	<i>MAYORÍA LEGISLATIVA A DIPUTADOS</i>	<i>MAYORÍA LEGISLATIVA A SENADORES</i>
ARGENTINA	ALFONSÍN	1983-1987	Monocolor	SI	NO
ARGENTINA	ALFONSÍN	1987-1988	Monocolor, con un ministro extrapartidario	NO	NO
ARGENTINA	ALFONSÍN	1988-1989	Monocolor	NO	NO
ARGENTINA	MENEM	1989-1995	Monocolor, con ministros extrapartidarios	NO	SI
ARGENTINA	MENEM	1995-1997	Monocolor	SI	SI

---

A					
ARGENTINA	MENEM	1997-1999	Monocolor	NO	SI
A					
URUGUAY	SANGUINET TI	1985-1990	De "Entonación", con ministros extrapartidarios	NO	NO
URUGUAY	LACALLE	1990-1992	"Acuerdo Nacional", con ministros extrapartidarios	SI	SI
URUGUAY	LACALLE	1992-1995	Acuerdo legislativo, con ministros extrapartidarios	NO	NO
URUGUAY	SANGUINET TI	1995-2000	De coalición	SI	SI

---

Fuente: En base a Thibaut (1998: 142), con modificaciones.

En este contexto, las experiencias de Argentina y Uruguay contrastan claramente, tal cómo se desprende de los cuadros 1 y 2.

Como se puede apreciar, especialmente en el cuadro 2, en Argentina lo habitual, a partir de 1983, ha sido la constitución de gobiernos monocolors con fuerte participación ministerial de figuras pertenecientes al partido del presidente. Una pequeña excepción en este sentido, ha sido un año del mandato de Alfonsín cuando tras la pérdida de la mayoría en la Cámara de Diputados (año 1987) decidió integrar a su gabinete a un ministro de Trabajo –Carlos Alderete- de extracción sindical / justicialista y perteneciente al estratégico grupo de "los 15", descontando que, de esa manera, atraería el respaldo de importantes sindicatos opositores a su gestión. Los resultados de la "experiencia", finalmente no fueron positivos para el gobierno, puesto que la Confederación General del trabajo (CGT), con su líder Saúl Ubaldini, mantuvieron hasta el final del mandato una posición contraria a la política del gobierno.

En el ámbito legislativo, a partir de la pérdida de la mayoría en la Cámara de Diputados, Alfonsín obtuvo el apoyo parlamentario del Gobernador justicialista de la provincia de Buenos Aires, Antonio Cafiero, quién decidió colaborar con el Ejecutivo otorgándole el *quórum* necesario para que pudiera sesionar el Parlamento sin mayores trabas, a fin de garantizar una gobernabilidad mínima hasta las elecciones presidenciales de 1989 (en los que el propio Cafiero esperaba competir como candidato del Partido Justicialista). Este apoyo, moderado, permitió al Ejecutivo aprobar importantes proyectos. Sin embargo, en las elecciones internas realizadas por el PJ en julio de 1988, resultó triunfador el Gobernador de La Rioja, Carlos Menem, quién reforzó su posición opositora frente al gobierno, con el fin de maximizar sus posibilidades electorales.

Una vez en la Presidencia, Menem formó gabinetes monocolors, con predominancia de figuras justicialistas, aunque siempre contó con la presencia de extrapartidarios, ya fueran del importante grupo empresario Bunge & Born, de otros partidos menores (aunque no tuvo ministros radicales, a pesar de algunos intentos en ese sentido), sindicalistas o técnicos (también adjetivados “tecnócratas”), estos últimos, especialmente en el Ministerio de Economía. La presencia de tales ministros nunca implicó la formación de coaliciones de gobierno, más bien, representó el esfuerzo presidencial por cooptar figuras destacadas que contaran con el apoyo de distintos grupos estratégicos ensanchando, de esta forma, las bases de sustentación del Ejecutivo.

En el ámbito parlamentario, Menem no realizó acuerdos formales con los partidos de la oposición. Sin embargo, por acceder anticipadamente a la Presidencia, en julio de 1989 (debiendo hacerlo en el mes de diciembre), se vio privado de contar con un mayor respaldo parlamentario puesto que la renovación de las autoridades legislativas recién se produjo a finales de año (en diciembre). Hasta que eso ocurrió, los legisladores radicales asumiendo la responsabilidad que le correspondía a su partido en el traspaso anticipado del poder y decidieron facilitar las cosas al gobierno ayudándolo a reunir el *quórum* necesario para garantizar el tratamiento de los proyectos del Ejecutivo, no así su aprobación, la que quedó bajo la responsabilidad de los propios legisladores justicialistas. En este caso, tal como había sucedido en el gobierno de Alfonsín con Cafiero, los radicales aseguraron el quórum indispensable para que el Ejecutivo pudiera tramitar sus iniciativas, pero no colaboró con la aprobación de las mismas, la que corrió por entera cuenta de los legisladores justicialistas. De allí en más, no se constató la realización de ningún otro pacto legislativo formal con las fuerzas de la oposición. Como mencionamos anteriormente, en Argentina desde 1983 los acuerdos de gobierno, tanto a nivel Ejecutivo como Legislativo, no han constituido la pauta normal de funcionamiento del sistema.

En Uruguay, en cambio, desde 1985 cada presidente realizó distintas propuestas a la oposición para poder contar con su apoyo. Durante la primera Presidencia de Sanguinetti, se formó un gobierno de “entonación”, eufemismo que designaba la constitución de un gabinete con dos ministros blancos en puestos técnicos, aunque los mismos no actuaban como representantes formales del Partido. Más bien, eran un símbolo del apoyo que el líder blanco, Wilson Ferreira Aldunate, estaba dispuesto a otorgar al Ejecutivo, especialmente en la composición de los directorios de los Entes Autónomos y en el ámbito parlamentario. Aunque ello no significó nunca un apoyo indiscriminado a sus propuestas. Por el contrario, el compromiso consistía en respaldar las iniciativas surgidas de la Concertación Programática General (CONAPRO), espacio creado para propiciar el diálogo entre actores políticos, sociales y económicos, con el fin de establecer mediadas consensuadas, durante el pasado régimen militar. Sanguinetti contó también con el apoyo de la Unión Cívica (el ministro de Defensa, pertenecía a este partido). Pero, de hecho, nunca logró tener mayoría propia en ninguna de las dos Cámaras del Parlamento.

Algo similar ocurrió durante la gestión de Lacalle, quién propuso a la oposición la formación de un gobierno de coalición “a la europea”, lo que no fue aceptado por los colorados. En cambio,

consintieron en que cuatro ministros del partido integraran el gabinete presidencial, pero a título personal. En el ámbito parlamentario, los colorados se comprometieron a votar un paquete de medidas propuestas por el Ejecutivo, lo cual le permitió a Lacalle contar con mayoría en ambas Cámaras durante prácticamente los dos primeros años de gestión hasta que el “acuerdo” finalmente se deshizo. Durante 1991, los ministros pertenecientes al Foro Batllista, y luego los del Batllismo Radical, se retiraron del gabinete a raíz de discrepancias frente a las medidas presidenciales. A partir ese momento, hasta 1993, Lacalle contó con el respaldo de todos los sectores nacionalistas y de fracciones coloradas disidentes, lo que reportaba al Ejecutivo el apoyo del 46% de la Asamblea Legislativa permitiéndole, entonces, mantener los vetos presidenciales. Pero en 1993 el gobierno perdió incluso la adhesión de sectores internos de su propio partido. Desde ese momento, quedó reducido a una alianza minoritaria entre la fracción presidencial y la Unión Colorada y Batllista (Buquet, Chasqueti y Moraes, 1998: 65).

La segunda Presidencia de Sanguinetti, en cambio, se basó en la construcción de un gobierno de coalición en el estricto sentido del término. Ésta se mantuvo hasta meses antes de la finalización del mandato presidencial asegurando, de ésta manera, la aprobación de importantes medidas de gobierno, incluyendo la reforma constitucional del año 1996 que introdujo importantes modificaciones en el diseño institucional, especialmente en materia electoral.

Argentina y Uruguay presentan, entonces, claras diferencias en cuanto a la composición de sus gobiernos: monocolors, en un caso; basado en acuerdos parlamentarios o directamente en coaliciones, en el otro. Mientras el primero se aproxima, desde éste punto de vista, al modelo mayoritario, el segundo lo hace al de consenso. A su vez, los gobiernos monocolors argentinos, aunque con diferentes significantes entre ellos, materializaron en menor medida que los gobiernos “acuerdistas” uruguayos algunos elementos definitorios del Estado de derecho, tal como vimos en el capítulo 3. Si tal como afirma Lijphart, el sistema presidencialista naturalmente tiende hacia el modelo mayoritario: ¿por qué no ocurre esto en Uruguay? ¿Qué grado de influencia ejercen los diseños institucionales de uno y otro país sobre la conformación de sus respectivos gobiernos?

## **2. TIPOS DE GOBIERNO Y PRODUCCIÓN LEGISLATIVA**

La existencia de un régimen de separación constituye el modelo básico en el que se inspiró la organización de los diseños constitucionales latinoamericanos. Las Constituciones de Argentina y Uruguay cumplen formalmente con esta exigencia, aunque de distinta manera.

La Constitución Argentina de 1853 responde al modelo presidencialista clásico. El Ejecutivo es independiente de la existencia de mayorías legislativas afines, aunque no tiene capacidad para disolver el Parlamento. Uno y otro tienen importantes atribuciones propias estipuladas en la Constitución. Disponen además de mecanismos institucionales para controlarse

mutuamente: básicamente, el presidente puede vetar las leyes aprobadas por el Congreso y éste puede realizar juicio político a los miembros del Ejecutivo. El Ejecutivo y el Senado, a su vez, nombran de manera conjunta a los miembros del Poder Judicial.

La reforma de 1994 altera este esquema: se crea la figura del Jefe de Gabinete, encargado de la administración general del país (aunque el Presidente continúa siendo el responsable político de la misma). El Congreso, a través de la mayoría absoluta de votos de los miembros de cada cámara, puede censurar al Jefe de Gobierno (aunque el Ejecutivo no puede disolver al Congreso bajo ninguna circunstancia). Por otra parte, el Ejecutivo y el Senado siguen nombrando a los miembros del Poder Judicial, pero en el caso de los jueces inferiores a la Suprema Corte de Justicia, deben hacerlo a partir de una terna vinculante propuesta por el Consejo de la Magistratura, la que surge de un concurso de méritos. La reforma, que rige desde el 24 de agosto de 1994, a través de la decimotercera de sus disposiciones transitorias establece que a partir de un año de su entrada en vigencia, los jueces sólo podrán ser nombrados conforme al nuevo procedimiento establecido. Pese a ello, a causa de una larga serie de conflictos entre el gobierno y la oposición respecto a la conformación de dicho Consejo (el que según el art. 114 de la Constitución será integrado periódicamente a fin de lograr un equilibrio entre la representación de los órganos políticos resultantes de la elección popular, los jueces de todas las instancias y los abogados de matrícula federal), éste resultó finalmente establecido a fines de 1997, es decir, dos años más tarde de lo previsto en la Constitución.

En el caso uruguayo, la Constitución de 1966 establece que el Ejecutivo es independiente de la confianza del Legislativo, pero no así sus ministros: sólo pueden ocupar carteras ministeriales quienes cuenten con el apoyo de la mayoría parlamentaria. El Congreso, llegado el caso, puede censurar ministros. Por contrapartida, el Presidente puede proceder a la disolución parlamentaria cuando, por oponerse a la desaprobación de uno o varios ministros, el Congreso no pueda mantener su decisión expresa por el voto de al menos tres quintos del total de sus componentes. Sin embargo, el Presidente no está habilitado, bajo ningún concepto, para disolver las cámaras parlamentarias durante el último año de su gestión. Ejecutivo y Legislativo cuentan en la Constitución uruguaya con importantes atribuciones propias. A su vez, los miembros de la Suprema Corte de Justicia son designados por la Asamblea General (reunión de ambas cámaras parlamentarias), con el voto de dos tercios del total de sus componentes. Pero son los miembros de la Suprema Corte, con mayoría absoluta de sus componentes, quienes nombran a los jueces que conforman el Poder Judicial (de todos los grados y denominaciones). Esto significa que son los jueces son nombrados por los jueces (según algunos estudiosos, constituye éste un modo de designación "corporativa").

En 1983, la Ley Orgánica de la Judicatura (Ley 115.464, hoy Ley 15.750) establece, aunque sin carácter obligatorio, la posibilidad de tomar en cuenta como mérito para el ingreso a la magistratura, la preparación de los aspirantes a través de la Escuela Judicial. La misma, se crea a fines de 1987 y, desde 1989, lleva el nombre de Centro de Estudios Judiciales. Con la entrada en

vigencia el nuevo Código de Procedimientos, el 20 de Noviembre de 1989, los magistrados que designados para ocupar las vacantes creadas, en su gran mayoría se habían graduado del Centro de Estudios Judiciales. Desde la creación de la Escuela primero, y posteriormente del Centro, la Corte designó todos los nuevos jueces entre sus graduados (Vescovi, 1990: 15-16)<sup>9</sup>.

Hasta el momento ha sido descrito el aspecto formal del régimen de separación de poderes en Argentina y Uruguay. Sin embargo, se plantea de inmediato una cuestión fundamental: ¿cómo establecer el grado de efectividad que posee el mismo en las prácticas políticas concretas? Dado un sistema de separación formal entre los órganos del gobierno: ¿cómo medir el grado de separación real alcanzado?

Para medir (aunque sea de manera aproximada) el grado de separación de poderes existente entre los distintos órganos de gobierno, recurriremos a continuación a distintos indicadores.

### 2.2.1. Separación entre Poder Ejecutivo y Poder Legislativo

En primer lugar, la conformación de las mayorías parlamentarias constituye un buen indicador para establecer el grado de separación existente entre el Ejecutivo y el Legislativo: es de esperar que mayorías afines al Ejecutivo faciliten su accionar, procediendo de manera coordinada con el primero, garantizando el tratamiento y la aprobación de sus proyectos. De esta forma, queda atenuada la separación formal que media entre ambos poderes. Por el contrario, mayorías opuestas al Ejecutivo bloquean sus proyectos, oponiéndoles a ellos obstáculos reiterados, reforzando así la separación formal de poderes con otra de carácter informal. Este razonamiento introduce, de inmediato, un nuevo indicador: se trata de la cantidad de proyectos del Ejecutivo aprobados por el Congreso durante cada gestión de gobierno ya que, con mayorías afines, las iniciativas presidenciales no encuentran mayores obstáculos para su aprobación<sup>10</sup>. Tal la teoría, veamos ahora que es lo que realmente ocurrió.

En Uruguay, ninguna de las tres presidencias desarrolladas entre 1985 y 1999, (primera Presidencia de Sanguinetti, Presidencia de Lacalle y segunda de Sanguinetti) contó con mayoría propia en ninguna de las dos cámaras del Parlamento. Por ello, durante las tres gestiones, se llevó a cabo algún tipo de acuerdo parlamentario (nada extraños en la tradición política uruguaya),

---

<sup>9</sup> Sobre las relaciones entre Poder Ejecutivo y Poder Judicial en Argentina y Uruguay, ver los apartados especiales de los capítulos 8 y 9.

<sup>10</sup> En el caso de los sistemas parlamentarios, Lijphart propone como criterio para establecer el grado de separación efectiva que media entre Ejecutivo y Legislativo, la vida media de los gabinetes ministeriales. Cuanto menor es la duración de los gabinetes, mayor la separación entre ambos poderes. En un presidencialismo, las cosas no resultan tan claras. De allí la necesidad de utilizar indicadores complementarios, tal como se verá a continuación.



cuando no directamente coalición de gobierno<sup>11</sup>, para poder asegurar la gobernabilidad del sistema. En Uruguay el mandato presidencial dura cinco años, eligiéndose al Presidente de forma simultánea con los miembros de las dos cámaras legislativas y no habiendo luego renovaciones parlamentarias intermedias.

En su primera Presidencia Sanguinetti formó un “gobierno de entonación”<sup>12</sup> realizando una coalición minoritaria con la Unión Cívica e incluyendo, en su gabinete a dos políticos del opositor Partido Nacional que, aunque integraban el gobierno a “título personal”, representaban el apoyo blanco en el Congreso, pese a lo cual este último nunca fue indiscriminado. Estos acuerdos se mantuvieron aproximadamente durante la primera mitad de su gestión, período en el cual se aprobaron la mayor cantidad de proyectos del Ejecutivo (especialmente los de mayor calado político).

CUADRO 3  
URUGUAY: COMPOSICIÓN DE LA ASAMBLEA LEGISLATIVA ENTRE 1985 y 2000\*

CÁMARA	PERÍODO 1985-1990	PERÍODO 1990-1995	PERÍODO 1995-2000
1. DE REPRESENTANTES			
PARTIDO DEL GOBIERNO	41,4%	39,3%	32,3%
DEMÁS PARTIDOS	58,6%	60,7%	67,7%
2. DE SENADORES			
PARTIDO DEL GOBIERNO	43,3%	40,0%	33,3%
DEMÁS PARTIDOS	56,7%	60,0%	66,7%

Fuente: González (1995); Rial (1998); Buquet, Chasquetti y Moraes (1998); Uruguay, Ministerio del Interior.

PARTIDO DEL GOBIERNO: Aquel que obtuvo la titularidad del Ejecutivo.

CUADRO 4  
URUGUAY: PROYECTOS PRESENTADOS POR EL EJECUTIVO Y APROBADOS POR EL  
PARLAMENTO ENTRE 1985 Y 2000

<sup>11</sup> Tal como explicaremos en detalle en el capítulo 5, la principal diferencia que establecemos entre el acuerdo legislativo y la coalición de gobierno es que en el primero los partidos participantes no ocupan cargos ministeriales, tal como ocurre en la coalición.

<sup>12</sup> La expresión “gobierno de entonación” fue el eufemismo empleado para designar a un gobierno que contaba con el apoyo tácito del principal partido de la oposición, pero cuya dirigencia rehusó ocupar formalmente cargos en el gabinete Presidencial.

<i>PROYECTOS</i>	<i>PERÍODO</i> <i>1985-1990</i>	<i>PERÍODO</i> <i>1990-1995</i>	<i>PERÍODO</i> <i>1995-2000</i>
TOTAL DE PROYECTOS PRESENTADOS	449	639	580
TOTAL DE PROYECTOS APROBADOS	226 (50,33%)	349 (54,61%)	340 (58,62%)

Fuente: Servicio de Información Parlamentaria, Cámara de Representantes, Uruguay.

Durante la Presidencia de Lacalle ocurrió algo similar: el Partido Colorado aceptó acordar con el gobierno, el cual incorporó a políticos colorados en su gabinete, nuevamente a "título personal". El acuerdo se mantuvo durante la primera mitad de la gestión, período en el que fueron aprobados los proyectos más importantes promovidos por el Ejecutivo. Los dos años finales de la gestión blanca estuvieron signados por la oposición parlamentaria a las iniciativas presidenciales. Para sortear tal obstáculo, el presidente buscó primero el apoyo de todas las fracciones blancas, llamando a la unidad de su partido. Cuando ya no pudo contar con tal respaldo, constituyó un acuerdo minoritario con la Unión Cívica Batllista, fracción disidente del Partido Colorado.

Durante la segunda Presidencia de Sanguinetti las cosas resultaron diferentes. Los colorados formaron una coalición de gobierno con los nacionales, que se mantuvo hasta el último año de gestión. No es de extrañar que ésta sea, entonces, la Presidencia en la que el Parlamento aprobó la mayor cantidad de proyectos del Ejecutivo.

Resulta entonces que en Uruguay se cumple nuestro supuesto inicial: en presencia de mayorías parlamentarias estables, el Ejecutivo se ve favorecido en la aprobación legislativa de su agenda de gobierno. La separación formal de poderes que supone el presidencialismo, está atemperada por un "acercamiento" informal, construido a través de acuerdos parlamentarios con el principal partido de la oposición. Cuanto más sólidos y estables resultan los acuerdos alcanzados, mayor es la cantidad de iniciativas aprobadas a instancia del Ejecutivo. Cuando éstos se rompen, el Parlamento amplía sus márgenes de autonomía e, incluso, su perfil opositor frente a la Presidencia. Ciclos de cooperación y confrontación se suceden con llamativa regularidad a lo largo de las dos primeras gestiones democráticas, en tanto que la última administración considerada (segunda Presidencia de Sanguinetti) nos ofrece el ejemplo de una coalición de llamativa estabilidad. Cabe destacar que los acuerdos alcanzados, con independencia de su fortaleza y duración, nunca se tradujeron en el apoyo incondicional de los participantes hacia las propuestas del Ejecutivo. Estas siempre fueron discutidas y, llegado el caso, desechadas por los suscriptores del acuerdo o los socios de la coalición, tal como veremos en el capítulo 9.

## ARGENTINA: COMPOSICIÓN DEL CONGRESO ENTRE 1983 y 1999

CÁMARA DE DIPUTADOS									
	1983	1985	1987	1989	1991	1993	1995	1997	1999
PARTIDO DEL GOB.	50,7%	50,7%	45,2%	44,0%	46,3%	48,2%	51,3%	46,3%	48,2%
OTROS PARTIDOS	49,3%	49,3%	54,8%	56,0%	53,7%	51,9%	48,7%	53,7%	51,8%

CÁMARA DE SENADORES						
	1983	1986	1989	1992	1995	1997
PARTIDO DEL GOBIERNO	39,1%	39,1%	56,5%	62,5%	55,5%	54,1%
DEMÁS PARTIDOS	60,9%	60,9%	43,5%	37,5%	44,5%	45,9%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos, INDEC, Argentina: Anuario Estadístico de la República Argentina (varios años); Honorable Cámara de Diputados de la Nación, Argentina: Diarios de Sesiones (1983-1999).

PARTIDO DEL GOBIERNO: Aquel que obtuvo la titularidad del Ejecutivo.

## CUADRO 6

## PRODUCCIÓN LEGISLATIVA: ORIGEN Y CANTIDAD DE LEYES APROBADAS ENTRE EL 10-12-1983 y 9-12-1999

<i>PROYECTOS</i>	<i>PERÍODO</i> 1983-1989	<i>PERÍODO</i> 1989-1995	<i>PERÍODO</i> 1995-1999
TOTAL DE PROYECTOS PRESENTADOS	550	582 <sup>1</sup>	437 <sup>2</sup>
TOTAL DE PROYECTOS APROBADOS	338 (61,45%)	345 (59,27%)	187 (42,79%)

FUENTE: Secretaría Parlamentaria de la Honorable Cámara de Diputados de la Nación.

<sup>1</sup> Los datos consignan la cantidad de proyectos presentados por el Ejecutivo, y aprobados por el Congreso, hasta el último día del período parlamentario correspondiente al año 1994. Como en 1995 concluyó la primera Presidencia de Menem y se inició la segunda, no se ha podido establecer con precisión la cantidad de proyectos presentados y aprobados a instancias del Ejecutivo correspondientes a uno y otro mandato, por lo que se los ha computado dentro de la segunda Presidencia.

<sup>2</sup> Los datos consignan la cantidad de proyectos presentados por el Ejecutivo, y aprobados por el Congreso, hasta el último día del período parlamentario correspondiente al año 1998. Durante 1999 el Ejecutivo presentó 99 proyectos de ley, pero no se ha podido establecer con precisión cuántos de ellos fueron aprobados.

En los cuadros 5 y 6 se puede apreciar que en Argentina las cosas ocurrieron de manera bastante diferente a cómo se desarrollaron en Uruguay. El Presidente Alfonsín, durante los primeros cuatro años de su gestión, tuvo mayoría propia en la Cámara de Diputados hasta 1987 (dos tercios de su gestión), aunque careció siempre de mayoría en el Senado (debiendo negociar entonces con los partidos provinciales para lograr la aprobación de sus proyectos). La situación se tornó difícil para Alfonsín en los últimos dos años de mandato, cuando careció de mayoría en ambas cámaras. Para garantizar la gobernabilidad del sistema, el presidente aceptó negociar un pequeño acuerdo parlamentario con el Partido Justicialista, quién decidió facilitar el *quórum* legislativo para proceder al tratamiento de algunas iniciativa relevantes del Ejecutivo. Sin embargo, dicho acuerdo no incluyó la aprobación de tales proyectos: la misma corrió por entera cuenta de los legisladores radicales. La proximidad de las elecciones presidenciales de 1989 acotó el respaldo opositor. Estos años finales se caracterizaron por un bloqueo institucional de parte del Legislativo hacia el Ejecutivo, el que quedó prácticamente condenado a la inacción. Pese a ello, de las tres administraciones que integran el período en estudio, ésta fue la que consiguió la aprobación del mayor número de proyectos del Ejecutivo (más del 60%).

Durante la primera Presidencia de Menem, las cosas sucedieron al revés: el presidente contó con una importante mayoría en el Senado, pero no en la Cámara de Diputados. La situación se complicó para Menem cuando, a raíz del brusco giro neoliberal que asumió su gestión, el muy disciplinado bloque justicialista comenzó a fracturarse. De allí en adelante, el Ejecutivo ya no pudo dar por descontado el apoyo parlamentario de su propio partido a los proyectos presidenciales debiendo enfrentar una doble oposición: la de los demás partidos políticos y la de los sectores opositores a la acción presidencial dentro del justicialismo. Esto se vio claramente expresado en su segunda Presidencia. En ésta, Menem consiguió, durante los dos primeros años, mayoría propia en ambas cámaras del Congreso. Sin embargo, fue el período en la que menor cantidad de proyectos del Ejecutivo resultaron aprobados por el Parlamento a raíz de los enfrentamientos producidos entre la Presidencia y algunos legisladores de su propio partido. La separación formal de poderes, en este caso, fue reforzada por una separación informal, independiente de la existencia de mayorías afines al titular del Ejecutivo. El Congreso argentino (y, en particular, los legisladores oficialistas) dio muestras de un considerable grado de autonomía. Esto quedó demostrado en la política de privatizaciones implementada por el presidente Menem a partir del año 1997. En sus investigaciones sobre el tema, Llanos (1998) y Llanos y Margheritis (1999) demuestran que, con distintos ritmos e intensidades según el cambio de las circunstancias políticas, el Congreso mantuvo un rol activo en el diseño e implementación de la misma contraviniendo, en varias oportunidades, los deseos expresos del Ejecutivo. Para mantener el control sobre el resultado final del proceso privatizador, el presidente utilizó distintas estrategias complementarias: en algunas ocasiones otorgó compensaciones a los legisladores, aceptando sus sugerencias. Otras veces frenó las modificaciones introducidas en el Parlamento a través de los vetos presidenciales. Finalmente, cuando el gobierno tuvo la plena seguridad que sus proyectos se

verían bloqueados, decidió implementarlos a través de decretos de necesidad y urgencia. Sin embargo, Menem (al igual que su predecesor) rehusó realizar acuerdos de gobierno con la oposición. En este caso, como mencionamos, los presidentes recurrieron a un medio alternativo para acortar las distancias institucionales y tratar de someter, o cuanto menos controlar, la acción del Congreso: los vetos presidenciales.

Los mandatarios de ambos países tienen la capacidad de oponer vetos a los proyectos aprobados por el Parlamento. El presidente de Uruguay está habilitado a producir vetos totales o parciales frente a las iniciativas sancionadas por el Congreso, aunque los mismos, pueden ser desestimados por tres quintos de los miembros de ambas cámaras legislativas. En efecto, el art. 138 de la Constitución establece que “Cuando un proyecto de ley fuese devuelto por el Poder Ejecutivo con objeciones u observaciones, se convocará a la Asamblea General y se estará a lo que decidan los tres quintos de los miembros presentes. Transcurridos sesenta días de la primera convocatoria sin mediar pronunciamiento de la Asamblea General, se considerarán aceptadas las observaciones del Poder Ejecutivo.”

En Argentina, por su parte, se pueden realizar dos tipos de vetos presidenciales: 1) el veto total, mediante el cual el Ejecutivo rechaza completamente un proyecto de ley, tal como le fue remitido por el Congreso luego de su aprobación para que el Presidente proceda a su sanción definitiva, devolviéndolo entonces a la Cámara de origen; 2) el veto parcial, por el que sólo se objetan puntos particulares del proyecto quedando, sin embargo, abierta la posibilidad de que se promulgue el resto de la ley. Esta doble modalidad en los vetos ha sido producto de prácticas presidenciales amparadas en puntos oscuros de la Constitución, no en una norma constitucional. La Corte Suprema ha admitido expresamente que, en nuestra legislación, existe el veto parcial. Esto es producto de la capacidad que el citado artículo otorga al Ejecutivo para rechazar en todo o en parte un proyecto de ley (lo que no significa que se lo pueda promulgar parcialmente). A través de la jurisprudencia se admitió la promulgación parcial de un proyecto, siempre que no se afecte a la “unidad” de la ley en cuestión (Mustapic y Ferretti, 195: 64).

En la reforma constitucional de 1994 quedó incorporada entre las atribuciones presidenciales la posibilidad de realizar vetos parciales. Sin embargo, los proyectos vetados pueden ser insistidos por dos tercios de los miembros de cada Cámara. El art. 83 de la Constitución establece que “Desechado en todo o en parte un proyecto por el Poder Ejecutivo, vuelve con sus objeciones a la Cámara de su origen; ésta lo discute de nuevo, y si lo confirma por dos tercios de votos, pasa otra vez a la cámara de revisión. Si ambas cámaras lo sancionan por igual mayoría, el proyecto de ley pasa al Poder Ejecutivo para su promulgación. Las votaciones de ambas Cámaras serán en este caso nominales, por sí o por no; y tanto los nombres y fundamentos de los sufragantes, como las objeciones del Poder Ejecutivo, se publicarán inmediatamente por la prensa. Si las Cámaras difieren sobre las objeciones, el proyecto no podrá repetirse en las sesiones de aquel año.”

Veamos lo ocurrido con los vetos presidenciales en Uruguay y Argentina.

En Uruguay, tal como se puede apreciar en el cuadro 7, cuanto más estable ha sido el acuerdo parlamentario alcanzado con la oposición (o en su caso la coalición) y mayor el número de proyectos del Ejecutivo aprobados por el Parlamento, menor ha sido el número de vetos interpuesto por el Ejecutivo. Más aún, como veremos en el capítulo 9 al analizar las principales características del proceso político uruguayo, la mayor cantidad de vetos presidenciales, durante las dos primeras gestiones democráticas, se produjeron durante los últimos años de cada mandato, cuando los acuerdos legislativos celebrados con la oposición llegaron a su fin y el Parlamento dejó de colaborar con la agenda presidencial. Todo esto queda demostrado con claridad durante la segunda administración de Sanguinetti, durante la cual se aprobó el mayor número de iniciativas del Ejecutivo de todo el período a partir de la construcción de una coalición de gobierno que se mantuvo prácticamente durante todo el mandato y en la que no se registraron vetos presidenciales.

CUADRO 7  
TOTAL DE VETOS IMPUESTOS POR EL EJECUTIVO ENTRE 1985 y 2000

<i>PRESIDENCIA</i>	<i>TOTAL DE LEYES</i>	<i>TOTAL DE VETOS</i>	<i>% VETOS</i>
1ra. SANGUINETTI	370	24 (vetos totales 19)	6,48%
LACALLE	587	26 (vetos totales 16)	4,42%
2da. SANGUINETTI	539	No se registraron vetos	-----
TOTAL	1.496	50	3,34% (Promedio)

FUENTE: Buquet, Chasqueti y Moraes, 1998: 124; Servicio de Información Parlamentaria, Parlamento de la República Oriental del Uruguay.

CUADRO 8  
ARGENTINA: VETOS PRESIDENCIALES PRODUCIDOS ENTRE 1983 Y 1999

<i>PRESIDENCIA</i>	<i>TOTAL DE LEYES</i>	<i>TOTAL DE VETOS</i>	<i>INSISTENCIAS</i>
ALFONSÍN	644	49 (7,60%) <sup>1</sup>	1 (2,04%)
1ra. MENEM	834	109 (13,06%) <sup>2</sup>	15 (13,76%)
2da. MENEM	712	94 (13,20%) <sup>3</sup>	15 (15,95%)
TOTAL	2.190	316 (14,42%)	31 (9,81%)

FUENTE: Secretaría Parlamentaria de la Honorable Cámara de Diputados de la Nación, Argentina.

<sup>1</sup> De los 49 vetos realizados por el Presidente Alfonsín, 37 fueron vetos totales y 12 vetos parciales.

<sup>2</sup> De los 109 vetos realizados por el Presidente Menem durante su primera gestión, 48 fueron vetos totales y 61 vetos parciales.

<sup>3</sup> No se disponen datos discriminados sobre la cantidad de vetos totales y parciales producidos por el Presidente Menem en su segunda administración.

En Argentina se comprueba que, con independencia de la existencia de mayorías parlamentarias afines al presidente, a menor número de proyectos aprobados a instancias del Ejecutivo, y a mayor cantidad de proyectos sancionados de los propios parlamentarios, mayor fue la cantidad de vetos que interpuso el Ejecutivo. De esta manera, la única gestión donde el presidente contó con mayoría en ambas cámaras, fue en la que mayor cantidad de vetos se produjo. Los mismos estuvieron destinados a bloquear no sólo proyectos de origen parlamentario, sino del propio Ejecutivo, puesto que Menem vetó sus propias iniciativas cuando las modificaciones impuestas por los legisladores, contrariaban sus deseos. Ésta herramienta redujo la capacidad de acción el Parlamento, hecho al que se suma, como veremos, la utilización de los decretos de excepción. Sin embargo, a diferencia de lo ocurrido en el gobierno de Alfonsín, durante las dos presidencias de Menem se incrementó de forma considerable el número de vetos insistidos por el Parlamento (13,76% y 15,95% respectivamente, frente al 2,04% de la gestión radical). Es decir que los legisladores no sólo mantuvieron su postura original sino que lograron reunir los dos tercios de votos de cada Cámara para rechazar los vetos del Ejecutivo.

También se distingue la Presidencia de Alfonsín respecto de la primera gestión de Menem en cuanto a la frecuencia con que se utilizaron los vetos parciales: mientras que el 24% de los vetos impuestos por Alfonsín fueron parciales, el 56% de los realizados por Menem asumió tal modalidad. Más allá del tema puramente legislativo, la importancia de la cuestión reside en que, tal como comentamos, el este tipo de vetos constituye una herramienta no prevista por la Constitución hasta 1994.

En el caso uruguayo, también resulta interesante observar la postura asumida por los legisladores frente a los vetos del Ejecutivo, los que pueden ser revocados por tres quintos de los miembros de la Asamblea Legislativa. Sin embargo, con la oposición altamente fragmentada, o indisciplinada, los vetos pueden ser sostenidos por los dos quintos restantes. Esto es lo que sucedió durante la primera Presidencia de Sanguinetti. El Partido Colorado poseyó dos quintos de los miembros de la Asamblea, lo que sumado a la alta disciplina observada por sus legisladores en el momento de las votaciones, permitió mantener sin mayores inconvenientes los vetos del Ejecutivo. No ocurrió lo mismo durante la Presidencia de Lacalle. Los blancos, ni aún votando en conjunto, pudieron sostener los vetos presidenciales, puesto que no reunían los dos quintos requeridos para tal fin. Pero los legisladores blancos, salvo en dos ocasiones, nunca votaron de forma coordinada. Esto obligó al presidente a buscar el apoyo de fracciones coloradas disidentes, hecho que alentó aún más la indisciplina entre las filas del Partido Nacional, ya que algunos

parlamentarios se mostraron francamente disconformes con este tipo de estrategia. Todo ello dio lugar a un escenario de negociaciones múltiples entre el gobierno, su propio partido y los partidos de la oposición, en las que los legisladores uruguayos exhibieron un importante margen de autonomía (Buquet, Chasquetti y Moraes, 1998: 74-80).

En función de los hechos reseñados, podría objetarse que la cantidad de proyectos aprobados a instancias del Ejecutivo y el total de vetos presidenciales interpuestos ante la acción desarrollada por el Parlamento son indicadores del conflicto político existente entre ambos poderes, antes que de la independencia que media entre ellos. Sin embargo, el conflicto es signo del grado de autonomía que media entre uno y otro. En especial, la utilización frecuente de los vetos presidenciales no hace sino poner de relieve la libertad de criterio mostrada por el Parlamento frente a la acción del Ejecutivo, si no ¿para qué controlar las iniciativas de un Congreso disciplinado y dócil frente a la acción presidencial?

Resumiendo: por distintos motivos y en diferentes circunstancias, los Congresos de Argentina y Uruguay exhibieron destacados rasgos de autonomía frente al Poder Ejecutivo (en el primero, incluso en presencia de mayorías coincidentes con el titular del Ejecutivo), lo cual reforzó la separación formal que media entre ambos órganos.

### 2.3. LA “ACTIVIDAD LEGISLATIVA” DEL EJECUTIVO

El Imperio de la Ley constituye una de las notas primarias del Estado de Derecho. En éste contexto, la ley debe ser formalmente creada siguiendo los principios constitucionales, por el órgano especialmente establecido para tal fin: el Parlamento. Éste debe estar integrado por los representantes del pueblo.

¿Cómo comprobar la efectividad real de tales postulados? Aquí realizaremos una observación de tipo empírica que alude al origen de la norma. Si la misma ha sido producida por el órgano habilitado para tal fin. Una respuesta inmediata y evidente sería decir que ley debe ser elaborada por el Parlamento. Pero las cosas no son tan sencillas ya que el mismo puede haber delegado ciertas atribuciones en el Ejecutivo. Por ejemplo, en Argentina existen los llamados “reglamentos delegados” emitidos por el Ejecutivo a partir de delegaciones expresas del Congreso y cuyo ejercicio se encuentra controlado por aquél. Al respecto se distingue entre “delegaciones propias”, efectuadas cuando el Legislativo traslada por completo al Ejecutivo el ejercicio de una atribución suya y “delegaciones impropias”, en las que el delegante no renuncia a la función sino a su ejercicio. Sería este el caso de los “reglamentos delegados”, ya que el Legislativo nunca podría renunciar a sus atribuciones (Bidart Campos, 1964; Tomo 1: 700 y ss.). Como producto de estas delegaciones, el Ejecutivo puede dictar los decretos del caso. Sin embargo, en la reforma de 1994 se incluyó, expresamente, la disposición que dice: “Se prohíbe la delegación legislativa en el Poder Ejecutivo, salvo en materias determinadas de administración o de emergencia pública, con plazo



fijado para su ejercicio y dentro de las bases de la delegación que el Congreso establezca. La caducidad resultante del transcurso del plazo prevista en el párrafo anterior no importará revisión de las relaciones jurídicas nacidas al amparo de las normas dictadas en consecuencia de la delegación legislativa.” (art. 76).

Entonces el Presidente argentino puede dictar tres tipos de decretos: decretos de ejecución, para implementar las leyes sancionadas; decretos delegados, para implementar las facultades delegadas por el Congreso; decretos autónomos, para regular facultades que la Constitución establece como privativas del Ejecutivo. En razón de estos últimos es que, en Argentina, existe un sistema legal concordante con la tradición del dualismo germánico. Sin embargo, el verdadero problema en ésta materia son los llamados “decretos de necesidad y urgencia” que fueron incorporados al texto constitucional con la reforma de 1994. Los mismos son normas dictadas por el Ejecutivo, mediante las que se adoptan medidas que sólo podrían ser adoptadas por ley del Congreso. A través de estos decretos, el Presidente asume facultades legislativas, modifica o deroga leyes y sanciona disposiciones con rango de ley. Los “decretos de necesidad y urgencia” son medidas que, normalmente, sólo deberían ser adoptadas en caso de gravedad o excepcionalidad (Ferreira Rubio y Goretti, 1995: 77). La dificultad que presenta el caso argentino es que, aunque hasta 1994 la Constitución no autorizó al Ejecutivo a dictar este tipo de medidas, las administraciones previas a esa fecha hicieron uso de esta herramienta, lo que motivó una verdadera división doctrinaria relativa a su legitimidad legal. Pese a ello, hubo acuerdo en exigir que los decretos fueran remitidos al Congreso, como requisito necesario para su validación (Ferreira Rubio y Goretti, 1995: 78).

Entre 1853 y 1983, los Presidentes recurrieron excepcionalmente, en unas 15 oportunidades a los mencionados decretos. Entre 1983 y 1989, el Presidente Alfonsín dictó 10 decretos de necesidad y urgencia (en el capítulo 9 se detalla en qué ocasiones). Pero entre 1989 y 1994, el Presidente Menem utilizó esta herramienta en 166 oportunidades en forma declarada. Ferreira Rubio y Goretti (1996: 451) demuestran que otros 170 decretos asumieron este carácter, aunque el Ejecutivo no los designó como tales. Esto sumaría un total de 336 decretos de necesidad y urgencia. Aquí seguiremos el criterio estrictamente formal para contabilizarlos, el cual arroja un resultado más que elocuente respecto a la frecuencia con que se utilizó este recurso.

El razonamiento seguido para utilizarlo fue claro: cuando los proyectos del Ejecutivo resultaron bloqueados por el Congreso o cuando se presumió que los mismos encontrarían serias resistencias legislativas, el Ejecutivo prefirió implementarlos por la vía del decreto. Por lo tanto, el decreto constituye un indicador de la debilidad y no de la fortaleza del liderazgo presidencial, en especial respecto de sus propias fuerzas parlamentarias (Llanos, 198: 765). Este hecho, como veremos, quedó absolutamente manifiesto durante la implementación del plan de convertibilidad (a partir de 1991), o en la política de privatizaciones (desde 1989).

La Corte Suprema, a través del Fallo “Peralta, Luis contra el Estado Nacional, Ministerio de Economía – Banco Central” del año 1991, en el que se cuestionaba la validez del decreto 36/90 de

canje de los depósitos en plazo fijo y cuentas de ahorros especiales por títulos de la deuda externa, sentó la validez de los decretos de necesidad y urgencia. Según el máximo Tribunal la misma depende de: 1) que el Congreso Nacional, en ejercicio de sus poderes propios, no adopte decisiones diferentes a lo dispuesto en los decretos; 2) que medie una situación de grave riesgo para justificar la utilización de los mismos (*El Derecho*, 141-519). Es decir que la Corte Suprema (recientemente ampliada por el residente Menem) autorizó al Ejecutivo a ejercer atribuciones legislativas propias del Congreso, de forma no prevista en la Constitución, con la consiguiente violación de la separación de poderes y del Estado de Derecho que esto supuso. Es cierto que, en caso de inconstitucionalidad de los mismos, los jueces podrían haber procedido a su anulación. Pero eso no dice nada acerca de su origen. En ésta cuestión, lo que está en juego es la calidad democrática de los decretos, no su contenido específico.

Muchos de estos decretos no fueron comunicados al Congreso de la Nación, tal como lo exigían las tradiciones imperantes en la materia. Por ejemplo, de los 85 decretos emitidos en 1991 que pudieron asumir esta modalidad, sólo se reconocieron a 59 como de necesidad y urgencia, y el Parlamento fue informado sobre 16 de ellos.

Las reacciones legislativas frente a la utilización de los decretos nunca fueron más allá de las protestas individuales y no obtuvieron aprobación por parte de las Cámaras. De los 308 decretos que asumieron tal modalidad entre julio de 1989 y diciembre de 1993, según Ferreira Rubio y Goretti, el Congreso ratificó por ley de forma total a 26, parcialmente a 1 y con modificaciones a 1. En el mismo período, el Congreso derogó por ley de forma total a 2 decretos, y de forma parcial a 1. Es decir, durante las administraciones de Menem el Congreso no aprobó algunos de los más importantes proyectos impulsados por el Ejecutivo, pero no se opuso a que éste los implementara a través de los decretos de necesidad y urgencia. La Corte Suprema, por su parte, confirmó la validez legal de tal recurso, pese a no ser admitidos por la Constitución vigente. El cuadro 10 resume la cantidad de decretos emitidos por cada Presidente, durante el período considerado.

CUADRO 9  
ARGENTINA: TOTAL DE DECRETOS DE NECESIDAD Y URGENCIA EMITIDOS  
ENTRE 1983 Y 1999

<i>PERÍODO</i>	<i>PRESIDENTE</i>	<i>DECRETOS DE NECESIDAD Y URGENCIA</i>
1983-1989	ALFONSÍN	10
1989-1994	MENEM	166*
1994-1999**	MENEM***	103

FUENTES: Para el período comprendido entre el 10-12-1983 en que asume el gobierno de Alfonsín, y el 23 de agosto de 1994 en que se incorpora la figura del Decreto de Necesidad y Urgencia al texto constitucional, Ferreira Rubio y Goretti (195: 75-94; 1996: 443-474), Jones (1997: 259-299); Maurich y Liendo (1998: 371-394).

\* Entre 1989 y 1994, 166 fueron reconocidos como tales por el propio Poder Ejecutivo; sin embargo, según Ferreira Rubio y Goretti, tras un análisis caso por caso, otros 170 decretos revisten tal condición, pese a no haber sido emitidos con esta denominación por el Ejecutivo. Aquí seguiremos un criterio formal de selección.

\*\* Contando a partir del 23 de agosto de 1994, en que entró en vigencia el nuevo texto constitucional reformado con la incorporación de la figura del Decreto de Necesidad y Urgencia.

\*\*\* Para el período comprendido entre el 23 de agosto de 1994 y el 10 de diciembre de 1999, en que el Presidente Menem traspasó el mando Ejecutivo en De La Rúa, la fuente informativa ha sido la Secretaría Parlamentaria de la Honorable Cámara de Diputados de la Nación Argentina, en base al Boletín Oficial, considerando los decretos que aparecieron publicados en el mismo con el carácter de "necesidad y urgencia".

Desde 1994 este recurso cuenta con basamento constitucional. Por lo tanto, la inclusión en el cuadro de los decretos emitidos a partir de ese momento obedece a motivos informativos ya que los mismos no cuestionan a la normativa vigente.

En Uruguay, la Constitución de 1966 no autoriza al Ejecutivo a asumir atribuciones propias del Congreso para generar normativa de excepción, ni siquiera en momentos de "necesidad y urgencia". Desde 1985, las distintas administraciones democráticas se abstuvieron efectivamente de producir este tipo de legislación. En casos de emergencia, en cambio, lo que se utilizó con frecuencia fue la presentación parlamentaria de proyectos con carácter de urgente declaración.

Esta herramienta constitucional, acorta los plazos parlamentarios para la aprobación de iniciativas propuestas por el Ejecutivo, pero dentro de un marco estrictamente limitado: no puede ser remitido más de un proyecto a la vez con tal carácter, ni puede ser impulsado una nueva propuesta hasta no haber concluido con el trámite de la anterior. Por tal motivo, esta herramienta no soslaya la necesaria intervención del Congreso en el proceso legislativo.

En razón de lo señalado, la atribución de facultades legiferantes y la producción de normativa extraordinaria por parte del Ejecutivo, sin contar para ello con respaldo constitucional (al menos hasta 1994), constituye un elemento que separa con claridad a los casos de Argentina y Uruguay.



# EL MÉTODO PROSPECTIVO MACTOR APLICADO A LA RUPTURA DEL PROCESO DE PAZ COLOMBIANO

Jessica D. Lanza, Oscar A. Flores, Zitlaly Patrón

Colombia es uno de los países latinoamericanos que ha presentado mayor inestabilidad política en los últimos años, esto se debe a la confluencia de distintos intereses sustentados por los diferentes grupos que luchan por el poder. El incremento de los actos de violencia dentro de la sociedad colombiana ha creado grandes incertidumbre en el país. El 20 de febrero del 2002 el proceso de paz se suspendió, agravando el ambiente de hostilidad ya existente en el país.

Para el análisis del rompimiento de las negociaciones de paz, se utilizó el método MACTOR de Michel Godet, con el cual se posicionó cada actor en función de cada objetivo estratégico y se midieron las relaciones de fuerza entre los actores. Entre los actores analizados se encuentran: el Gobierno, las Guerrillas, las Fuerzas Armadas, los Paramilitares, el Sistema Partidista, la Iglesia y la Comunidad Internacional. Los objetivos estratégicos que fueron desarrollados son cuatro: 1)desmilitarización de la guerrilla y los paramilitares; 2)Determinar qué actores intervendrán en la mesa de diálogo y lograr el compromiso voluntario de los actores a dialogar; 3)mantener las negociaciones; 4)implementar y mantener el acuerdo de paz. A través de los gráficos de convergencias y divergencias obtenidos en el análisis MACTOR se pudo constatar que la iglesia era el actor fundamental para iniciar nuevamente el proceso de negociación colombiano. Con estos resultados se plantearon tres escenarios respecto al futuro de Colombia, el primero es el futurible, donde se plantea la reanudación de las negociaciones de paz promovidas por la iglesia, el lógico es una continuación de la situación que el país a afrontado en las últimas décadas y el catastrófico moderado, presenta un incremento en la violencia y un fracaso de cualquier negociación para conseguir la paz.

Palabras clave: Colombia, Proceso de Paz, Violencia, MACTOR, Iglesia y Escenarios.

## 1. Introducción

Desde su independencia, Colombia ha sido un país inmerso en un aura de violencia interna. Pero es en el siglo XX donde esta cobra mayor fuerza. La presencia de las guerrillas ha sido el ingrediente clave en el conflicto interno que ha vivido el país por los últimos cuarenta años. De hecho, la guerrilla colombiana es considerada la más antigua de América Latina. En 1998, el expresidente colombiano Andrés Pastrana inició negociaciones de paz con las Fuerzas Armadas de Colombia (FARC), la guerrilla más grande del país, accediendo incluso a otorgándoles una zona neutral donde se pudiera llevar a cabo el diálogo entre el gobierno y el grupo insurgente.

---

Lic. Jessica D. Lanza Butrón. Maestría en Prospectiva Estratégica, ITESM, Campus Monterrey.  
[jesik007@hotmail.com](mailto:jesik007@hotmail.com)

Lic. Oscar A. Flores Cano. Departamento de Relaciones Internacionales, ITESM, Campus Monterrey.  
[florescano@itesm.mx](mailto:florescano@itesm.mx)

Lic. Zitlaly Patrón Ramírez. Maestría en Prospectiva Estratégica, ITESM, Campus Monterrey.  
[a1534388@mail.mty.itesm.mx](mailto:a1534388@mail.mty.itesm.mx)

Sin embargo, los ataques y la violencia promovidos por las guerrillas y los paramilitares (otro actor clave en la ecuación) no cesaron, así que el 20 de febrero del 2001, Pastrana declaró terminadas las negociaciones entre el gobierno colombiano y la guerrilla, ordenando al ejército recuperar la zona de distensión, y dando a las guerrillas el estatus de grupos terroristas que deben ser acabados. Por su parte, las guerrillas han intensificado sus ataques, secuestros, etc., tanto en las zonas rurales como en las urbanas, lo cual agrava la situación y puede llevar al inicio de una guerra civil. [1]

Debido a que la ruptura de las negociaciones de paz en Colombia es producto de la confrontación de las percepciones del Gobierno y las Guerrillas sobre la política, soberanía nacional y el papel que juega la globalización, encontramos conveniente evaluar el futuro de Colombia en este marco de incertidumbre a través del método prospectivo MACTOR. Es necesario delimitar el espacio temporal de nuestro estudio a abril del 2002, antes de las elecciones presidenciales en Colombia, por cuestiones de límite de entrega del mismo. Asimismo, es conveniente aclarar que cada uno de los gráficos y figuras presentadas en este escrito tienen su base en las matrices determinadas por el método pero que por restricciones de espacio no fueron incluidas aquí.

## **2. Metodología**

La metodología para el análisis del caso a presentar fue desarrollada por el francés Michel Godet y nombrado como método MACTOR [2], por medio de este se analizan un grupo de actores en base a varios objetivos específicos. La forma en que se hace es por medio de un cuadro se plantea la estrategia de los actores, así mismo se hace un cuadro de retos estratégicos con sus objetivos asociados. Una vez que se han identificado las posturas de cada actor se realiza la Matriz de las posiciones de actores por objetivos (MAO), para jerarquizar los objetivos se desarrolla una Matriz de convergencias y divergencias. De esta forma se desarrollan los gráficos de convergencia y divergencias. Luego se desarrolla la Matriz de convergencias y divergencias (2MAA), con la cual se hacen los gráficos de ponderación. Con estos resultados se desarrolla la Matriz ponderada de las posiciones valoradas (3MAO) y se obtiene la 3MAA de convergencias y divergencias.

Con la información obtenida del MACTOR se utilizará la metodología de Eleonora Masini [3], la cual plantea la identificación de escenarios alternativos, en los que se encuentra el utópico (más deseable), el tendencial (que sería una extrapolación de las tendencias actuales) y el de contraste que sería el opuesto al tendencial, en nuestro caso catastrófico moderado.

## **3. Aplicación del método MACTOR**

A continuación se presenta el cuadro de estrategia de los actores, en el mismo se detallan los objetivos y relaciones existentes entre los diferentes actores que intervienen en este caso.



	<b>Gobierno</b>	<b>Guerrillas</b>	<b>Fuerzas Armadas</b>	<b>Paramilitares</b>
<b>Gobierno</b>	<p>Meta: Crear y mantener la seguridad social.</p> <p>Medios: Uso de fuerza armada, negociación pacífica, reformas en la seguridad pública, apoyo internacional.</p> <p>Problema: Presencia de guerrillas-paramilitares, presión fuerzas armadas, presión sociedad civil, presión partidos políticos, presión comunidad internacional</p>	<p>Por medio de la fuerza reprime el logro de sus objetivos y acciones. Las leyes restringen el desarrollo de sus actividades. El modelo económico-político gubernamental impide la implantación de los objetivos guerrilleros. Cada acción del gobierno implica una reacción guerrillera. El gobierno determina los términos bajo los cuales se desarrolle el proceso de paz.</p>	<p>El presidente es el jefe del ejercito, por lo tanto las fuerzas armadas deben desarrollar todas sus acciones en base a las decisiones del gobierno. Las limita económica y operativamente (bajo un marco legal)</p>	<p>Limitan las acciones de los paramilitares. Les dan una impunidad de facto en sus acciones. Los apoya logística y económicamente de facto.</p>
<b>Guerrillas</b>	<p>Las guerrillas condicionan el proceso de paz. Por medio de la fuerza obligan al gobierno a mantener una política militar activa. Alteran los proyectos gubernamentales. Cada acción guerrillera implica una reacción gubernamental. Afectan la imagen del ejecutivo frente al extranjero.</p>	<p>Meta: Internacionalización de sus objetivos primarios de soberanía frente a los Estados imperialistas, reformas económicas institucionales y sociales.</p> <p>Problemas: El reconocimiento del Estado colombiano frente al extranjero, los paramilitares, las fuerzas armadas, legitimidad del Estado, estatus como grupo terrorista, el sistema político, económico y social.</p> <p>Medios: el uso de la fuerza (ataques armados, atentados, secuestros), diálogo.</p>	<p>Los obligan a mantenerse militarmente activos. Determinan la actualización constante en materia de logística, armamento y técnicas de combate. Implican un incremento en el reclutamiento militar.</p>	<p>Combaten y diezma a los paramilitares. Los desplazan de sus zonas de influencia.</p>
<b>Fuerzas Armadas</b>	<p>Reclaman mayor participación Reclaman libertad de acción en el frente guerrillero.</p>	<p>Obligan a mantener una defensa militar (enfrentamiento armado) Reduce su capacidad operativa y su territorio de acción.</p>	<p>Meta: Refortalecimiento del papel de las fuerzas armadas en la escena social. Problemas: Los actos guerrilleros, el narcotráfico, pérdida del respaldo social. Medios: Uso de la fuerza oficial justificada en salvaguarda de la</p>	<p>Permite que desarrollen sus acciones en ciertos territorios. Los apoya con logística y armamento. Les provee de combatientes Actuación conjunta entre ambos actores.</p>

			estabilidad nacional (protección), apoyo político, uso del miedo como arma de presión.	
<b>Paramilitares</b>	Debido al poder alcanzado, llegaron a participar en la mesa de negociaciones. Comprometen las decisiones del gobierno.	Diezman a la guerrilla. Diezman a la población civil que apoya a la guerrilla. Desplazan y combaten dentro de los territorios de actividad guerrillera.	Medio indirecto de acción. Les provee de información para actividades militares. Exigen libertad de acción (en ciertas territorios) e impunidad en sus actos (violación a los derechos humanos).	Meta: La protección de la propiedad, empresarios, latifundistas. Problemas: Los actos guerrilleros, las fuerzas armadas, las posturas y acciones de los partidos políticos y del gobierno. Medios: el uso de la fuerza desmedida e incontable.
<b>Sistema Partidista</b>	Son los principales críticos a las acciones del gobierno ejecutivo (oposición). Dentro del poder legislativo limita y cambia las propuestas del gobierno ejecutivo.	Es el origen de las guerrillas. Cambia constantemente el planteamiento político de las guerrillas	Lo influye de forma directa en un proyecto político que le de prioridad o no al ejercito. Respaldo política sobre las acciones militares.	Generación del rechazo de la opinión pública respecto a los paramilitares. Pueden presentar una postura a favor de los paramilitares.
<b>Iglesia</b>	Actor de presión a las decisiones del gobierno. Al servir como mediadora ayuda al gobierno para que se desarrolle de forma satisfactoria del proceso de paz. Influye en la inclusión de los actores en la negociación de paz. Pone en tela de juicio las acciones de estos.	Es una mediadora en el proceso de paz. Por medio de la presión social pude limitar las acciones de la guerrilla. Pone en tela de juicio las acciones de estos.	Es una mediadora del proceso de paz. Por medio de la presión social limita las acciones militares. Pone en tela de juicio las acciones de estos.	Es una mediadora del proceso de paz. Por medio de la presión social limita las acciones paramilitares. Pone en tela de juicio las acciones de estos.
<b>Comunidad Internacional</b>	Como crítico a sus acciones. Como apoyo económico y político condicionado. Sirve de facilitador y representante (de guía) en el proceso de paz.	Como reconocimiento de su existencia. Abogan hacia el buen entendimiento de las posturas de la guerrilla en el proceso de paz.	Apoyo económico, técnico y logístico. Limita en sus acciones militares.	Presionan para que no continúe creciendo este grupo. Presionan para que se restrinjan sus acciones.



	<b>Sistema Partidista</b>	<b>Iglesia</b>	<b>Comunidad Internacional</b>
<b>Gobierno</b>	Condiciona de forma directa e indirecta el rango de acción política. Altera el discurso político (oposición) Limita la acción de partidos en el poder ejecutivo.	La iglesia se ha convertido en la mediadora de las partes en disputa.	Influye en la percepción que se tiene del problema. Condiciona la participación de la comunidad internacional.
<b>Guerrillas</b>	Por medio de la coerción hacen que se pierda la validez del discurso político. Por medio de acciones terroristas contra la elite partidista hacen públicos sus objetivos políticos. Crean partidos políticos para hacer pública su agenda.	Las acciones guerrilleras han forzado a la iglesia a ser un mediador activo entre las facciones antagónicas.	Condicionan la participación de los actores internacionales. Condicionan la inversión extranjera. Condicionan la percepción internacional del conflicto.
<b>Fuerzas Armadas</b>	Influyen en el discurso político.	El grado de violencia de sus acciones determina la posición de la iglesia.	Representan la capacidad del país para mantener la seguridad nacional ante el extranjero (imagen).
<b>Paramilitares</b>	Incluidos en la agenda política de todos los partidos pero restan validez al discurso político. Atentan contra la integridad de miembros de partidos políticos izquierda.	Ponen en riesgo la integridad de los feligreses y los miembros del clero. La iglesia los considera un actor trascendental en el proceso de la paz.	Son considerados actores trascendentales para la paz. Afectan los intereses económicos extranjeros.
<b>Sistema Partidista</b>	Meta: Reposicionamiento de su lugar en el orden político de la nación. Problemas: Guerrillas, paramilitares, narcotráfico, acción política, falta de discurso y acción política adecuado, perdida de la confianza social en estos. Medios: Discurso político.	Los partidos pueden exigir a la iglesia una participación activa en la mediación del conflicto. Dentro del esquema partidista pueden existir partidos con diversos vínculos con la iglesia, que respalden públicamente las acciones de la misma.	Hacer propuestas sobre la participación internacional en asuntos de política interna.
<b>Iglesia</b>	Expone y crítica las posturas partidistas.	Meta: El orden social. Problemas: Violencia ejercida por las guerrilleras, acciones paramilitares, acciones militares inadecuadas. Medios: Discurso político orientado al diálogo y negociación y la pacificación .	Abre campos de discusión y acción para la participación extranjera. Critica las posturas de los países.
<b>Comunidad Internacional</b>	Influye en el discurso político.	Brinda apoyo al papel de mediador de la iglesia. Cuenta con representación estatal internacional (El Vaticano)	Meta: Fin de inestabilidad política, económica y social del país. Medios: Negociación, presión económica y social, mediación. Problemas: Acciones equiparadas con el imperialismo, falta de respuesta interna, acciones crean inestabilidad de poder .

**Cuadro 1. Matriz Estrategia de Actores.**

Cada figura muestra la postura de los actores respecto al objetivo abordado.

**Objetivo 1:** Desmilitarizar las guerrillas y los paramilitares.

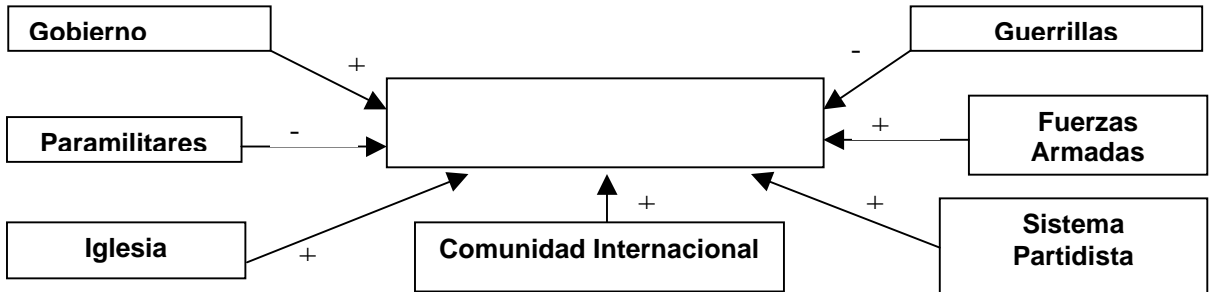


Figura 1. Posturas de los actores respecto al Objetivo 1.

**Objetivo 2:** Determinar que actores intervendrán en la mesa de diálogo y lograr el compromiso voluntario de los actores a dialogar.

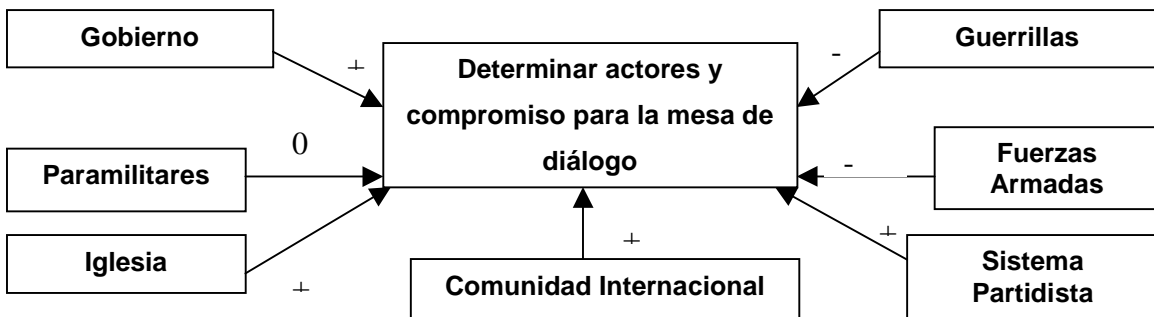


Figura 2. Posturas de los actores respecto al Objetivo 2.

**Objetivo 3:** Mantener las negociaciones de paz.

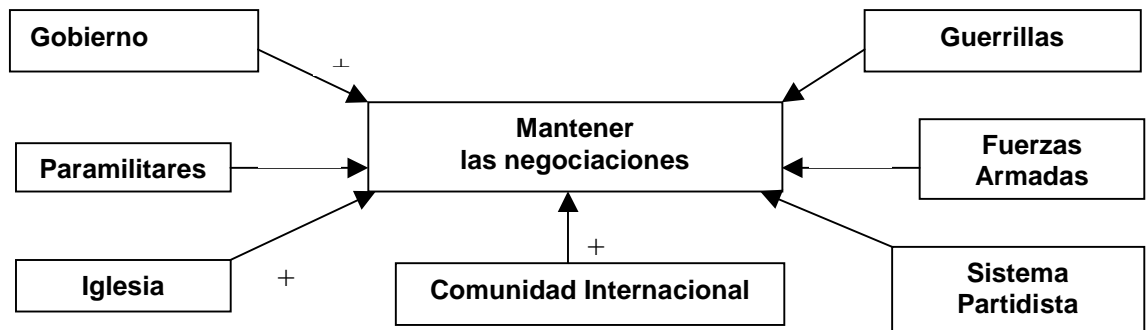


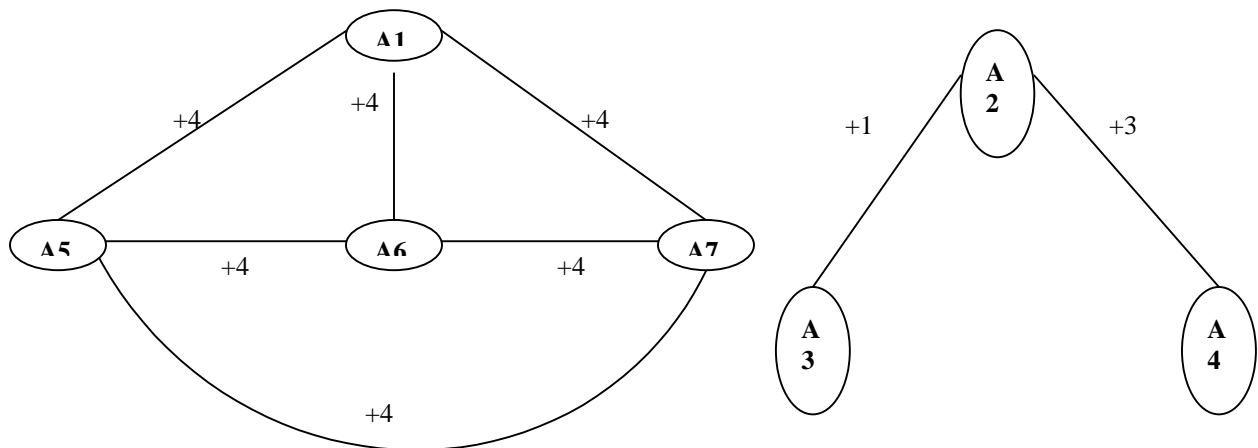
Figura 3. Posturas de los actores respecto al Objetivo 3.

**Objetivo 4:** Implementar y mantener el acuerdo de paz.



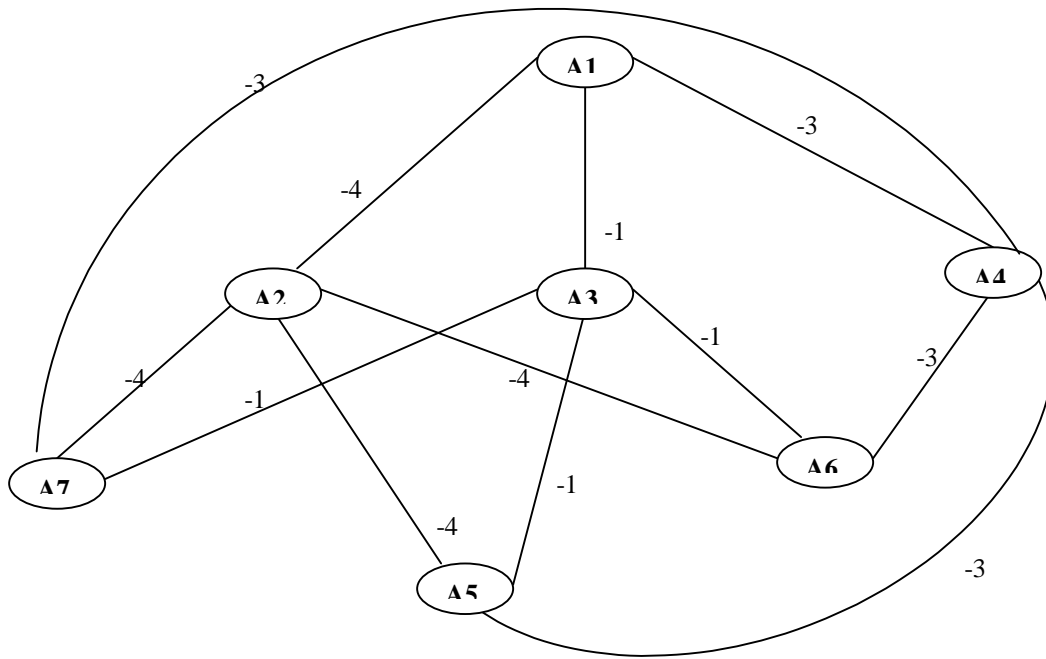
**Figura 4.** Posturas de los actores respecto al Objetivo 4.

**Gráfico de Convergencias 1 :** Por medio del siguiente gráfico podemos observar el número de convergencias de los objetivos que existen entre los actores. Dando lugar a dos bloques, uno conformado por los actores de tipo social, como lo son: el Gobierno (A1), Sistema Partidista (A5), Iglesia (A6) y la Comunidad Internacional (A7). El segundo bloque está integrado por: Guerrilla (A2), Fuerzas Armadas (A3) y Paramilitares (A4).



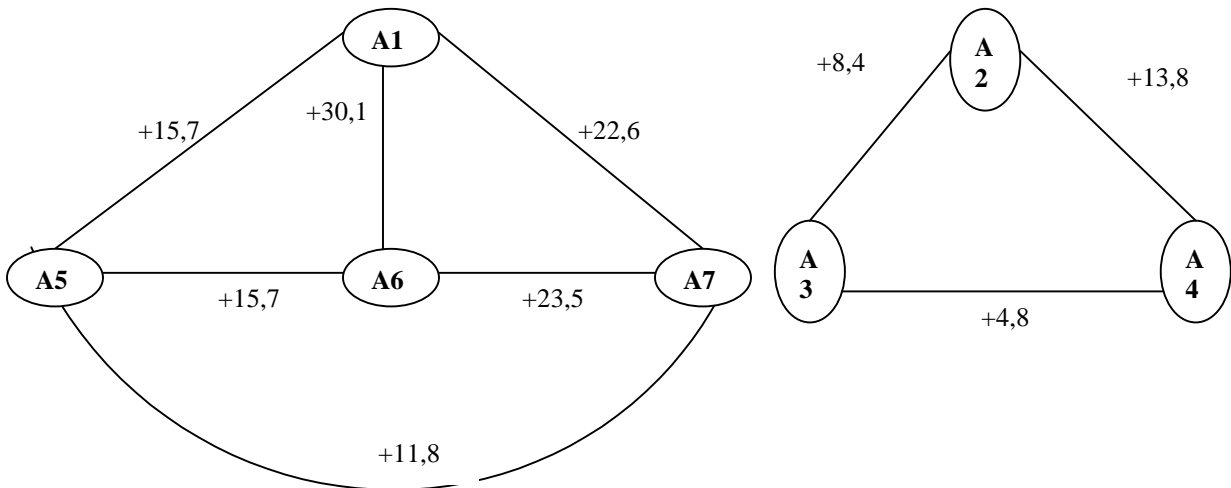
**Figura 5.** Convergencias entre los actores respecto a los objetivos a partir de la matriz de las alianzas y los conflictos MAA.

**Gráfico de Divergencias 1:** este gráfico demuestra el número de conflictos de objetivos entre los actores.



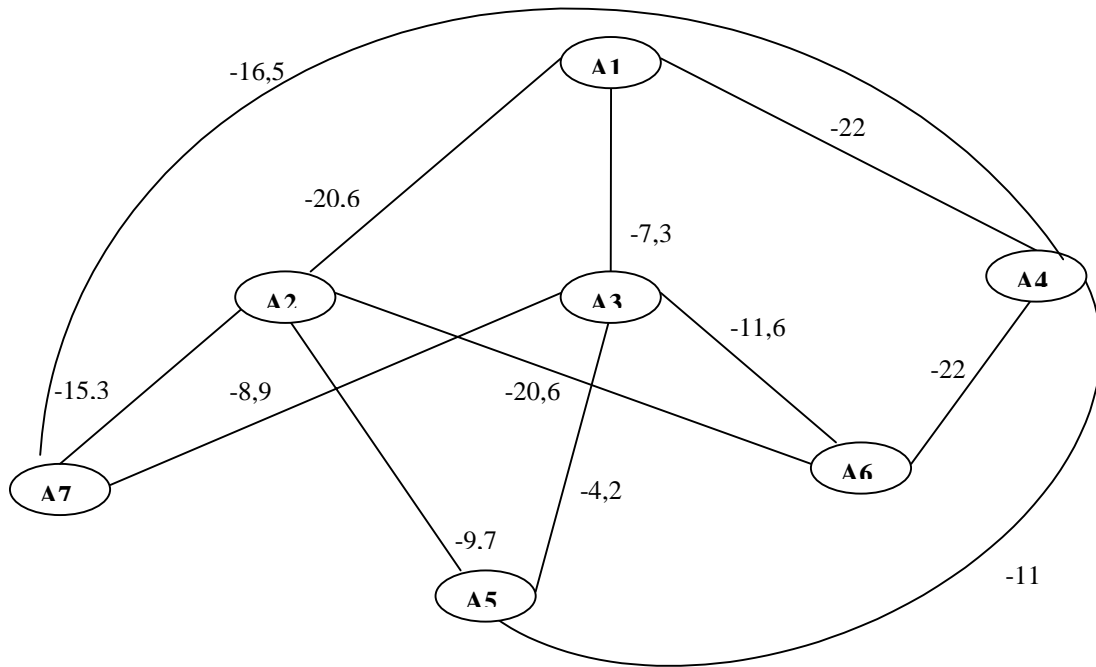
**Figura 6.** Divergencias entre los actores respecto a los objetivos a partir de la matriz de las alianzas y los conflictos MAA.

**Gráfico de Convergencias 2:** En este se muestra el grado de presión que puede ejercer cada uno de los actores frente al otro respecto a los objetivos específicos.



**Figura 7.** Convergencias entre los actores respecto a los objetivos a partir de la matriz ponderada de las alianzas y los conflictos 3MAA.

**Gráfico de Divergencias 2:** Se presenta el grado de rechazo entre los objetivos de un actor hacia otro.



**Figura 8.** Divergencias entre los actores respecto a los objetivos a partir de la matriz ponderada de las alianzas y los conflictos 3MAA.

**Conclusiones.** Dada la presente situación colombiana y en base al análisis MACTOR sobre la misma, plantearemos tres escenarios que pueden ser considerados como:

- Escenario Futurible, aquel donde hacen convergencia lo deseable y lo posible: *“Una oportunidad para Colombia”*.
- Escenario Lógico, donde se lleva a cabo una exploración de tendencias: *“Y dale con lo mismo”*.
- Escenario Catastrófico Moderado, donde hacen convergencia lo crítico y lo posible: *“Caminando entre las tinieblas”*.

**Escenario 1. “Una oportunidad para Colombia”:** La decisión de la Iglesia de tomar las riendas del diálogo como mediador, lo que ha significado el acercamiento entre los grupos antagónicos principales: el Gobierno y las Guerrillas. Una vez iniciado el diálogo entre dichas partes, otros actores del conflicto se han incorporado a la mesa de negociaciones, tales como las Fuerzas Armadas y los Paramilitares.

Por su parte, las Fuerzas Armadas han retirado por completo su apoyo hacia los paramilitares y han tomado una postura de respaldo a la decisión del Ejecutivo de reanudar las negociaciones desde una perspectiva ganar – ganar, donde los Acuerdos de Paz son el resultado inminente. Por otra parte, los paramilitares deciden formar parte de las negociaciones ya que este acuerdo les ofrece la oportunidad de integrarse a la sociedad civil o al ejército como miembros productivos de estas.

Asimismo, podemos ver el cambio de postura del Sistema Partidista, dejando de tener una posición crítica hacia el proceso de paz para convertirse en un colaborador activo en pro del mismo y de

sus prometedores resultados. La Comunidad Internacional ha decidido no participar de forma directa en los procesos de paz, sino más bien dirigir sus esfuerzos hacia el apoyo económico y logísticos del mediador: la Iglesia.

**Escenario 2. “Y dale con lo mismo”:** ¿Qué pasa con este país?. Las cosas cambian, los ataques guerrilleros y por parte de los paramilitares continúan poniendo al país en una situación aún más crítica. La Iglesia ha recibido tantos golpes y no es escuchada por el gobierno ni por los grupos insurgentes, los cuales deciden no hacerle frente a este conflicto y optan por no participar de ninguna forma en la búsqueda de una posible solución al mismo.

Frente a estos eventos, el Estado colombiano está cada vez más dispuesto a recurrir a la ayuda internacional, la cual le proporcionaría la fuerza política, militar y económica de la que parece carecer. Las guerrillas aún más descontentas por el desarrollo de los acontecimientos continúan en su postura de violencia y sin intenciones de reanudar el diálogo.

Las Fuerzas Armadas en apoyo a la decisión gubernamental de reforzar los ataques en las zonas de acción guerrillera inician bombardeos masivos e incursiones terrestres, realizando cacerías de brujas dentro y fuera de las ciudades. En la política colombiana, los partidos que plantean una ofensiva militar son los únicos que obtienen algo de credibilidad en el electorado colombiano. Una vez más, la población es la que lleva de perder.

**Escenario 3. “Caminando entre las tinieblas”.** “Cuando pensamos que las cosas estaban mal, estas se pusieron aún peor”. La Iglesia lo intentó y fracasó. Luego fue la Comunidad Internacional quien intentó resolver el problema pero de nada sirvió. Por último, los partidos políticos en conjunto con las organizaciones gubernamentales hicieron un último esfuerzo por sentar a las fuerzas antagónicas en la mesa del diálogo pero sólo obtuvieron una rotunda decepción.

Con la muerte de varios miembros de la comunidad eclesiástica de Colombia y con el trágico asesinato de Monseñor Alberto Giraldo Jaramillo; la Iglesia decide mantenerse al margen de la crítica situación colombiana. La guerrilla intensificó sus ataques rurales y entró de lleno a las zonas urbanas, causando caos en las ciudades especialmente en Bogotá y Cali. Frente a esto, el Ejecutivo ha decidido darle carta libre a las Fuerzas Armadas para que ellos solucionen esta crisis. Y estos a su vez, han intensificado su apoyo a los paramilitares, quienes fuera de control se han encargado de sembrar el terror en las zonas rurales.

Los únicos partidos políticos que tienen una ligera aceptación y apoyo electoral son aquellos que plantean una militarización de la sociedad colombiana, un reflejo de lo sucedido en Israel. Ya que como mediador, la Comunidad Internacional ha fracasado, en el seno de la ONU se aprobó enviar a los cascos azules a proteger a la sociedad civil en las zonas de combate. Ahora sí, estamos en una Guerra Civil.

“La Prospectiva cumple la misión de anticiparnos a las circunstancias en que nos podríamos ver envueltos si tomásemos caminos equivocados. La Prospectiva es una reflexión para iluminar el presente con la luz de los futuros posibles” (Godet)

## 5. Referencias

- [1] "Atacan objetivos de FARC". Internacional. *El Norte*. Monterrey, N.L. México. February 22, 2002, p.17.
- [2] Godet, Michel. De la anticipación a la acción. Ediciones Alfaomega. México, 1995 p.107-126
- [3] Bas, Enric. "Prospectiva". Ariel Practicum. Barcelona, 1999. p.113
- [4] Mojica, Francisco. La prospectiva. Técnicas para visualizar el futuro. Legis Editores. 1991. Colombia.
- [5] [www.procesodepaz.com](http://www.procesodepaz.com)
- [6] <http://www.rose-hulman.edu/~delacova/auc.htm>
- [7] [www.hrg.org/spanish/informes/2001/sexta\\_division.html](http://www.hrg.org/spanish/informes/2001/sexta_division.html)

# LA ENTRADA DE LA REPÚBLICA POPULAR CHINA A LA OMC: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA REFORMA CHINA.

Armando Renato Balderrama Santander<sup>1</sup>

En el campo de las relaciones comerciales mundiales, vale la pena subrayar dos grandes eventos de la post-guerra; uno, es la creación del GATT (General Agreement on Tariffs and Trade), que a su vez, tras la Ronda Uruguay, dio pie al surgimiento de la OMC; y el segundo, el acceso de China a éste organismo. Muchos estudiosos del tema han comparado la creación del GATT como un suceso análogo a la creación de las Naciones Unidas. Mientras que otros han considerado la entrada de China a la OMC como un verdadero “Gran Salto Adelante”. En el presente trabajo analizaremos los temas que puedan dar sustento a semejantes aseveraciones. En primera instancia revisaremos el nacimiento, objetivos y alcances del GATT hasta 1994, fecha en que se da por concluida la Ronda Uruguay y surge, tras la firma del Protocolo de Marrakech, la OMC (WTO en inglés). En este punto acentuaremos la importancia de clarificar los términos y conceptos utilizados en la jerga de la legislación comercial, los cuales usaremos más adelante. Finalmente, examinaremos con detenimiento los derechos y obligaciones que se obtienen al acceder a la OMC, haciendo especial hincapié en lo que se conoce como el *pago de entrada* al organismo, a través del cual, por ejemplo, China ha tenido que trabajar por más de 15 años en sus reformas internas y negociaciones bilaterales con los estados miembros de la OMC, con el fin de lograr su entrada a la organización. En la segunda parte del trabajo, describiremos brevemente en que ha consistido y cuál ha sido el alcance del proceso de las reformas económicas en China, revisando el papel de China en el comercio mundial en la última década. En la última parte del trabajo, repasaremos la labor de las negociaciones llevadas a cabo entre China y la OMC, subrayando los compromisos que China ha adquirido, toda vez que en Doha, Qatar, tras la IV Reunión Ministerial de la OMC se aprobó el protocolo de adhesión.

Palabras clave: GATT, OMC, reformas económicas de China, protocolo de adhesión.

## 1. Introducción.

En el presente trabajo partimos de la afirmación de que en la actualidad China es una potencia dentro de una economía global cada vez más interdependiente. China necesita cada vez más de las oportunidades y la seguridad del sistema de la OMC para llenar su amplio potencial de crecimiento y desarrollo. Y la OMC necesita cada vez más a China como un miembro total y activo para llegar a ser un verdadero sistema universal. La entrada de China al sistema comercial global es algo más que sólo comercio. Es también relativo al futuro papel de China como líder económico mundial. Y también es acerca de la futura dirección de la economía global y de nuestra comunidad global. [1]

---

<sup>1</sup> Mtro. Armando Renato Balderrama Santander. Investigador del Centro de Estudios sobre Norteamérica, ITESM Campus Monterrey. abalderrama@itesm.mx



La teoría económica que sustenta el libre comercio y, por ende, la función e importancia del GATT/OMC tiene su fundamento en lo que se conoce como la teoría neoliberal, cuya principal característica es la condena a la intervención estatal en la economía y el libre mercado. Los autores de esta corriente del pensamiento económico afirman que existe evidencia considerable que indica que al liberalizar la economía de un país su economía crecerá. Las restricciones al comercio y las políticas domésticas intervencionistas perjudican las exportaciones, obstruyendo el crecimiento económico. [2]

Consecuentemente, las reformas de las políticas comerciales han constituido una parte fundamental en los esfuerzos hacia un ajuste estructural hecho por muchos países en desarrollo en la década de los ochenta, a menudo con el apoyo de los préstamos del Banco Mundial y los arreglos con el Fondo Monetario Internacional, para lograr los ajustes necesarios con el fin de recuperar su salud económica. Sólo a través de reducciones en las restricciones al régimen de comercio y de cambio en los incentivos hacia los bienes comerciables, especialmente exportables, se logrará la ubicación eficiente de los recursos y, con ello, volver a encender un crecimiento económico a largo plazo. [3]

Aunque estos conceptos podrían parecer como algo nuevo en este mundo globalizado, la mayoría de estos principios económicos tienen su origen en la obra del escocés Adam Smith (1723-1790), *la riqueza de las naciones* de 1776, de donde surge la escuela liberal o clásica. La perspectiva clásica proporcionó una nueva orientación a la discusión económica iniciada por sus inmediatos predecesores, la tradición mercantilista en Inglaterra y la escuela fisiocrática en Francia. La escuela clásica inglesa mantuvo el interés por los orígenes y naturaleza de un excedente económico y extendió el ataque a la política restrictiva del mercantilismo. La obra de Adam Smith es la cuna, no sólo de la economía clásica o liberal, sino también de la defensa del libre comercio. Además, los liberales del siglo XIX creían, al igual que Adam Smith, que la libertad de comerciar iba mano a mano con otros tipos de libertad como la política, llegando a promulgar la necesidad de tener una economía libre de la intervención del estado gracias al fortalecimiento y consolidación de un régimen democrático. [4]

Con base en esta filosofía, surge el GATT en 1947. Con la creación de este organismo multilateral se crea el único mecanismo que serviría como instrumento jurídico de regulación del comercio internacional y como marco para la cooperación comercial. Este acuerdo logró, por primera vez, institucionalizar la cooperación multilateral entre los países, creando lo que se conoce como "las reglas del juego" del comercio mundial a través de la construcción de instituciones, cuyos principios y procedimientos implican obligatoriedad. El sistema multilateral de comercio es un buen ejemplo de un régimen en el cual no sólo hay mecanismos de intercambio de compromisos de política comercial, sino también un código de conducta que vigila el cumplimiento de los compromisos. [5]

La Declaración Ministerial de Punta del Este preparó el inicio de la Ronda Uruguay, en la cual no se había previsto la creación de una Organización Mundial de Comercio, sin embargo surgió la propuesta de

Canadá, en 1990, de crear una Organización Multilateral de Comercio, la cual fue secundada por la Unión Europea. Esta propuesta fue motivada por el deseo de crear un solo marco institucional para el comercio mundial, de esta manera se compaginarían el modificado GATT, el Acuerdo General sobre Servicios (GATS por sus siglas en inglés) y Acuerdo sobre la Protección Propiedad Intelectual (TRIPS por sus siglas en inglés). En 1994 uno de los acuerdos de Punta del Este, preparatorios para la creación de la OMC, fue que las negociaciones serían por el sistema de “*single undertaking*”, por el cual un país que llegase a ser miembro de este nuevo organismo tendría que asumir todos los acuerdos que se hayan firmado anteriormente como obligatorios. Estados Unidos inicialmente se había opuesto a esta idea, sin embargo accedió y se quedó con la patente del nombre de Organización Mundial del Comercio. Tras la firma del acuerdo de Marrakesh, 15 de abril de 1994, se dio paso al establecimiento formal de la OMC, dotándola de un marco institucional para conducir las relaciones de comercio entre sus miembros. [6]

La OMC es esencialmente un foro permanente de negociación en el cual los temas de comercio pueden ser discutidos y acordados sobre un trasfondo de las prohibiciones que se encuentran en los diversos acuerdos concluidos con anterioridad. Aunque la OMC es un organismo multilateral, esta depende de manera importante en las interacciones bilaterales o plurilaterales de sus miembros. Cualesquiera acuerdos que surjan en el seno del organismo se convertirán en multilaterales a través de la cláusula NMF.

La transparencia es algo que la OMC ha buscado fortalecer desde el momento mismo de su creación. Esta es esencial para reducir la incertidumbre y forzar el cumplimiento de los acuerdos, por lo tanto la OMC ha tratado de transparentar sus acuerdos y actividades, a través de hacer públicos sus documentos. El antiguo GATT había sido percibido, por las naciones más pequeñas, como un organismo falto de transparencia, por lo tanto la OMC ha tratado de hacer públicas todas las leyes y regulaciones de los acuerdos. De esta manera, la Ronda Uruguay creó el Mecanismo de Revisión de las Políticas Comerciales, cuyo propósito es contribuir a mejorar la adhesión a través de los miembros de la OMC a las reglas y disciplinas que ellos han firmado. El objetivo de este mecanismo es examinar el impacto de las políticas comerciales y la práctica de los miembros en el sistema de comercio. [7]

En cuanto al proceso de acceso o adhesión al organismo, podemos decir que, la membresía de la OMC esta abierta a cualquier estado o territorio aduanal separado que posea autonomía total de su conducción sobre relaciones exteriores comerciales. Los términos de la adhesión deben ser acordados entre los aplicantes y los miembros de la OMC (artículo XII). La adhesión normalmente sigue un número de etapas muy estrictas. Un aspecto clave en el proceso de adhesión es su componente bilateral. Las negociaciones de adhesión son llevadas a cabo entre el gobierno que busca acceder y todos los miembros interesados en su acceso al mercado, principalmente entre los países participantes en este grupo. Como parte de este proceso de adhesión, el aspirante negociará agendas de concesiones arancelarias y compromisos específicos sobre comercios de servicios con los miembros de la OMC interesados. Una vez que se terminaron las negociaciones sobre el acceso al mercado, el reporte del grupo de trabajo es enviado al consejo general, y un borrador de decisión y protocolo sobre la adhesión es adjuntado al reporte, así como la agenda negociada de aranceles. El acceso de un nuevo miembro debe ser aprobado por una mayoría de dos tercios de los miembros existentes. [8]

Cada miembro de la OMC tiene el derecho de presentar demandas específicas al país aspirante, tanto en asuntos de aranceles como en los no arancelarios. Más de treinta países estuvieron involucrados en los procesos de adhesión a la OMC durante el periodo 1995-2000. Los aspirantes incluyen países importantes tales como, China, Taiwán, Rusia así como otros países de la ex Unión Soviética, así como numerosos países en desarrollo. Todos estos países representan el 8% del comercio global en mercancías, 5% del PNB global y 30% de la población mundial. [9] Con la OMC, las condiciones impuestas para el acceso son mucho más estrictas de lo que fueron con el GATT, el cual sólo pedía virtudes liberales de comercio. Ahora los aspirantes tienen que cumplir con ciertos requisitos muy estrictos, entre ellos comprometer toda su agenda de aranceles y aplicarla en los tiempos establecidos, además deben liberalizar el acceso a su mercado y no deben aplicar aranceles por arriba del 10%. Estas y otras condiciones han hecho que muchas de las adhesiones tomen varios años, por ejemplo al gobierno chino le tomó 16 años estas negociaciones.

Finalmente, podemos decir que la Organización Mundial del Comercio es la institución, que junto con las Naciones Unidas, ha podido congregarse la mayor cantidad de economías a nivel mundial, con el único propósito de fortalecer los vínculos comerciales entre los países miembro del organismo. La teoría filosófica tras este organismo propugna por una apertura total de los mercados con el fin de mejorar el nivel de vida de las sociedades. Esta teoría subraya, además, la necesidad de contar con sistemas políticos liberales como una condición *sin equa non* para lograr la integración total de estas economías al nuevo orden mundial.

En cuanto al tema de las reformas económicas en China podemos decir que con el fin de comprender, cómo fue posible que China, siendo un país que no ha renunciado a un sistema socialista, con un gobierno autoritario y de un solo partido hegemónico, haya podido ingresar a la Organización Mundial de Comercio es necesario entender el trasfondo y alcance de las reformas emprendidas a finales de la década de 1970. Como lo señala Maddison Angus, desde la creación de la República Popular China en 1949, el nuevo régimen había establecido tres objetivos principales: a) cambiar el orden sociopolítico; b) acelerar el crecimiento económico y; c) mejorar la posición geopolítica de China y restaurar su dignidad nacional. En los primeros años de vida de la República Popular China los tres objetivos se lograron sin mayor problema, alcanzando cifras impresionantes en casi todos los rubros, sin embargo a partir de finales de la década de 1970, debido a diversas circunstancias tanto políticas como económicas, la economía de China se había estancado y había surgido una crisis política dentro del partido, acelerada por la muerte de Mao Zedong, el 9 de septiembre de 1976.[9]

La 3ª Sesión Plenaria del XI Comité Central, celebrada del 18 al 22 de diciembre de 1978, significó el inicio de la estrategia del gobierno chino, no sólo para salir del estancamiento económico sino para recuperar la legitimidad y la fuerza del partido comunista chino y sus líderes. Después de más de una década de turbulencia política, una facción de esta élite política decidió implementar una serie de políticas de largo alcance con el principal propósito de reactivar la economía en todas sus áreas y encontrar una solución a la progresiva demanda de empleos causada por el crecimiento constante de la

población. En poco tiempo se percibieron resultados positivos de estas reformas, como lo señaló Deng Xiaoping en su discurso del 18 de septiembre de 1985, ante la Conferencia Nacional del Partido, al subrayar que el periodo de siete años, desde la 3ª Sesión Plenaria, había sido uno de los mejores y más decisivos que haya conocido la República Popular China desde su fundación.[10]

Estas reformas primero se implementaron en el campo, para posteriormente trasladar el centro de gravedad a las ciudades. En el campo se trató de popularizar ampliamente el sistema de responsabilidad con cuotas de producción con base en la familia, mientras que en el ámbito urbano se trató de expandir el derecho de autonomía de las empresas y de lograr una apertura al exterior que apoyara las reformas en ambas áreas. En poco tiempo estas reformas reportarían números asombrosos logrando un cimiento importante para construir una economía *ad hoc* con las nuevas necesidades de China. [11]

El éxito de la experiencia de la reforma económica china es sorprendente ya que, como señala Susan Shirk, a diferencia de la visión económica liberal en la que se piensa que las instituciones políticas comunistas son rígidas y hostiles hacia la innovación, las evidencias nos demuestran lo contrario, ya que el sistema político comunista también tiene elementos de flexibilidad y autoridad que ofrecen oportunidades para políticas de innovación. Esto queda reflejado en lo que señaló Deng Xiaoping durante la Conferencia Nacional sobre el trabajo científico del 7 de marzo de 1985: "Permitimos el desarrollo de la economía individual de las empresas mixtas con inversiones nacionales y extranjeras, y de las empresas con capitales exclusivamente extranjeros, pero siempre con el sistema de propiedad pública socialista como el principal." [12]

El sistema económico de China hasta antes de 1978 se basaba en una economía totalmente centralizada en donde el gobierno tenía el control sobre el volumen y la composición de la producción, así como sobre la distribución de los recursos a través de una planeación centralizada; también contaba con la propiedad del estado sobre todos los medios de producción y estaba a cargo de la distribución del ingreso basado en el principio de equidad. Éstas, junto con otras políticas e instituciones sociales de apoyo mutuo, hicieron que la economía centralizada desarrollara un sistema integral con su propia lógica. [13]

Durante las tres décadas anteriores a 1970 se había manifestado un crecimiento económico continuo de rápida industrialización y progreso tecnológico, sin embargo, los costos de operación de una economía centralizada en términos de desperdicios de materiales y de recursos humanos habían sido muy altos. El notable crecimiento de China fue logrado por la formación de capital más que por un incremento en su productividad. No obstante, a partir de mediados de la década de 1970, China permanecía como uno de los países con menor ingreso *per cápita* entre las economías centralmente planificadas, debido a su bajo nivel de productividad y lento crecimiento, los cuales a su vez correspondían a los grandes defectos económicos del sistema:[14]

- a) Debido al excesivo énfasis en la acumulación de capital físico como fuente primaria de crecimiento, la calidad del capital e inversión en capital humano se dejaron en segundo lugar. Y aunque el grado de inversión en capital industrial permitió un inventario relativamente nuevo, una gran cantidad del equipo era tecnológicamente atrasado y, donde la pobre calidad del trabajo, era el reflejo de los bajos niveles educativos de la fuerza laboral.
- b) El lento progreso tecnológico fue otra causa de la baja productividad.
- c) Algunos aspectos intrínsecos del mismo sistema inhibieron la ubicación eficiente de recursos tanto a niveles de toda la economía como a los niveles de las empresas.
- d) El sistema de incentivos para los trabajadores y campesinos también fue causante de baja productividad y falta de innovaciones.

Otros dos problemas que se generaron en este periodo, exactamente entre 1966 a 1976 fueron, primero un desequilibrio en la economía, como lo explica Li, debido a la falta de contrapeso en la estructura económica entre el rápido aumento en la producción de la industria pesada, dejando rezagada la de la agricultura y la de la industria ligera. Entre 1966 a 1976, la agricultura decreció al igual que la industria ligera, de 43.6% a 41% y de 47.2% a 40% respectivamente. En cambio, la industria pesada tuvo un crecimiento, pasando de 40% a 64% durante esos mismos años. Por lo tanto, como lo señala Li Chengrui, el rápido crecimiento de los medios de producción no pudo promover el aumento de los medios de consumo, de tal suerte que este desequilibrio en la estructura interna hizo difícil proporcionar el empleo que demandaba el incremento constante en la mano de obra que se requería para la industria pesada.[15]

El segundo problema tuvo que ver con la alta acumulación debido a la gran cantidad de obras en construcción estancadas o semi estancadas. Entre 1970 y 1976 la acumulación fue de 30%, cuando el óptimo era de 25%, las consecuencias fueron, no sólo la dilatación en la construcción de infraestructura y la reducción del efecto de las inversiones, sino también la baja en el nivel del consumo del pueblo.

En cuanto a su temprana relación con el exterior, la República Popular China sólo tenía relaciones comerciales con 40 países y regiones. Esta situación cambió sustancialmente a raíz del ingreso del país en el seno de la Organización de Naciones Unidas (ONU) en octubre de 1971. Para 1976, la cifra había aumentado a 160 países, con 80 de los cuales China tenía acuerdos comerciales o protocolos gubernamentales, incluida la Comunidad Económica Europea. Por otro lado, de 1950 a 1976, el monto total de las exportaciones había aumentado 11.4 veces, de \$552 millones de dólares pasó a \$ 6,855 millones de dólares; el total de las importaciones había aumentado 10.3 veces, de \$580 millones de dólares a \$6,580 millones de dólares, en total el comercio exterior había aumentado 10.9 veces de \$1,132 millones a \$13,435 millones de dólares, ocupando el 1% de las exportaciones mundiales. Lo más importante a destacar es que de 1959 a 1976, China pasó de ser un país exportador de productos agrícolas y de actividades secundarias, a uno de productos industriales y mineros. Además, en 1973 China comenzó a exportar petróleo, para 1975 las exportaciones de petróleo significaban el 10% de las exportaciones chinas. Para 1976 las exportaciones de productos industriales y mineros ocuparon el 45% del total de lo que China exportaba. Por el lado de las importaciones, desde 1949 las principales mercancías que se compraron en el

exterior fueron siempre medios de producción. Desde 1952 hasta 1976, las importaciones de equipos completos y de tecnología destinadas a la metalurgia, mecánica, industria automotriz, carbón, petróleo, energía eléctrica, correo y telecomunicaciones, química, minería y electrónica mecánica de precisión, desempeñaron una función muy importante en la formación de la base industrial de China y en la elevación de su capacidad productiva. [16].

Al revisar las relaciones económicas y comerciales de China con el exterior, desde 1949 hasta el inicio de las reformas, se ve claramente la influencia que sobre estas ejerció el cambio en la situación política y económica interna y externa. En cuanto a la externa, después del bloqueo impuesto por Estados Unidos y otros de países en octubre de 1950, China tuvo que voltear hacia la ex-Unión Soviética y los países de Europa del Este. Para 1955 el volumen global de las exportaciones a la Unión Soviética y los países de Europa Oriental representó el 76.2%.

Sin embargo, debido a las diferencias entre ambos países, la Unión Soviética en 1960, unilateralmente, retiró a sus 1,390 especialistas y rompió con los más de 343 contratos. A consecuencia de anterior, el gobierno chino se vio obligado a voltear hacia occidente y hacia los países y regiones en desarrollo. Además, el propio desarrollo de la producción moderna de China exigía importar sin cesar técnicas avanzadas. Entre 1972 y 1977 China importó 706 rubros en equipos completos y tecnología. Sus principales proveedores, en estos rubros fueron Japón y algunos países de Europa Occidental, e inclusive los Estados Unidos después del acercamiento diplomático con China en 1972.

Por otro lado, para acelerar la construcción económica, China le dio marco jurídico a la apertura al exterior, promulgando desde 1979 más de 40 leyes y reglamentos y, en 1982, una nueva constitución. De esta manera no sólo se desarrolló en gran medida el comercio exterior y el esfuerzo por adoptar equipos y tecnología avanzados del mundo, sino también se trató de usar los fondos extranjeros de forma activa y prudente. Después de que a mediados de 1960 China pagara a la Unión Soviética todos lo que le había prestado, desde entonces hasta principios de 1970 China no utilizó prestamos de otros gobiernos. [17]

Al iniciar la década de 1980 se dio un crecimiento espectacular tanto en el comercio como en la inversión extranjera directa (IED). En cuanto a la inversión, antes de 1978, las diferentes estrategias de desarrollo habían prescindido casi totalmente del apoyo externo, pero en la década de 1980 se creó el marco institucional para atraerla.

Las reformas económicas llevadas a cabo durante la década de los noventa, no sólo representan la segunda etapa de las reformas iniciadas a finales de la década de los años setenta, sino también son el preámbulo de los intentos formales e institucionales que llevó a cabo China con el fin de ser admitida dentro de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Las reformas implementadas en la década anterior respondieron a una serie de necesidades, que como ya analizamos, tuvieron como meta final, además de ayudar a que la economía china saliera del estancamiento económico en que se encontraba, lograr un crecimiento a través de la apertura comercial y la atracción de inversión extranjera.

La década de 1990 nos muestra la asombrosa capacidad del gobierno chino para reaccionar ante cualquier coyuntura o crisis económica, así como su eficacia para resolver problemas que a otros países les llevaría, seguramente, mucho más tiempo. Esto es una muestra más de que, a pesar de la agresiva apertura de china y su entusiasta adopción de una economía de mercado con “características chinas”, el gobierno chino, a diferencia de lo que afirman algunos estudiosos, ha sido el motor y el director de la economía. Es decir, los procesos de crecimiento económico, desde 1980 hasta la fecha, han sido planificados y dirigidos por el gobierno, con un uso sistemático de políticas industriales selectivas así como de políticas de protección y de subsidio a las actividades prioritarias.

En el caso de China, como en el de otras economías del área, ya sea Taiwán o Corea del Sur, la inesperada difusión capitalista no se debió a las políticas de libre comercio: “En el caso de estos países se puede constatar que sus políticas han diferido considerablemente de los modelos de crecimiento de libre comercio así como de los de modernización desde el exterior vía la empresa transnacional. La sistemática intervención gubernamental ha estimulado a la empresa en la consecución de los objetivos de crecimiento a largo plazo. Todos estos países han recurrido a la planeación eficiente con flexibilidad frente a los vaivenes económicos. Al mismo tiempo, los gobiernos de estos países han implementado políticas más marcadas de competencia interna para presionar a las grandes empresas a incrementar su atención sobre cuestiones de desarrollo de capacidades tecnológicas y de capacitación de personal”. [18]

Además, el gobierno de china, como parte de las estrategias de apoyo en esta segunda etapa, incluyó en su táctica económica un rasgo muy importante, desde 1992 desarrolló el sector bancario y el mercado de valores. En cuanto al mercado de valores, podemos decir que este revolucionó al sistema financiero chino, ayudando a canalizar los ahorros internos a proyectos productivos. Ya desde 1990 se habían creado la bolsa de valores de Shanghai y poco después la de Shenzhen. Esta ha sido una de las estrategias que le ha permitido al gobierno chino, no sólo usar eficientemente la gran cantidad de ahorro interno y con ello no depender excesivamente del ahorro externo, sino también fortalecer un rubro que tenía muy rezagado con el fin de cumplir requisitos de ingreso a la OMC.

En cuanto a la adhesión de China a la OMC debemos empezar comentando que si bien es cierto que China fue uno de los 23 signatarios originales del GATT en 1947, este puesto estaba ocupado por la República de China encabezada por Chiang Kai shek y el Guomindang (Partido Nacionalista Chino), por lo cual no podemos hablar de un reingreso de la República Popular China, en todo caso sería un reingreso del gobierno chino de Taiwán, ya que tras la revolución de 1949, el gobierno de Taiwán anunció que China abandonaba el sistema del GATT y, aunque el gobierno de Beijing nunca reconoció esta decisión, sin embargo este asunto pasó a segundo término. No obstante, casi 40 años después de la fundación de la República Popular China, el 10 de julio 1986 China notificó al GATT su deseo de ingresar como parte contratante del GATT (recuperando la idea de que China fue parte del acuerdo de 1947). Ante esto, el GATT, después de una reunión de Consejo de 4 de marzo de 1987, estableció el primer Grupo de Trabajo para examinar la solicitud de la República Popular de China.

Una vez aprobados los Acuerdos de Marrakech, el 15 de abril de 1994, el 1º de enero de 1995 entró en funciones oficialmente la OMC y con ello, el ámbito de funciones que cubría el organismo ya no sólo abarca lo negociado en el GATT 1994, sino también se estipularon acuerdos sobre ámbitos totalmente nuevos dentro de este organismo como lo son: las medidas sobre propiedad intelectual (TRIPs por sus siglas en inglés), las estipulaciones sobre el comercio de servicios (GATS) y las disposiciones sobre la inversión (TRIMs). Debido a lo anterior, el gobierno de China, en un comunicado del día 7 de diciembre de 1995, volvió a solicitar su acceso al nuevo organismo, ya que ahora China debería negociar sobre estos nuevos acuerdos aprobados durante las negociaciones multilaterales de la Ronda Uruguay (1986-1994).

El Grupo de Trabajo, también coordinado por el embajador suizo Pierre-Louis Girard, se reunió por primera vez, con el grupo chino, coordinado por el jefe negociador para la OMC Long Yongtu, el 22 de marzo de 1996, desde esta fecha se reunirían en 17 ocasiones, hasta que el 9 de noviembre de 2000 se cambió de presidente del Grupo del Trabajo, siendo el nuevo presidente el francés Paul-Henri Ravier, quien llevaría la última parte de las negociaciones, las cuales finalizaron el 17 de enero de 2001 bajo la elaboración del documento conocido como el "Memorando sobre el Régimen de Comercio Exterior de China (L/6125) y el documento WT/ACC/CHN/23/Rev.1." Ambos documentos fueron la parte medular para la formulación del borrador del Protocolo de Adhesión, el cual sería aprobado el 10 de noviembre del 2001. Finalmente, el 17 de septiembre de 2001 concluyó con éxito en la Organización Mundial de Comercio la negociación de las condiciones de adhesión de China, allanando el camino para que se aprobara formalmente el texto del acuerdo durante la IV Reunión Ministerial en Doha, Qatar el 11 de noviembre de 2001.

La adhesión de China se dio formalmente bajo la decisión de la Conferencia Ministerial del 10 de noviembre de 2001, en el documento WT/L/432. Este documento, donde se encuentran contenidos los acuerdos tomados entre China y la OMC, se halla dentro del protocolo de adhesión. Este documento inicia con la siguiente afirmación: "Teniendo en cuenta el párrafo 2 del artículo XII y el párrafo 1 del artículo IX del Acuerdo de Marrakech por el que se establece la OMC y el Procedimiento de adopción de decisiones... tomando nota de la solicitud de la República Popular China con fecha 7 de Diciembre de 1995, decide lo siguiente: la República Popular China podrá adherirse al Acuerdo Marrakech por el que se establece la OMC en los términos y condiciones enunciados en el protocolo". [19]

## **2. Metodología.**

Las fuentes que se usaron para la presente investigación en el caso del tema del GATT/OMC fueron los documentos originales y el material encontrado en los sitios de Internet al respecto. En el segundo tema, vale la pena subrayar el hecho de que el material que se utilice es de fuentes originales chinas, inclusive traducción del chino-mandarín al español. En el tercer tema, fue imprescindible desmenuzar las más de mil hojas del protocolo de adhesión de China a la OMC y el acuerdo entre Estados Unidos y China.



### 3. Resultados y Discusión.

Los resultados de la investigación, que tiene como principal característica distintiva que es bajo la perspectiva de China, nos refleja que en el caso de su adhesión a la OMC, el hecho de que muchos ensayos pasen de largo la intencionalidad del gobierno de Beijing, le resta mérito a un análisis profundo y un estudio serio del tema.

### 4. Conclusiones.

Después de más de 15 años de intentos sistemáticos de China para acceder a la OMC, el grupo de adhesión *ad hoc* para el caso Chino, aceptó las propuestas y compromisos del gobierno chino. Asimismo, China accedió a las demandas de los países miembros, con el fin de acelerar su ingreso.

La principal pregunta que queda en el aire es saber si el gobierno chino esta dispuesto a cumplir con los compromisos de Doha, Qatar, así como la forma de su implementación. Estado Unidos, y en general la comunidad mundial representada en la OMC, observarán muy de cerca estas cuestiones, aunque sin duda la suerte esta echada y los impactos de esta adhesión tardaran poco en salir a la luz pública.

### 5. Referencias.

- [1] Basado en el discurso del Director-General de la OMC, Renato Ruggiero, el 21 de abril de 1997 en la Universidad de Beijing, China.
- [2] Nash, John., Thomas Vinod, Best Practices in Trade Policy Reform, Washington D.C, The World Bank, Oxford University Press, 1991, 1 p.
- [3] *Ibidem*. 5-10 pp.
- [4] Barber, William J. Historia del pensamiento económico, Madrid, Alianza Editorial, S.A. 1990, 19-24 pp.
- [5] Hoekman, Bernard M., Kostecki, Michel M. The Political Economy of the World Trading System. The WTO and Beyond, Nueva York, Oxford University Press, 2002. 38 p.
- [6] Véase la página de la OMC, [www.omc.org](http://www.omc.org), así como también la página del Sistema de Información sobre Comercio Exterior: [http://www.sice.oas.org/trade/ronda\\_ur/03.asp](http://www.sice.oas.org/trade/ronda_ur/03.asp).
- [7] Hoekman, Bernard M., Kostecki, Michel M. Op. Cit. 62-64 pp.
- [8] *Ibidem*, 264-278 pp.
- [9] Angus, Maddison. Chinese Economic Performance in the Long Run, Paris, Development Center of the Organization for Economic Cooperation and Development.(OCDE) 1998. 15- 16 pp.
- [10] Chengrui, Li., Zhuoyuan, Zhang, Tomo II, Beijing, Edición en Lenguas Extranjeras, 1984 292 p.
- [11] Shirk, Susan L, The Political Logic of Economic Reform in China, Berkeley, University of California Press, 1993. 4-5 pp.
- [12] *Ibidem*, 18-27 pp.

- [13] Galenson, Walter, China's Economic Reform, San Francisco, CA., The 1990 Institute. 1993. 12-13 pp.
- [14] *Ibidem*, 13-15. pp.
- [15] Chengrui, Li., Zhuoyuan, Zhang, Tomo II, Op. Cit. 10-11 pp.
- [16] *Ibidem*, 293 p.
- [17] *Ibidem*, 297 p.
- [18] Calva, José Luis, Ed., Modelos de Crecimiento Económico en tiempos de globalización, Puebla, Universidad Autónoma de Puebla, Juan Pablos Editor. 1995. 2 p.
- [19] Export. Gov, Trade Compliance Center, "WTO: China Accession Agreement. Chapter 1, Introduction", <http://www.tcc.mac.doc.gov>.

**MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y POLÍTICA EXTERIOR.** Miguel Ángel Valverde Loya, División de Humanidades y Ciencias Sociales, Campus Ciudad de México, ITESM.

En el presente artículo, su autor discute algunas de las principales ideas y conceptos que se han desarrollado, en el tema de la relación entre los medios de comunicación y la política exterior. El argumento central es que la relación simbiótica existente entre los medios y el gobierno (en la que éste último es fuente esencial de información para los primeros, y éstos son canal primordial para la relación con los gobernados), se acentúa significativamente en esta área. En las sociedades democráticas, los actores internos con frecuencia tienen múltiples canales de acceso a los medios, mientras que los actores extranjeros suelen alcanzar espacios más limitados. Sin embargo, el libre acceso a la información (particularmente en un mundo globalizado) puede obstaculizar el logro de objetivos o poner en riesgo la seguridad de un país, al beneficiar a sus enemigos externos.

ORietta PERNI,  
Profesora Invitada Departamento de Relaciones Internacionales, Campus Monterrey, ITESM

## **MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIETAL EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA**

Trabajo presentado en III Coloquio Internacional de la revista ' Geocrítica'  
Migración y cambio social  
Barcelona (España) Mayo 2001

El objetivo de este trabajo es aplicar el concepto de ' seguridad societal' (*societal security*) - desarrollado por Barry Buzan y la Escuela de Copenhague entre finales de los ochenta y primeros de los noventa - al fenómeno de las migraciones. Con este fin, se ha circunscrito el área geográfica de nuestro análisis tomando en cuenta sólo los flujos migratorios que de la zona mediterránea (especialmente desde el Magreb) se mueven hacia la Unión Europea.

Nuestro punto de partida es la evolución del concepto de seguridad que siguiendo los últimos desarrollos de la política internacional ha ido incorporando en su agenda nuevos temas hasta llegar a una multidimensionalidad antes inexistente.

En el primer apartado del trabajo se analizará la evolución del concepto de seguridad subrayando el significado de la ' seguridad societal'. En segundo lugar, se analizará como el fenómeno de las migraciones se conecta al concepto de seguridad societal y seguidamente, por medio de datos estadísticos, se presentarán los países de la UE mayormente afectados por las migraciones y las previsiones futuras acerca del tema. Pasando al nivel regional se estudiará como la UE se ha enfrentado a las migraciones, sobre todo a través de la Asociación Euromediterránea que es su marco de acción para cooperar con los países de la orilla sur del Mediterráneo. El último apartado recogerá algunas reflexiones en forma de preguntas que podrían constituir pautas de análisis para el desarrollo del tema.

**DEL TLCAN AL MERCOSUR. INTEGRACIÓN Y DIVERSIDAD EN AMÉRICA LATINA. Autor: Víctor López Villafañe. Departamento de Relaciones Internacionales, División de Humanidades y Ciencias Sociales. ITESM-Campus Monterrey**

Este es un libro que hace un recorrido por los viejos y nuevos problemas de la América Latina, especialmente entre lo que fue su inserción en el mundo bipolar que se acaba a fines de los 80 y el que se abre en los 90 y lo que va del nuevo siglo XXI, caracterizado por el dominio de los Estados Unidos y por una gran incertidumbre en el sistema internacional. Es preciso recordar que para América Latina, a diferencia de otras grandes regiones del mundo, la unipolaridad ejercida por los Estados Unidos no es algo realmente nuevo, ya que nuestro continente ha sido la región en la que se expresó primariamente el ascenso del nuevo gran poder mundial. México, el Caribe y Centroamérica quizá están unidos históricamente por haber sido desde mediados del siglo XIX objetivos estratégicos en la política exterior de los Estados Unidos.

Las luchas hegemónicas y la competencia mundial desatada por las políticas económicas neoliberales desde los 80 conducen a la creación de frentes regionales, llamados bloques económicos prácticamente en todo el mundo. Lo relevante para América Latina es que no surge un bloque similar que aglutinara a todas las economías de la región como en Europa o en Asia, a pesar de que nuestro continente contaba ya con los proyectos y diseños institucionales con anterioridad. Los viejos proyectos de integración y de unidad política y económica nunca pudieron inscribirse en la realidad más que marginalmente, tanto los que comprendieron a la gran mayoría de países del continente como a los que surgieron en determinadas subregiones. Lo que deviene en América Latina como respuesta a estos cambios globales es el diseño de una nueva geografía económica sustentada en cambios producidos en las grandes macroregiones del continente como es el Mercado Común del Sur (Mercosur) en 1991 y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994. El Área de Libre Comercio de Las Américas (ALCA) iniciativa lanzada por los Estados Unidos desde 1990 para concretar en el 2005 una región de libre comercio, constituye desde entonces la espina dorsal de la política estratégica de ese país con relación al continente en el largo plazo, y por ello revisar y hacer un balance no sólo resulta un ejercicio estrictamente académico sino que permitirá a la vez calibrar los efectos políticos de dicho proyecto.

Este libro pretende extenderse en un arco que va desde el estudio de lo que ha cambiado el mundo en la era de la globalización hasta el análisis de los problemas generales de América Latina, muchos de ellos como el político, las transiciones de las dictaduras a las democracias o de las guerras a los periodos de paz, y el económico, principalmente lo referente a la deuda y el costo social que la aplicación de las políticas neoliberales han producido prácticamente de manera estandarizada en todo el continente. El recorrido del TLCAN al Mercosur pretende ser también un balance sobre los acuerdos comerciales y de integración económica de todo el continente, viejos y nuevos en las subregiones para mirar desde el pasado como puede ser el futuro y lo que deberíamos cambiar para enfrentar el mundo de las grandes regiones del siglo XXI.

**Área: Ciencias Sociales**  
**Coordinador de área: Dr. Freddy Ramón Maríñez**  
**Navarro**

**Medios e identidad**

**Coordinador de mesa: Lic. Enrique Tamés Muñoz**

**GLOBALIZATION OF LATIN AMERICAN CULTURAL INDUSTRIES: TELENOVELAS IN TRANSNATIONAL TIMES.** Omar Hernández Sotillo, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Campus Monterrey, ITESM.

This paper presents a case study of the current globalization process affecting most productive activities in the world today, including the cultural industries. Specifically, it studies how telenovelas, the most popular television genre in Latin America, may have been affected by their own recent success in the transnational realm. Telenovelas are successful national products that satisfy the internal demand and are also marketable abroad. Because of their tremendous popularity with domestic audiences, telenovelas also serve as cultural fora for social discourse in many countries. After an appropriate historical contextualization of these programs within the regional television industry, the central issue guiding the study emerges: given the current export orientation of Latin American cultural producers, are the pressures to increase the global appeal of this genre having an effect on its contents? If so, what is happening to telenovelas in their capacity as arenas for social discourse? That is precisely what this study investigates: whether the pressures for increasing the transnational marketability of the most popular cultural product ever in Latin America are likely to significantly affect its contents and, if so, in what ways. The arguments presented are informed by original interviews with telenovela producers, distributors, and programmers. In addition, a number of currently produced transnational telenovelas are reviewed in order to complement and enrich the findings yielded by the interviews. Perhaps the most important insight offered by this study is that there is no clear resolution to the existing tension between the need for domestic success and the drive to export globally, and that this conflict between the national and the transnational realms is nothing new in the world of telenovelas. In the course of reaching these conclusions, the paper contributes in a small but tangible way to the ripening process of globalization as a social science concept.

# **ANÁLISIS BIOGRÁFICO DE LÍDERES POLÍTICOS** Oscar Ochoa. Departamento de Ciencias de la Comunicación, Campus Monterrey, ITESM.

## RESUMEN

La presente investigación evalúa la integración entre líderes políticos contemporáneos y elites en una sociedad dada. Propone una metodología que evalúa la serie de etapas en la biografía de los líderes y estudia su relación con las elites. Pone de manifiesto semejanzas, diferencias y contradicciones entre diferentes líderes de distintos países. Asimismo, intenta operacionalizar algunos aspectos de la teoría política, referidos al liderazgo, a fin de crear una herramienta de utilidad para el análisis político, además de demostrar la importancia de las elites políticas en la formación y desarrollo del líder político, así como en las situaciones de crisis. Más que dejar la literatura biográfica de los líderes en un aspecto meramente descriptivo, intenta darle orden y significado.

## INTRODUCCIÓN

Nuestro estudio consiste en el análisis de líderes políticos. Para ello hemos desarrollado de un modelo que hemos denominado "Modelo de la Integración Líder-Elites", el cual se aplicó a 22 distintos líderes políticos del siglo XX.

### Antecedentes:

Existen muchos estudios del liderazgo desde distintas áreas del conocimiento como la psicología o la administración. El presente estudio conformó la investigación de tesis para el doctorado en Ciencias Políticas y de la Administración del autor. Previamente se había realizado un estudio preliminar del liderazgo político aplicado al caso de Napoleón Bonaparte, para la tesina de Maestría en Análisis Político. Ambas se presentaron en la Universidad Autónoma de Barcelona a finales de 1995.

### Objetivos:

1) Operacionalizar algunos aspectos de la teoría política, referidos al liderazgo, a fin de crear una herramienta de utilidad para el análisis político; 2) Demostrar la importancia de las elites políticas en la formación y desarrollo del líder político, así como en las situaciones de crisis.

### Contribución e importancia:

Hemos considerado de valor la contribución de elementos que faciliten, mejoren o aporten alguna utilidad para el campo de la ciencia política. Por ello, más que ocuparnos del análisis de referencias de alguna manera conocidas y que en su momento representaron auténticas aportaciones al conocimiento de la disciplina, nos hemos preocupado por sintetizar la teoría y aportar, con las deficiencias propias, un instrumento de análisis que, a criterio de los investigadores pueda representar una herramienta más para el análisis, con lo cual esperamos una herramienta más de análisis para la ciencia política.

## METODOLOGIA

### 1.1.- Presentación del modelo.

El método científico establece considerar aspectos como: 1) definir el problema; 2) enunciar los objetivos; 3) formular hipótesis; 4) recoger datos; 5) clasificar, analizar e interpretar estos datos; 6) derivar conclusiones, generalizaciones y/o nuevas hipótesis. Lo anterior se ha considerado en nuestro estudio y consignado en las diferentes partes que lo componen. Como en toda teoría podemos distinguir un aspecto descriptivo y otro explicativo, en los modelos ponemos interés en que sean descriptivos o predictivos.



En nuestro caso de investigación hemos elaborado un modelo del proceso de integración líder-elites orientado al análisis de la relación del líder con la elite en función del poder político.

La representación que hemos hecho del modelo es sistémica. Su entrada (input) es de información, a manera de datos biográficos del líder y referencias a las elites de poder, teniendo como salida (output) el perfil de la integración líder-elites. El proceso consiste en evaluar la predominancia de una serie de factores integradores del liderazgo.

Para nuestro análisis establecimos una escala de grados de integración, que explicaremos más adelante, con lo cual evaluamos los datos biográficos y demás referencias históricas, de tal manera que nos sea posible justificar la asignación de cada categoría, con lo cual hemos tratado de establecer un parámetro de ponderación.

El modelo que hemos propuesto pretende ser claro, conciso y, en el mejor de los casos confiable en el análisis del proceso de liderazgo político. En su diseño hemos recurrido a un marco de referencia externa, el Modelo de Blondel (1987), quien ubica un cuadrante de contingencia en dos dimensiones de acuerdo a las cuales los líderes pueden ser ubicados y relacionados con otros. En la primera incluye tres factores que son: A) mantenimiento, B) cambio moderado y C) largo cambio. En la segunda estos factores se cruzan con: a) amplio alcance, b) alcance moderado (aspecto de un sistema) y c) alcance especializado (área política), generando categorías de líderes como: salvadores (A,a: Moisés, Churchill, De Gaulle), paternalistas-populistas (B,a: Bismarck, Stalin, Shah y otros muchos del tercer mundo), ideólogos (C,a: Mao, Lennin, Hitler), confortadores (A,b: Eisenhower), redefinidores (B,b: JFK, Reagan, Thatcher), reformistas (C,b: F.D. Roosevelt), administradores (A,c: ministros que administran cada día los problemas), adaptadores-pensadores (B,c: ministros que modifican un aspecto de una política) y, los innovadores (C,c: los creadores de las nuevas políticas como por ejemplo del reparto del suelo).

Nuestro modelo es distinto al de Blondel, pues no pretende clasificar a los líderes en categorías o conjuntos sino determinar influencia de determinados factores en relación a su integración a las elites, según su identificación y pertenencia durante las etapas de su vida. Entonces pues, no pretendemos definir sino medir. La clasificación se ha hecho de acuerdo a un conocimiento empírico de las metas que esos líderes cumplieron.

En cuanto a que el modelo sea preciso en sus ponderaciones cabe señalar que, a diferencia de las ciencias exactas, en el terreno de lo social esta cualidad representa un valor subjetivo y por tanto nos referimos a un grado aceptable de validez en cuanto a las aproximaciones que hacemos a la realidad, a la vez que consideramos que su calidad podrá ser mejorada por propuestas que surjan de otros investigadores del tema.

Hemos intentado definir la precisión de acuerdo a los componentes de cada segmento o etapa, de manera que esto permita cribar la información sobre el líder en análisis en cada una de las etapas del proceso marcadas por el modelo propuesto. Esta postura es apoyada por el propio Blondel (1980) quien sugiere como fuentes de estudio comparativo de líderes: 1.- Datos cronológicos de los líderes; y 2.- Información sobre sus antecedentes familiares, sociales y profesionales.

Otra aclaración pertinente se refiere a que las biografías de los líderes políticos suelen constituir meros estudios descriptivos, mientras que los modelos tratan de representar instrumentos de análisis. De esta manera los estudios biográficos son susceptibles de contener las limitaciones propias de su género como son la deformación, alteración, deliberada o no, de los datos consignados por parte del biógrafo, prestándose a mostrar un perfil no tan fiel del personaje. Sin embargo nuestro análisis pretende pasar de la mera descripción a la objetivación de los datos.

El corpus del análisis para el modelo será, como se indicó líneas más arriba, la biografía de los líderes políticos conteniendo sus datos más relevantes a manera de reseña cronológica, mismos que deberán ser suficientes para el estudio según las exigencias del modelo.

El modelo diseñado pretende ubicar la información biográfica del líder y cuantificar sus características para ubicar las diferencias y semejanzas que se puedan presentar luego entre los distintos líderes políticos.

## 1.2.- Descripción del modelo.

El modelo considera un conjunto de etapas sucesivas divididas en dos áreas: interna y externa. Asignamos números del uno al cinco para describir cada etapa de la zona interna y letras, de la A a la E, para distinguir cada etapa de la zona externa.

En la zona interna hemos incluido: 1) Infancia; 2) Vinculación líder-elites; 3) Promoción de la causa del líder hacia las elites; 4) Efecto del liderazgo sobre las elites y; 5) Crisis. Consideramos que estas etapas el líder tiene control para dirigir su vida en cuanto a toma de decisiones, estrategias y actuación y puede dirigir sus efectos hacia su entorno social. En otras palabras, el líder busca resultados hacia el exterior.

La zona externa, designada con letras subsecuentes, comprende: A) Antecedentes familiares de poder; B) Relación de la familia con las elites; C) Entorno de elites de la pareja; D) Elites del medio ambiente político y; E) Trascendencia política del líder. En este caso incluimos aquellas categorías que afectan desde fuera hacia dentro a la persona del líder.

### 1.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados globales fueron obtenidos de la aplicación del modelo a los 22 casos de líderes políticos del siglo XX, a fin de derivar conclusiones de tipo más general sobre la integración de los líderes a las elites de poder político de su época. Para ello concentramos las asignaciones de puntaje de cada etapa evaluada en tablas, lo que nos permite manejar y consultar los datos de manera simple.

Un primer análisis consiste en diferenciar entre los líderes de la primera y los de la segunda mitad del siglo XX. Otro más se refiere a las categorías de líderes como dictadores de derechas y de izquierdas, los monárquicos y los demócratas, en referencia a las elites, así como la participación de la mujer en el poder político.

#### 1.4 Los líderes de la primera época versus la segunda época.

Pasamos al análisis entre los líderes de la primera época y los de la segunda. Los datos los hemos concentrado por columnas, de acuerdo a las iniciales de cada personaje, donde consignamos los puntajes que se les asignaron y que corresponden a cada categoría del modelo.

Con el objeto de poder establecer comparaciones, hemos elaborado la media (m) de los totales por zona (externa e interna) correspondiente a cada líder, mismos que aparecen en la línea posterior a cada suma.

Tabla 1. Resultados de líderes de la primera época.

LÍDERES DE LA PRIMERA ÉPOCA											
	AH	MZ	FF	FR	DG	BM	HH	MG	WC	JS	LC
A	1	3	2	1	2	1	5	2	4	1	1
B	2	3	2	4	2	2	5	3	4	1	1
C	1	3	3	4	1	1	1	1	2	4	1
D	1	1	2	5	2	1	5	1	3	3	3
E	1	5	3	4	3	2	5	5	5	5	5
	6	15	12	18	10	7	21	12	18	14	11
(m)	1.2	3.0	2.4	3.6	2.0	1.4	4.2	2.4	3.6	2.8	2.2
1	1	4	1	4	2	3	5	1	5	1	1
2	4	4	3	4	4	4	5	2	4	4	2
3	2	3	3	4	2	2	5	1	5	4	2
4	5	5	3	5	3	1	2	5	5	2	3
5	1	1	1	5	1	1	3	2	5	1	1
	13	17	11	22	12	11	20	11	24	12	9
(m)	2.6	3.4	2.2	4.4	2.4	2.2	4.0	2.2	4.8	2.4	1.8

Abreviaturas: AH, Adolfo Hitler; MZ, Mao Zedong; FF, Francisco Franco; FR, Franklin Roosevelt; DG, Charles De Gaulle; BM, Benito Mussolini; HH, Hirohito; MG, Mohandas Gandhi; WC, Winston Churchill; JS, Josep Stalin; y LC, Lázaro Cárdenas.

Tabla 2. Resultados de líderes de la segunda época.

LÍDERES DE LA SEGUNDA ÉPOCA											
	KA	DX	JC	JK	FM	SP	AH	IG	MT	MG	LE
A	1	3	5	4	1	2	5	2	3	1	4
B	2	3	5	4	2	2	5	5	3	1	2
C	3	1	5	3	4	2	2	1	3	3	5
D	3	3	3	5	3	4	5	4	3	1	5
E	3	4	4	5	3	2	5	5	1	3	1
	12	14	22	21	13	12	22	17	13	9	17
(m)	2.4	2.8	4.4	4.2	2.6	2.4	4.4	3.4	2.6	1.8	3.4
1	4	4	2	3	3	2	5	5	3	2	3
2	4	4	4	4	2	3	5	4	4	4	3
3	5	4	4	3	1	4	5	4	3	4	4
4	3	4	4	5	1	2	2	2	2	5	1
5	2	4	5	4	1	3	5	4	1	5	1
	18	20	19	19	8	14	22	19	13	20	12
(m)	3.6	4.0	3.8	3.8	1.6	2.8	4.4	3.8	2.6	4.0	2.4

Abreviaturas: KA, Konrad Adenauer; DX, Deng Xiaoping; JC, Juan Carlos I; JK, John Kennedy; FM, François Mitterrand; SP, Sandro Pertini; AH, Akihito; IG, Indira Gandhi; MT, Margaret Thatcher; MG, Mihail Gorbachov; y LE, Luis Echeverría.

Como podemos observar en la línea de medias (m) de los líderes de la primera etapa, la integración de estos a las elites (línea del 1 al 5) es ligeramente mayor que la integración de estas a aquellos (línea de A a E).

Lo mismo sucede con los líderes de la segunda etapa. Salvo casos particulares que también podemos observar en los cuadros, lo anterior pone de manifiesto nuestra hipótesis en cuanto a que "existe un alto grado de integración, por parte del líder político, a las elites de poder dominantes en su sociedad y en su tiempo".

También hicimos una sumatoria de los totales de cada línea en las categorías, y sacamos la media (m), con el propósito de diferenciar los resultados globales entre las dos épocas:

Tabla 3. Sumatoria de líderes de ambas épocas

	Líderes 1ª época		Líderes 2ª época	
	Nº puntos	(m)	(m)	Nº puntos
A	23	2.1	2.8	31
B	29	2.6	3.0	34
C	22	2.0	3.0	32
D	27	2.4	3.5	39
E	43	4.0	3.3	36
M		2.6	3.1	
1	28	2.5	3.3	36
2	40	3.6	3.7	41
3	33	3.0	3.7	41
4	39	3.5	2.8	31
5	22	2.0	3.2	35
M		2.9	3.6	

De acuerdo a los resultados, podemos distinguir que los promedios de integración entre líderes y elites han subido en los líderes de la segunda época. Ello quizá se deba a que las sociedades y sus elites han variado su grado de integración hasta nuestros días.

De acuerdo a nuestros resultados, como se muestra en la tabla 3, los líderes de la primera época se sitúan en los promedios de 2.6 (zona externa, integración de las elites al líder) y 2.9 (zona interna, integración del líder a las elites), mientras que los de la segunda época arrojan los promedios de 3.1 (zona externa) y 3.6 (zona interna).

Esto nos lleva a observar que en la primera época aparecen líderes muy por debajo de este promedio (2.6) de integración de las elites hacia el líder, como serían los casos de Hitler (1.2), Mussolini (1.4) y en menor grado Charles De Gaulle (2.0). A su vez, estos mismos personajes mostraron resultados de baja integración del líder hacia la elite (zona interna), con promedios inferiores a 2.9, donde podemos agregar, además, a Cárdenas (1.8), Gandhi (2.2) y Franco (2.2).

En la segunda época, los casos en que las elites mostraron menor integración al promedio (zona externa, 3.1) fueron los de Gorbachev (1.8), Adenauer (2.4), Pertini (2.4), Mitterrand (2.6) y Thatcher (2.6), mientras que para los que no se integraron a la elite más que el promedio (3.6, zona interna) fueron Mitterrand (1.6), Echeverría (2.4), Thatcher (2.6) y Pertini (2.8).

Los líderes de la primera época se mostraron o más absolutistas o más demagógicos que los de la segunda, que han sido quizá más democráticos y mantenedores del orden establecido.

#### 1.5 Diferencias entre a) dictadores de derechas y de izquierdas; c) monarcas y; d) demócratas.

Analizamos los resultados considerando los apartados anteriores, pues hemos considerado que las características de cada uno de estos estilos, por su definición propia, mostrará diferente grado de integración entre líder y elite.

#### 1.6. Los dictadores.

Hemos hecho una diferenciación entre dictadores de izquierda y los de derecha considerando que las características ideológicas pueden estar definidas por su origen y, además, influir en sus actitudes. Entre los dictadores de derecha incluimos a Adolfo Hitler, Francisco Franco y Benito Mussolini. Entre los dictadores de izquierda incluimos a Mao Zedong, Josep Stalin y Deng Xiaoping.

El cuadro que hemos elaborado es el siguiente:

Tabla 4. Sumatoria y totales de los líderes dictadores.

LÍDERES DICTADORES											
	(m)	T	Derecha			Izquierda			T	(m)	
			AH	FF	BM	MZ	JS	DX			
A	1.3	4	1	2	1	3	1	3	7	2.3	A
B	2.0	6	2	2	2	3	1	3	7	2.3	B
C	1.7	5	1	3	1	3	4	1	8	2.7	C
D	1.3	4	1	2	1	1	3	3	7	2.3	D
E	2.0	6	1	3	2	5	5	4	14	4.7	E
	8.3	25	6	12	7	15	14	14	43	14.3	
(m)	1.7	5.0	1.2	2.4	1.4	3.0	2.8	2.8	8.6	2.9	(m)
1	1.7	5	1	1	3	4	1	4	9	3.0	1
2	3.7	11	4	3	4	4	4	4	12	4.0	2
3	2.3	7	2	3	2	3	4	4	11	3.7	3
4	3.0	9	5	3	1	5	2	4	11	3.7	4
5	1.0	3	1	1	1	1	1	4	6	2.0	5
	11.7	35	13	11	11	17	12	20	49	16.4	
(m)	2.3	7.0	2.6	2.2	2.2	3.4	2.4	4.0	9.8	3.3	

Abreviaturas: AH, Adolfo Hitler; FF, Francisco Franco; BM, Benito Mussolini; MZ, Mao Zedong; JS, Josep Stalin; y DX, Deng Xiaoping.

En la tabla 4 de resultados de los dictadores de izquierda, encontramos que la media en la zona externa, integración de las elites al líder, es 2.9 y en la interna, integración del líder a las elites, es de 3.3 que, si las comparamos con los promedios generales vemos que son superiores a los de la primera época e inferiores a los de la segunda, lo cual significa que mostraban mayor integración entre sí los dictadores de izquierda y sus elites durante la primera mitad de siglo de la que fuese posible en el presente.

Como se observa, los promedios de integración líder-elite más altos se encuentran entre los de tendencia izquierda. En el caso de Deng Xiaoping hemos considerado que, aunque sus orientaciones políticas para China parecen dar un giro a la derecha, en líneas generales se ha mantenido en el esquema trazado por su predecesor.

En el caso de los dictadores de derecha, los promedios se sitúan en 1.7 (zona externa) y 2.3 (zona interna), por lo que en este caso la integración entre la elite y el líder queda muy por debajo de los resultados medios tanto en la primera época como en la segunda.

Hemos apuntado que en algunos casos tanto los dictadores de derechas como de izquierdas, una vez alcanzado el poder, consiguen permanecer en él tras una larga guerra civil, al margen del beneplácito de las elites establecidas.

Lo anterior quizá nos lleve a considerar que, por ejemplo, las elites bajo dictadura observan una tendencia a la transición hacia modelos democráticos y no al contrario, lo que obliga a variar la integración entre sus líderes y las elites.

Un detalle que nos llama la atención es la coincidencia entre dos líderes, uno de izquierda y otro de derecha, en cuanto a la similitud de lograr el poder después de un largo período de guerra civil y conservarlo durante largo tiempo. Nos referimos a Mao Zedong y Francisco Franco, el uno en China y el otro en España.

Otra similitud entre dictadores es el paralelo entre el mismo Franco, Mussolini y Hitler, de mayor a menor tiempo de ejercer el poder. En sentido inverso, podríamos encontrar correspondencia con las aspiraciones de conquista territorial de cada uno de ellos. Sin embargo esto sería materia de otra tesis.

También podríamos suponer que la muerte de Mussolini supuso un aviso para Hitler. El primero, tras ser fusilado junto con su amante, fue expuesto a la multitud para que se le humillara. Hitler, suponiendo que pudiese ocurrirle lo mismo, Hitler prefirió suicidarse y no dejar rastro de él ni de su amante convertida, en el último momento, en su esposa.

#### 1.7. Los Monarcas.

Las monarquías, por su carácter de sucesión hereditaria al poder, reviste características distintas de las que pudiesen representar otros modelos de liderazgo como podrían ser los dictadores o los demócratas.

Entre los monarcas hemos considerado a Hirohito, Akihito y Juan Carlos I. El cuadro que preparamos es el siguiente:

Tabla 5. Sumatoria y totales de los líderes monárquicos.

LÍDERES MONÁRQUICOS					
	HH	AH	JC	T	(m)
A	5	5	5	15	5.0
B	5	5	5	15	5.0
C	1	2	5	8	2.7
D	5	5	3	13	4.3
E	5	5	4	14	4.7
T	21	22	22	65	21.7
(m)	4.2	4.4	13.0	4.3	

1	5	5	2	12	4.0
2	5	5	4	14	4.7
3	5	5	4	14	4.7
4	2	2	4	8	2.7
5	3	5	5	13	4.3
T	20	22	19	61	20.4
(m)	4.0	3.8	12.2	4.1	

Abreviaturas: HH, Hirohito; AH, Akihito; y JC, Juan Carlos I.

Como podemos observar, los puntajes se parecen demasiado entre sí, pues seguramente los líderes de esta categoría comportan aproximadamente las mismas relaciones estables entre sus elites propias y el resto de ellas.

En este caso las medias se sitúan en 4.3 (zona externa, integración de las elites hacia el líder) y 4.1 (del líder hacia las elites), promedios muy superiores a los generales (2.6 y 2.9 en la primera época y 3.1 y 3.6 en la segunda), lo cual nos indica que posiblemente las elites están de acuerdo con este tipo de sistema político y apoyan a sus monarcas.

Los casos de Hirohito y Akihito parecen más estables que el de Juan Carlos I. Ello quizá se deba a que en Japón no se ha dado un paréntesis histórico para la monarquía como sucedió en España en el período intermedio entre Alfonso XIII y hoy.

#### 1.8. Los demócratas.

Entre los demócratas ubicamos a Franklin Roosevelt, Charles DeGaulle, Mohandas Gandhi, Winston Churchill, Lázaro Cárdenas, Konrad Adenauer, John F. Kennedy, François Mitterrand, Sandro Pertini, Indira Gandhi, Margaret Thatcher, Mihail Gorbachov y Luis Echeverría.

Tabla 6. Sumatoria y totales de los líderes demócratas.

LÍDERES DEMOCRÁTICOS															
	FR	DG	MG	WC	LC	KA	JK	FM	SP	IG	MT	MG	LE	T	(m)
A	1	2	2	4	1	1	4	1	2	2	3	1	4	28	2.1
B	4	2	3	4	1	2	4	2	2	5	3	1	2	35	2.7
C	4	1	1	2	1	3	3	4	2	1	3	3	5	32	2.5
D	5	2	1	3	3	3	5	3	4	4	3	1	5	42	3.2
E	4	3	5	5	5	3	5	3	2	5	1	3	1	45	3.5
T	18	10	12	18	11	12	21	13	12	17	13	9	17	182	14.0
(m)	3.6	2.0	2.4	3.6	2.2	2.4	4.2	2.6	2.4	3.4	2.6	1.8	3.4	33.6	2.8
1	4	2	1	5	1	4	3	3	2	5	3	2	3	38	3.0
2	4	4	2	4	2	4	4	2	3	4	4	4	3	44	3.4
3	4	2	1	5	2	5	3	1	4	4	3	4	4	42	3.2
4	5	3	5	5	3	3	5	1	2	2	2	5	1	42	3.2
5	5	1	2	5	1	2	4	1	3	4	1	5	1	35	2.7
T	22	12	11	24	9	18	19	8	14	19	13	20	12	201	15.5
(m)	4.4	2.4	2.2	4.8	1.8	3.6	3.8	1.6	2.8	3.8	2.6	4.0	2.4	40.2	3.1

Abreviaturas: FR, Franklin Roosevelt; DG, Charles De Gaulle; MG, Mohandas Gandhi; WC, Winston Churchill; LC, Lázaro Cárdenas; KA, Konrad Adenauer; JK, John Kennedy; FM, François Mitterrand; SP, Sandro Pertini; IG, Indira Gandhi; MT, Margaret Thatcher; MG, Mihail Gorbachov; y LE, Luis Echeverría.

Nuestros promedios generales, 2.6 y 2.9 para los niveles externo e interno de la primera época, y 3.1 y 3.6, correspondientes respectivamente a los de la segunda, nos permiten ubicar a algunos demócratas que presentan dificultades de integración.

En el primer caso encontramos con una media inferior a 2.6 (integración de la elite al líder) a Charles DeGaulle (2.0), Lázaro Cárdenas (2.2) y a Mohandas Gandhi (2.2) y con promedio menor a 2.9 (integración del líder a la elite) a François Mitterrand (1.6) Lázaro Cárdenas (1.8) y Mohandas Gandhi (2.2).

La democracia reviste otro modelo de integración entre líder y elite, pues implica ganar una elección mediante el consenso del partido, el de los grupos de presión y los ciudadanos. Sin embargo la mayor parte de los resultados se mantienen casi estables en el término medio de las puntuaciones, lo cual es posible que se deba a la naturaleza misma de la democracia en la que el estira y afloje entre líderes y elites sin embargo sigue siendo ligeramente mayor el promedio de integración del líder a las elites.

#### 1.9. Los Revolucionarios.

En nuestro estudio hemos algunos líderes que podrían considerarse revolucionarios en cuanto a que alcanzaron el poder mediante una revolución y, tras asumir la jefatura, transformaron radicalmente la estructura política de su país. Nos referimos a los casos de Mao Zedong y Mohandas Gandhi, aunque de acuerdo con la definición podríamos incluir a Hitler y hasta a Franco. Sin embargo sentimos que nuestros casos, además de insuficientes, quedarían mal integrados en una definición por lo que preferimos no atrevernos a establecer criterio alguno para esta tipología.

#### 1.10 Diferencias de género.

En este apartado incluimos en el lado femenino a las líderes: Indira Gandhi y Margaret Thatcher. Y en el masculino al resto de los líderes.

Tabla 7. Promedios comparativos de los liderazgos femenino y masculino.

Mujeres				Hombres (m)					
IG	MT	(m)		D/der.	D/izq.	Mnrq.	Demc.	Gr1.1ªE	Gr1.2ªE
(A)	2	3	2.5	1.3	2.3	5.0	2.1	2.1	2.8
(B)	5	3	4.0	2.0	2.3	5.0	2.7	2.6	3.0
(C)	1	3	2.0	1.7	2.7	2.7	2.5	2.0	3.0
(D)	4	3	3.5	1.3	2.3	4.3	3.2	2.4	3.5
(E)	5	1	3.0	2.0	4.7	4.7	3.5	4.0	3.3
T	17	13	15.0	8.3	14.3	21.7	14.0	13.1	15.6
(m)	3.4	2.6	3.0	1.7	2.9	4.3	2.8	2.6	3.1
(1)	5	3	4.0	1.7	3.0	4.0	3.0	2.5	3.2
(2)	4	4	4.0	3.7	4.0	4.7	3.4	3.6	3.7
(3)	4	3	3.5	2.3	3.7	4.7	3.2	3.0	3.7
(4)	2	2	2.0	3.0	3.7	2.7	3.2	3.5	2.8
(5)	4	1	2.5	1.0	2.0	4.3	2.7	2.0	3.2
T	19	13	16.0	11.7	16.4	20.4	15.5	14.6	16.7
(m)	3.8	2.6	3.2	2.3	3.3	4.1	3.1	2.9	3.6

En la primeras dos columnas se muestran los totales de los valores asignados a cada una de las líderes. Así podemos observar los mismos resultados, en cuanto a la integración de ambas a las elites. En los promedios generales que incluimos en las dos columnas finales hemos excluido los puntajes asignados a las damas, por lo que corresponden sólo a ellos.

Los resultados muestran que tanto las elites se integran mejor a las líderes femeninas (3.0) como estas a aquellas (3.2) que a los dictadores de cualquier tendencia (izquierdas, 2.9 y 3.3; derechas 1.7 y 2.3 respectivamente) e incluso a los demócratas (2.8 y 3.1 respectivamente). Esto se refleja también con respecto al promedio general de los líderes de la primera época (2.6 y 2.9 respectivamente).

Por el contrario, la integración líder-elites no es mejor en las damas (3.0 nivel externo y 3.2 en el interno) que en las monarquías (4.3 y 4.1 respectivamente), sin embargo los casos de liderazgo femenino que hemos estudiado no corresponden a monarquías. El promedio general de los líderes de la segunda etapa (3.1 y 3.6 respectivamente) parece mejorar igualmente la integración, a diferencia de la primera, que en las mujeres.

Es de notarse que las mujeres no han asumido formas de gobierno dictatorial ni revolucionarios. Tampoco en la izquierda han tomado el mando. La mujer participa más en regímenes monárquicos o democráticos. La democracia ha traído mujeres al poder, recientemente, aunque monarquía en el pasado ya permitía el acceso de la mujer al poder.

#### 1.11. Discusión de los Resultados.

En nuestro estudio de los líderes y las elites de poder es posible señalar que es difícil precisar cuantitativamente diferencias cualitativas en las ciencias sociales. Esto ya lo habíamos explicado antes. Sin embargo lo que hemos pretendido ha sido graduar qué tanto más o menos se presenta una característica o un conjunto de ellas en un fenómeno dado.

A través del modelo, hemos sacado los resultados que anteriormente expusimos. En ellos encontramos diferentes grados de integración líder-elites.

De acuerdo a los resultados numéricos, los líderes de la primera época parecen depender en mayor grado de las elites para lograr el poder y menor grado de ellas para mantenerse, mientras que los de la segunda época requieren el apoyo de las elites tanto para acceder al poder como para mantenerlo. Algo ha variado aquí.

Probablemente la causa sea que en la primera época el poder dependía más de un solo hombre que del conjunto de miembros que componían el aparato del Estado, fenómeno que ha variado en la segunda mitad de nuestro siglo XX, con tendencias democráticas donde el poder se reparte de manera más equitativa.

Quizá también explique la mayor dependencia de los líderes hacia las elites para alcanzar y mantener el poder (apoyada por resultados más altos) el hecho de que las pautas de acceso al poder han mantenido una tendencia a apoyarse en procesos cada vez más democráticos.

De acuerdo a nuestros resultados, los dictadores suelen mostrar menor integración con las elites y viceversa, a diferencia de los demócratas y más aún de los monarcas. Esto quizá se explique por la necesidad de las elites de formar a sus miembros.

Los monarcas presentan características de integración con las elites más favorables que el resto de las categorías que establecimos (dictadores de izquierda, de derecha, demócratas y mujeres líderes).

Los casos de integración líder-elite de Hirohito y Akihito parecen ser más estables que el de Juan Carlos I. Ello quizá se explique por el hecho de que en Japón no se ha dado un paréntesis histórico para la monarquía como ha sucedido recientemente en España.

El sistema democrático reviste otras formas de integración entre líder y elite, ya que implica el juego de las elecciones en el partido, ante los grupos de presión y los ciudadanos. Los resultados reflejan niveles parecidos, lo cual suponemos se debe a la presión dinámica entre líderes y elites. Se observa, sin embargo, que la integración del líder a las elites es mayor que en sentido contrario (de las elites al líder).

En el caso de liderazgo femenino parece ser que sus líderes se integran en mayor manera a ellas que a los dictadores de cualquier tendencia o que incluso a los demócratas. La excepción parece ser las monarquías, con más alto índice de integración de las elites a estas. Sin embargo los dos casos que tomamos como estudio (Indira Gandhi y Margaret Thatcher) no corresponden a esta categoría de gobierno, aunque las ha habido. También es pertinente recordar que las mujeres líderes no lo han sido como representantes de la dictadura, ni han figurado en el mando de izquierdas. Más bien la democracia le ha dado un papel participativo más preponderante.

## CONCLUSIONES

### A) Metodología:

1) Tanto la investigación bibliográfica como la aplicación del modelo parecen confirmar la importancia del rol de las elites de poder en el desarrollo político de una sociedad; 2) Los líderes



que seleccionamos para la muestra no representan el universo total de posibles líderes políticos contemporáneos. Hemos escogido algunos de los más conocidos y de los cuales nos fue posible obtener los datos biográficos necesarios para la aplicación del modelo que propusimos. Las mediciones realizadas tampoco pueden ser consideradas representativas del conjunto de los líderes contemporáneos pues, como vimos a través del estudio, cada uno de ellos representa características muy particulares que varían según las circunstancias históricas del momento en que actúa el líder. De cualquier manera, el modelo de análisis permite graduar las diferencias y similitudes que se presentan entre casos con tipologías comunes (dictadores, monarcas, demócratas, revolucionarios), y entre estas y las elites del poder, estableciendo lo homogéneo y siendo susceptible de perfeccionar sus definiciones y categorías en subsiguientes aplicaciones. A pesar de que con nuestro modelo hemos tratado de objetivizar la subjetividad, no debemos olvidar que nos movemos en el terreno de las ciencias sociales en el cual, a diferencia de las ciencias exactas, las respuestas dependen de mecanismos más sutiles e imprecisos. En algunos casos encontramos biógrafos mejor documentados que otros, aunque ello no fuese ocasión para que mostrasen mayor simpatía o antipatía por el biografiado, por lo que la veracidad, objetividad y justa valoración de las referencias bibliográficas pueden ser cuestionadas.

Otra limitación más es que el modelo permite evaluar a los líderes sólo en su conjunto, después de que en cierto modo han sido "juzgados por la historia". Con el modelo difícilmente podríamos estudiar a líderes que ejercen el poder en el momento presente, pues nuestro estudio quedaría incompleto y tampoco nos permitiría inferir sobre su futuro. Sin embargo las aproximaciones al conjunto de otros casos (dictadores, monarcas, demócratas, revolucionarios) nos de cuenta de lo homogéneo y nos permiten proponer tendencias a futuro en cuanto a la actuación de los líderes de hoy.

#### B) Sustantivas:

1) Consideramos demostrada la hipótesis propuesta: "Existe un alto grado de integración, por parte del líder político, a las elites de poder dominantes en una sociedad dada" tal como lo demuestra la revisión bibliográfica y los resultados del Modelo de Integración Líder-Elites en los casos aplicados. De acuerdo con nuestra hipótesis general, hemos esperado que la integración por parte de los líderes a las elites sea mayor que de estas a aquellos. A la luz de los resultados esto parece quedar comprobado. Sin embargo creemos que sería más adecuado afirmar que líder y elites se enfrentan a una serie de circunstancias en las cuales ambos se integran, en un proceso recíproco; 2) Encontramos diferentes grados de integración líder-elites. Así, en los cuadros del capítulo VII correspondientes a líderes de la primera etapa histórica evaluada y los de la segunda, observamos que en la última los índices fueron superiores. Suponemos que se debe a la evolución de las sociedades hacia pautas de acceso al poder de tendencia más democrática.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Blondel, Jean (1980) *World Leaders Heads of Government in the Postwar Period. (Political executives in comparative perspective:a cross-national empirical study; vol.3)* SAGE Publications Ltd 28, Banner Street London EC1Y 8QE & Beverly Hills.
- Blondel, Jean. (1972) *Political Leadership: towards a general analysis*, Sage Publications, London, 216p. / Free Press, USA: 1972.
- Blondel, Jean (1980) *World Leaders Heads of Government in the Postwar Period. (Political executives in comparative perspective:a cross-national empirical study; vol.3)* SAGE Publications Ltd 28
- Bobbio, Norberto (1976) 1983. *Teoría de las Elites*, en *Diccionario de Ciencia Política*. Ed. Siglo XXI de España eds.
- Botella Corral, Joan (1994) *L'Elite Gouvenermentale Espagnole: Vingt ans de Changements*. Seninaire "La formtion des elites en Europe" Observatoire de Changement Social en Europe Occidentale. Poitiers, 5-7 Mai 1994.
- Ochoa, O. (1994) *Liderazgo político y elites de poder: El caso de Napoleón Bonaparte*. Tesina de Maestría. Universidad Autónoma de Barcelona.

# **El papel de las noticias televisivas en la socialización política de los niños**

## **ABSTRACT**

Durante mucho tiempo se ha argumentado que el periodismo constituye un medio muy efectivo para garantizar la democracia de las naciones. Es a través de ese ejercicio informativo como los ciudadanos que componen las democracias se enteran de los eventos políticos, de hecho se dice que las noticias constituyen su primera fuente para el acceso a la esfera pública. Sin embargo, muchos estudios han demostrado que no están cumpliendo con su función, especialmente entre la población de los más jóvenes. Esto se argumenta porque el sector compuesto por los niños es el más expuesto a la televisión; y por lo tanto, tienen más acceso a las noticias, pero además, es el sector que a su mayoría de edad, menos participa en la vida democrática de las naciones según estudios realizados alrededor del mundo. En este trabajo se analizan diferentes puntos de vista desde los cuales se trata de entender y explicar las razones de esta exposición a los medios y sus consecuencias, especialmente en el sector más joven de la sociedad, debido a la preocupación existente sobre el declive de interés político en los ciudadanos.

# MUSICA POPULAR E IDENTIDAD JUVENIL

José Antonio Hernández Gutiérrez, Gabriela de Lourdes Pedroza Villarreal

El presente trabajo es una discusión teórica de los conceptos cultura de masas, cultura popular e identidades juveniles para encontrar elementos que permitan realizar una observación de las expresiones musicales populares en relación con la conformación de comunidades simbólicas juveniles particularmente situadas. Se pretende sentar las bases conceptuales que permitan la observación de la identidad de los jóvenes regiomontanos en relación con las expresiones musicales. Se propone una aproximación metodológica con el diseño de técnicas y grupos a observar.

Palabras clave: cultura popular, cultura de masas, identidades juveniles, música

## 1. INTRODUCCION

La vida social en el momento presente ha sido en múltiples ocasiones explicada a través del paradigma de la globalización, en el que se sostiene que la rapidez de los cambios en las tecnologías de las comunicaciones masivas ha producido una transformación en las formas en las que los grupos sociales establecen relaciones, creándose entonces nuevas formas de comunidades culturales, con expresiones particulares y propias. La globalización de las comunicaciones podría entonces generar dos panoramas: uno de uniformidad en el que los productos culturales estandarizados son consumidos por las grandes masas de escala global, generando la comunidad global homogénea; y otro de diferenciación en el que las comunidades culturales de manera activa generan a partir de negociaciones simbólicas sus propias formas de identidad a partir de los mensajes globalizados, apareciendo entonces una articulación de comunidades heterogéneas. Estos dos panoramas representan los polos del eje global – local, lo impuesto – lo autónomo, lo ajeno – lo propio. ¿En qué forma se entretajan las relaciones y consecuencias de estas dos tendencias de las comunicaciones masivas en un caso particular? ¿Qué impacto tienen en las identidades de las comunidades particulares? En este trabajo se pretende discutir teóricamente las posibilidades de la relación de una particular identidad juvenil que interactúa con elementos masificadores y homogeneizantes de una industria cultural concreta como lo es la música como parte del universo de la cultura popular. Se presenta una opción para particularizar en la observación de la identidad local de la comunidad regiomontana que utiliza el elemento cultural la música colombiana.

## 2. CULTURA POPULAR Y MÚSICA POPULAR

Para entender cómo se entretajan las identidades sociales de las comunidades locales en los flujos de la masificación globalizadora, es preciso primeramente entender que los sujetos sociales están inmersos en un constante e interminable intercambio de signos, símbolos, códigos, significados,

---

Mtro. José Antonio Hernández Gutiérrez, Profesor de la Unidad Académica Profesional Zumpango, Universidad Autónoma del Estado de México, Director de la Escuela Tecnológica de Zumpango, A.C., jantonio\_hergut@hotmail.com

Dra. Gabriela de Lourdes Pedroza Villarreal, Profesora del Depto. de Ciencias de la Comunicación, ITESM Campus Monterrey, gpedroza@itesm.mx

representaciones, modelos, actitudes y valores, así como acciones, expresiones y objetos significantes. A todo ese complejo conglomerado simbólico, se le conoce con el nombre de *cultura* [1]. Además, existen diversas formas de difundir y presentar los elementos simbólicos a grupos y comunidades, y son los medios de comunicación masiva los que cumplen con esta tarea. Es decir, son transmisores de cultura.

Los estudios sobre cultura han puesto especial énfasis en el debate entre lo culto y lo popular. Dominic Strinati [2] a partir de un estudio en el cual compara las diversas tradiciones teóricas que tienen relación con el concepto de “cultura popular”, diferencia entre cultura de élite o arte, cultura popular o folklórica, y cultura de masas. Estas formas se marcan históricamente en dos momentos: la sociedad pre-masiva (pre-industrial) y la sociedad masiva (industrial).

La sociedad de masas y la cultura masiva son consecuencias del proceso de industrialización y urbanización que se intensificó en el mundo occidental a partir de la revolución industrial. En este fragmento de la historia la comunidad y la moralidad se rompen; los individuos se transforman en seres aislados, alienados y anómicos; las relaciones de orden social son particularmente financieras.

Con la producción en serie propia de la sociedad industrial llegaron el cine y la radio, los cuales rápidamente tomaron el papel de medios masivos de entretenimiento y de publicidad comercial. Además, la reestructuración económica, laboral y cultural, modificó los patrones de composición social; la nueva integración, denominada *atomización*, llevó a un aislamiento colectivo. La masa se expande con la eliminación de la producción artesanal, con el surgimiento y desarrollo de la producción en serie, lo cual deviene en el amplio consumo de bienes, y con la diferenciación entre la élite y el pueblo. Surgen también diferentes públicos que demandan diversos artículos, de acuerdo a sus necesidades particulares de grupo. Como consecuencia aparece la cultura masiva.

Las personas atomizadas social y moralmente cada vez pertenecen a menos comunidades o instituciones donde sentirse identificadas; los valores tradicionalmente transmitidos por la comunidad rural, la familia y la religión (la identidad psicológica, la conducta social y la certidumbre moral) pasan a segundo término, siendo desplazados por los que proporcionan la ciudad y la ciencia, como los de consumo, eficiencia, eficacia y productividad.

El principal factor que distingue a la cultura de masas del arte y del folklor, es la forma en cómo se produce y distribuye. Su producción es semejante a la empleada por cualquier otra industria: división especializada del trabajo, estricta distribución de los departamentos, manufactura en grandes cantidades y su colocación en los grandes mercados potenciales.

En este contexto, parecería que los medios de comunicación social juegan un papel importante en el reforzamiento de la cultura masiva, en tanto que configuran la principal institución transmisora de mensajes, signos y símbolos en todos los niveles y grupos sociales. Así, la televisión, la radio, la prensa y la industria musical mientras sirvan a los intereses de las grandes corporaciones comerciales imposibilitarían la difusión de la cultura popular. Sin embargo, la cultura masiva y la cultura popular toman elementos una de la otra y los adaptan en sus estructuras particulares. Mario Margulis [3], al respecto, sostiene que mientras que la primera coloniza, incluye en un nuevo discurso y convierte en mito los productos que toma de la cultura popular; ésta lo realiza en forma inversa: toma mitos, los descoloniza, los resemantiza y los incluye en un discurso desmitificador.

Strinati agrega que la cultura popular no es homogénea, ni estandarizada, sino que se presta a la diversidad, a la diferenciación y a crear distintos usos e interpretaciones entre todos los grupos sociales. De igual forma, la cultura popular tiene que ser vista como un conjunto diverso de géneros, textos, imágenes y representaciones, que se pueden apreciar desde varios medios y desde varias perspectivas, no estandarizándolas.

La cultura popular no tiene la finalidad de ser vendida, sino de ser usada. No viene de arriba para ser consumida por los de abajo; más bien es la cultura propia de los de abajo. Sus recursos están desprovistos de recursos económicos y técnicos, pues los sujetos sociales son simultáneamente

productores y consumidores. No es una cultura repetitiva, ni pasiva, sino producto de la solidaridad. Por lo tanto, la cultura masiva no puede tener la relevancia que la cultura popular tiene para las vidas y experiencias de la gente, por ser ésta una cultura auténtica.

A manera de explicar de una mejor forma lo que da a entender por *lo auténtico*, Strinati [2] considera que el estudio de la música popular es básico, debido a que las raíces y autenticidad de los diferentes estilos son unidades importantes en la evaluación de la cultura, además que sirven para defender el nivel de superioridad con que cuentan algunos géneros de la música popular, como el blues o el country, en oposición a la música popular de masas, cuyo carácter es artificial y manufacturado. Así, cualidades como la originalidad, las raíces, la comunidad y la autenticidad pueden ser explotados por la industria cultural como medios mercantiles que atraigan a grandes audiencias hacia la música masiva. Luego, el término de *autenticidad* “indicates that it may derive from a particular set of cultural tastes and values, rather than from a considered analysis of popular music” ([2], p. 43).

Llevando las aportaciones teóricas de Strinati al plano de lo concreto, podemos considerar que el consumo y uso de música popular entre los jóvenes regiomontanos se puede diferenciar basándonos en la separación entre música popular y música popular de masas<sup>1</sup>. En el primer grupo se localizan los géneros musicales cuya carga cultural implica cualidades como la originalidad, las raíces sociales (raciales, regionales, socio-económicas y socio-culturales), la solidaridad y el proceso comunicativo que, por este medio, se da entre los creadores y las audiencias; en esta clasificación se encuentra la salsa, la cumbia colombiana, el vallenato, el rap y el rock. Mientras tanto, la música de masas es creada por la industria cultural para ser mercantilizada y consumida, no para ser usada; además, está completamente vinculada con la cultura masiva, específicamente con las grandes empresas de comunicación, por lo tanto el sentido real de sus mensajes dista mucho de la autenticidad y del sentimiento de solidaridad que caracteriza a la cultura popular. La música grupera, la balada pop y el tecno-pop son ejemplos de esta clasificación.

La relación de los músicos populares con los medios electrónicos es de promoción y difusión. En cambio, los intérpretes de música de masas son producto de éstos; los medios se encargan de mercantilizarlos y emergen, en muchas ocasiones, en forma espontánea careciendo de la función social que caracteriza a la cultura popular.

De hecho, *la música popular es un medio de comunicación por sí misma*. Sus audiencias le dan un sentido particular a los mensajes y códigos transmitidos a través de ella, los cuales se cristalizan en movimientos, sentimientos, valores, convivencia, emociones, etc. James Lull [4] ha trabajado especialmente en relación con las funciones sociales de la música popular. Este investigador vislumbra en la música el medio idóneo a través del cual se transmiten experiencias, tanto de sus creadores como de sus consumidores. Sus mensajes contienen emociones, vulnerabilidades, triunfos, celebraciones y antagonismos de vida, los cuales se pueden experimentar y disfrutar en forma individual o colectiva. Asimismo, implica el uso de las nuevas tecnologías para su uso, consumo y difusión, entre ellas se encuentran la exposición de artistas y bandas en estaciones de radio y canales de video-clips, lo cual sirve como una forma muy eficaz de publicidad. La música popular está muy relacionada con los medios electrónicos de comunicación y, por lo tanto, con la industria cultural, especialmente con las grandes corporaciones que producen y controlan la comunicación masiva.

Hoy en día, la mayoría de los éxitos musicales se colocan en las listas de popularidad debido a su capacidad de captar la atención del público. En realidad, y para ilustrar el concepto con el ejemplo de la cultura masiva estadounidense, muchos productores y difusores consideran que no es tan importante el contenido de las letras cuando la estructura musical contiene “hooks” (ganchos), es decir partes que tienen la habilidad de capturar el interés de sus escuchas. El gancho hace “pegajosa” a una canción: es repetitivo a lo largo de la canción y se posiciona en el público, haciendo que la canción y su intérprete

---

<sup>1</sup> En lo sucesivo se denominará simplemente “música de masas” para diferenciarla de la música popular, que tiene un sentido similar al que tiene la cultura popular en su conjunto.

(solista o grupal) ocupen los principales lugares del “top hits”<sup>2</sup>. Esta lista la integran las melodías más repetidas en las estaciones de radio, independientemente del género al que pertenezcan.

En la década de los años 80 la industria musical estadounidense, en conjunción con algunos productores de televisión, creó otro “gancho” que desde el principio atrajo a los seguidores de los artistas de pop: el video-clip o video musical. Lull menciona que el video musical elimina la relación estética y semiótica entre imagen y sonido empleada en cine y televisión, cuyo fin es que la imagen refuerza al sonido más que en sentido inverso, “that is, a ‘ visual track’ accompanies the sound rather than a ‘ sound track’ accompanying the visuals” ([4] p. 11).

Sin embargo, haciendo una observación detenida de este fenómeno y retomando las afirmaciones de Mario Margulis [3], se puede advertir que la música preferida por los jóvenes estadounidenses, responde a una cultura masiva más que a una cultura popular. Pues, es una música para ser consumida más que para ser usada. Además, deja la condición de ser propia de los de abajo, para pasar a ser una propuesta vertical de arriba hacia abajo; esto implica la cosificación y la individualidad, y no la toma de conciencia y la solidaridad, como sucede con la música popular.

Por otro lado, se encontró que otros teóricos que han realizado investigaciones sobre la música popular, tienen posturas diversas con relación a ésta. Alan Lomax [5], tras haber realizado un estudio etnomusicológico interesándose en el folklor musical de varios países de todos los continentes, coloca a la música popular en un lugar central dentro de la cultura y menciona que los formatos musicales reflejan la estructura social tan claramente que el mundo puede ser distribuido en regiones de acuerdo a los estilos musicales. Así, él relaciona a la música con la división del trabajo, las relaciones de género, las preferencias sexuales, la convivencia social, la tasa de producción y la actividad política, entre otras cuestiones.

Las culturas locales usan la música y la tecnología que llegan de otras partes del mundo para adaptarla a sus condiciones y necesidades culturales. La mezcla de sonidos y estilos internacionales recibe el nombre de *Transculturación* [6, 7, 8]: las bandas locales al principio tratan de imitar la música que llega de fuera; después se incorpora el nuevo material a su propia experiencia cultural, adaptándose a las condiciones culturales de la localidad, creándose fusiones musicales. Asimismo, los jóvenes escuchan y bailan los éxitos de las grandes estrellas occidentales, pero no dejan de lado las canciones propias de los artistas que pertenecen a su comunidad. Pero, no únicamente la música producida por artistas anglosajones ha logrado entrar al mercado mundial, sino que recientemente también ha sucedido el escenario inverso: música creada por artistas originarios de países donde no se habla inglés ha entrado al mercado anglosajón, principalmente a Estados Unidos e Inglaterra. Por mencionar sólo dos casos incluiremos aquí al guitarrista jalisciense Carlos Santana y el percusionista cubano Tito Puente.

Estos elementos influyen para que las audiencias consuman y usen la música popular de acuerdo a su contexto sociocultural, es decir que se haga propia y se use de manera autónoma con respecto a la música de masas. Es la transformación por vía de la negociación simbólica de una expresión cultural ajena en algo propio, único y por consecuencia el elemento diferenciador de una comunidad. Por ejemplo, en Monterrey los jóvenes de las clases subalternas y medias adquieren grabaciones de bandas locales que han adoptado ritmos surgidos de las culturas alternativas norteamericanas (el rock, el rap, el hip-hop o la música electrónica), a los cuales se les agrega un par de elementos culturales: 1) instrumentos característicos de los géneros regionales (como el acordeón, la guitarra acústica, el saxofón y las percusiones) y 2) letras con contenidos que tienen que ver con la particular condición social de la ciudad. Esto da pie a la presencia de una participación dinámica por parte de las audiencias jóvenes en el consumo y uso de música popular, lo cual le da un sentido específico a lo que prefieren escuchar.

En este proceso de apropiación se pueden observar además otras características que “localizan” una forma de cultura masiva y la hacen local. De acuerdo con James Lull, existen tres formas principales de participación desde la perspectiva de las audiencias: física, emocional y cognitiva. Dentro de la

---

<sup>2</sup> La lista de popularidad más prestigiosa en el medio musical es la de la Revista Billboard. En ella se publican los discos más vendidos en el mercado norteamericano.

participación emocional de las audiencias en el uso y consumo de la música popular se podría incluir el sentimiento histórico-patriótico, es decir aquél que se tiene por el lugar de origen, por algún pasaje importante en la vida colectiva de la nación o la región, por algún personaje heroico, o por las situaciones que le traen recuerdos al autor. Además, la música popular también tiene la capacidad de ser un medio socializador que puede ser empleado para establecer, reforzar o cambiar ambientes y sentimientos especiales altamente localizados.

Para el caso de los jóvenes, en todas las culturas tienen una especial relación con la música. Usualmente, se identifican con las letras de canciones que hablan de resistencia respecto a las autoridades; de igual manera, emplean los ritmos y sonidos para socializarse por medio del baile. Para algunas culturas, como la latina, la música y el baile son elementos culturales inseparables. La radio es un medio empleado por los jóvenes para socializarse, teniendo a la música como punto nodal: los saludos y las dedicatorias de canciones logran crear redes de escuchas que posteriormente se transformarán en grupos de reunión y en subculturas. Lull [4] afirma que una subcultura es una forma de vida alternativa que contrasta con la cultura hegemónica; y clasifica dos tipos de subculturas basadas en la música:

- a) Subcultura estética o cultura de prueba. Se refiere a la subcultura musical que no aspira objetivos del orden político, sino que busca formas alternativas de adquirir y escuchar estilos musicales que no forman parte de las listas de popularidad o que “no son atractivos” para los catálogos comerciales. En otras palabras, se puede describir como la subcultura musical culta, debido a que tanto el jazz, como la música clásica y la música étnica (como el bossanova, la milonga y el flamenco) integran los gustos de ella.
- b) Subcultura opositora. Sus estilos musicales manifiestan expresamente alguna postura política o alguna orientación cultural<sup>3</sup>. “Oppositional subcultural music is part of the resistance to the ‘tendencias’ of a society’s socio-economic elite to ‘reproduce’ its structure of domination’ (Hall, 1979)” ([4],p. 29). Entre los géneros que gustan a esta subcultura se cuentan el punk, el metal, el rap, el reggae, etc. Por lo regular a las subculturas juveniles se les asocia con esta clasificación.

Sin embargo, las subculturas juveniles no únicamente se identifican con la música, sino que también crean estilos propios de comunicación verbal y no verbal, moda, relaciones entre géneros, administración del tiempo, relaciones familiares, ritmos alimenticios, estilos dancísticos y reglas intragrupalas, entre otras prácticas; en general, crean estilos de vida. Pero, es posible inferir que las subculturas juveniles varían sus particularidades dadas las condiciones culturales propias del lugar donde se integran. Es decir, varían de acuerdo a la región sociocultural a la que pertenecen y, por lo tanto, a su identidad regional.

### 3. MUSICA Y (SUB)CULTURAS JUVENILES

Para el estudio y entendimiento de las identidades juveniles es necesario tomar en cuenta, en primera instancia, los planteamientos que José Manuel Valenzuela Arce [11] proporciona a manera de delimitación teórico-metodológica.

Este investigador sugiere:

- a) que cuando se habla de identidades juveniles se debe considerar que se intentan observar las diversas formas en cómo se integran los campos de identificación y diferenciación de los sujetos sociales involucrados; y,
- b) que no se puede hablar de identidad social únicamente desde las fronteras construidas por los actores sociales, sino que se debe ver como una dimensión relacional; es decir, no es posible hablar de identidades juveniles exclusivamente desde la perspectiva de los jóvenes, para ello se deben explorar los distintos escenarios en los cuales los jóvenes se relacionan con la sociedad global.

---

<sup>3</sup> A manera de revisar estudios de caso concretos de este tipo de subcultura, se recomiendan los ensayos de Straw [9] y Chow [10].

Esto es, en el entorno social existe una gran cantidad de problemáticas que afectan directa o indirectamente a la juventud sin pertenecer, necesariamente, al ámbito de lo juvenil: desempleo, alcoholismo, drogadicción, violencia intrafamiliar, violaciones a los derechos humanos, etc.

Ahora, antes de continuar en esta misma línea, es necesario tener en claro un concepto de *juventud*. Valenzuela [12] agrega que la juventud no se delimita únicamente a criterios biológicos, cronológicos, psíquicos, económicos, históricos y familiares, sino que también responde a aspectos socioeconómicos y socioculturales, concretamente al papel que los sujetos, los grupos y las clases juegan dentro de la estructura social; esto es, los jóvenes se expresan de diferente manera, de acuerdo con la clase a la cual pertenecen.

La conceptualización en torno a la juventud debe retomar esta consideración, pues a diferencia de los jóvenes de altos ingresos, que pueden prolongar el tiempo de su incorporación al proceso productivo a través de un periodo escolar mayor, el joven de las colonias populares o el joven campesino *adultece* o deja la juventud a una edad más temprana.

La juventud representa la inconformidad, el rechazo, la contracultura y la rebeldía contra la irracionalidad y decadencia de los valores sociales del mundo moderno. Así la entiende Valenzuela, quien argumenta que los jóvenes expresan sus actitudes contestatarias a través de la agrupación en organizaciones sociales, sindicales, políticas, estudiantiles y barriales, o de grupos con cualidades particulares expresadas en el vestuario, el lenguaje, la manifestación gráfica o el comportamiento que, en muchas ocasiones, ponen en entredicho a la cultura hegemónica. Pero, a pesar de que existen muchas formas en cómo se manifiestan los jóvenes, también existen diferencias entre ellas; es decir, no todas las agrupaciones comparten los mismos intereses. Las diferencias ideológicas, políticas y sociales se reflejan en las inquietudes, deseos y rebeldías.

Lo anterior nos lleva a pensar que no se debe entender a la juventud como una condición de uniformidad y homogeneidad, sino de diversidad y heterogeneidad expresadas también de diferentes maneras conforme a la extracción social, la ubicación geográfica o la ideología política. Pues, así como hay elementos distintivos entre el joven de la clase alta con el de la clase baja, también los hay entre los jóvenes de las áreas urbanas y rurales, y entre los jóvenes que tienen abiertamente alguna postura política con aquellos que se mantienen al margen de esas cuestiones.

Otro elemento patente en el complejo proceso de construcción-consolidación de las identidades juveniles es el sentimiento de protección mutua. Los lazos de solidaridad entre grupos borran las diferencias entre los mismos cuando se trata de apoyarse entre sí. Rogelio Marcial [13] menciona que este aspecto se acentúa en escenarios donde los actores no son tomados en cuenta por las instituciones y las autoridades, o donde los espacios físicos que originalmente nos les pertenecen son transformados —a través de un proceso de nominación— en territorios adaptables a sus propios usos; por ejemplo, las experiencias de las comunidades de cholos en los escenarios de frontera cultural como migrantes internacionales. Estos jóvenes crean y recrean sus patrones de convivencia, sus códigos simbólicos y su particular visión de la realidad.

En otro estudio, Maritza Urteaga [14] demuestra que existe una relación estrecha entre los códigos transmitidos por la música popular y la construcción de las identidades juveniles. El contexto histórico y sociocultural son los principios básicos con los que la “socialidad” entretiene las relaciones e interacciones entre los diferentes componentes sociales. Sin embargo, la organización colectiva no está desligada de otros elementos que la refuerzan: existen, dentro de ella, modos de producción, apropiación, negociación e impugnación de los significados que orientan la percepción y la acción social. Urteaga demuestra, partiendo de lo anterior, que las subculturas juveniles de la ciudad de México encuentran en los *territorios del rock* (término explicado con el concepto bourdieano de “campo cultural”) la diversidad de rituales que dan cuenta de la lucha de poderes, donde las instituciones son la parte antagónica y donde la exclusión, la represión y la censura se reflejan en contracultura, rebeldía y contestación.



Bourdieu [15] afirma sobre juventud y vejez que no están dadas *per se*, sino que son constructos sociales, producto de la lucha económica y política entre los inexpertos y los expertos: la edad es un dato biológico maleable socialmente, “el hecho de hablar de los jóvenes como de una unidad social... que posee intereses comunes, y de referir estos intereses a una edad definida biológicamente constituye en sí una manipulación evidente” ([15], pp. 164-5). Sin embargo, Bourdieu realiza una distinción entre dos tipos de juventudes dada su condición social, económica y laboral: a) la juventud burguesa, caracterizada por los estudios avanzados y la situación holgada de su economía que le lleva a despreocuparse por la aportación económica en su hogar, reflejada en una prolongación de la adolescencia (de irresponsabilidad provisional); y, b) la juventud obrera, o sea, aquella que sólo tiene los estudios básicos, pero que no tuvo adolescencia por la necesidad de encontrar algún empleo desde muy temprana edad.

Sin embargo, hay posturas como las de Danielsen, Lorem y Kroger [16], quienes realizaron una investigación en Noruega, considerando que el proceso de la formación de la identidad juvenil está dado en cuanto a la pertenencia a uno de tres estatus vocacional-laborales: estudiantes universitarios, jóvenes empleados y jóvenes desempleados. Ellos enfatizan que el contexto social en el cual se desenvuelve cada uno de estos grupos tiene una función especial dentro de la configuración de la identidad, principalmente en la etapa posterior a la adolescencia (de 18 a 24 años de edad). Además, encontraron que el proceso de formación de la identidad en estudiantes universitarios del sexo femenino es similar al de su contraparte masculina, pero es diferente al de mujeres empleadas y desempleadas. Entonces, las diferencias entre estudiantes y no estudiantes no se pueden distinguir si se consideran únicamente los contrastes de género. Sin embargo, sí hay distancias entre los jóvenes universitarios y aquellos que no continuaron sus estudios por dedicarse al trabajo o por falta de interés. Los jóvenes empleados, en contraste con los universitarios, en su adolescencia optaron por un programa de estudios donde se les capacita para tomar una decisión ocupacional temprana. En este caso, es muy difícil que la decisión del adolescente cambie.

Los investigadores Hansen y Jarvis [17] defienden la tesis de que los adolescentes que trabajan muestran un mayor desarrollo de su autonomía emocional que aquellos que no laboran. Pero, los adolescentes que trabajan en empresas familiares reportan mayor apoyo de parte de sus padres que aquellos que trabajan en compañías privadas. Y concluyen argumentando que el apoyo social puede ser un factor importante en el desarrollo psico-social: los estudiantes que tienen contacto con su familia reportaron niveles inferiores de angustia emocional y de conducta violenta.

Una última perspectiva advierte que el consumo de música popular entre los jóvenes tiene una relación muy estrecha con la estereotipación negativa que algunos sectores de la sociedad tienen de ellos. Verhagen, Van Wel, Bogt y Hibbel [18] en un estudio realizado en Holanda sobre la subcultura de los *gabbers*, que significa “habladores” y que está relacionada con la música *gabberhouse*<sup>4</sup> o *hardcore* (de exponentes como “Boom terrorism”, “DJ Petrov” y “DJ Rob Gee”), demostraron que el acercamiento que tienen algunos adolescentes a una contrapropuesta musical que a lo largo de la década de los 80’s fue conocida como “la degeneración del tecno” (debido a sus sonidos extremadamente acelerados –200 *beats* o *golpes* por minuto- y estrepitosos, además a que en sus letras menciona el uso de drogas, el sexo desmedido, el masoquismo y la xenofobia), no necesariamente modifica sus conductas individuales, ni las formas colectivas de vestir, de hablar y de comportarse.

El reporte de esta investigación exhibe que se realizó una correlación entre el género, el nivel de educación, las prácticas religiosas y otras variables entre más de mil adolescente, detectándose que: los varones son más ordenados en su conducta que las jóvenes; los adolescentes con un antecedente inmigrante o religioso tiene una tendencia mayor a llevar una forma de vida normal y honesta; las actitudes hedonistas y etnocentristas, así como el consumo mayor de drogas predominan en los adolescentes con un bajo nivel de educación y con ambos padres holandeses. La identificación con el “culto *gabber*” está ligada, en primera instancia, con el gusto musical y, en segundo término, con el respectivo código de vestimenta; pues, ambos están íntimamente relacionados. Es decir, no todos los

---

<sup>4</sup> “Gabberhouse is the hardest, fastest, most terrifying, most apocalyptic dance music in the civilized world”. (Marshall, 1993, p. 85)

jóvenes que consumen drogas, que tienen tendencias ideológicas racistas o que llevan una vida sexual desordenada son *gabbers*. Estos realizan fiestas, más bien, como una vía de compartir con otros adolescentes su preferencia musical y de vestir. Finalmente, estos investigadores aceptaron que el hecho de que la música *gabberhouse* no tiene un impacto negativo entre la mayoría de los adolescentes es debido a que se ha popularizado, perdiéndose su sentido original.

Como se ha revisado, el tópico de la identidad y las culturas juveniles puede observarse desde varios enfoques. Entre las perspectivas aquí mencionadas encontramos discrepancias y convergencias. Sin embargo, es pertinente adecuar, de acuerdo al fenómeno y al tipo de investigación que se desea realizar, el respectivo abordaje teórico-metodológico. Por lo menos se perciben tres líneas de investigación en torno al estudio de las identidades juveniles:

- a) La primera pone especial atención al problema de la juventud desde el aspecto biológico y psicológico (capacidad procreadora, madurez fisiológica, división de etapas psico-evolutivas), por una parte, y legal (derechos y deberes sexuales, familiares, legales, políticos y sociales), por otra. Está representada por Gloria González, Alberto González y Víctor Alba (todos citados en Valenzuela, [12]).
- b) La siguiente centra su reflexión desde la sociología del trabajo y la economía. Entre sus postulaciones se encuentran: la estratificación juvenil de acuerdo al nivel de estudios, al nivel socio-económico y al tipo de ocupación [16,17]
- c) La última constituye un área de interés desde los estudios culturales, desarrollados multidisciplinariamente por la antropología cultural, la sociología de la cultura y las ciencias de la comunicación, tomando en consideración las dos líneas de investigación anteriores. Sus trabajos se enfocan a temas como la producción y reproducción de las representaciones sociales a través de la lucha simbólica (ideológica) entre jóvenes y viejos, y de la juventud burguesa con la juventud obrera [15]; la integración de campos de identificación y diferenciación de los sujetos sociales, la relación de los jóvenes con la sociedad global, la conformación de códigos simbólicos y su papel en la reproducción social [11]; los lazos de solidaridad entre los diversos sujetos sociales [13], y la relación existente entre los códigos simbólicos transmitidos por la música popular y la configuración identitaria, así como la lucha social entre jóvenes e instituciones sociales, consecuencia de la estigmatización, la exclusión, la represión y la censura [14,18,].

En el caso de la identidad de los jóvenes regiomontanos en sus expresiones musicales, en las formas de consumo, uso y apropiación de las formas circulantes en la música popular, dado que se debe partir de una posición teórico-metodológica que, de una manera crítica, entienda a la sociedad como el escenario donde se crea la cultura y donde se negocian e intercambian símbolos, sin perder de vista el contexto sociocultural de los actores sociales, su relación con los *otros*, su estructura socioeconómica y su representación de la realidad, es conveniente considerar que para el análisis de las identidades juveniles son básicos los aportes culturalistas de Pierre Bourdieu, José Manuel Valenzuela, Rogelio Marcial y Maritza Urteaga, así como los conceptos de la cultura popular discutidos en la primera parte.

#### 4. CONCLUSIONES

Estudiar las complejas interrelaciones de los fenómenos sociales demanda establecer un punto de partida que permita revelar los conceptos operantes en los hechos sociales. Hasta aquí se ha discutido la conceptualización de la cultura masiva en oposición a la cultura popular, y el lugar de la expresión musical dentro de ésta última. Además, se han caracterizado las expresiones musicales juveniles como formas particulares de identidad simbólica que se generan para afirmar la existencia de una comunidad particular local inserta en los flujos de mensajes de la cultura masiva. Las formas de apropiación, re-semantización y transformación de la expresión de la música popular juvenil es un ejemplo de estas complejas interacciones.

La intención es tener un acercamiento a la autopercepción de las audiencias de la música popular como producto simbólico. Para ello, se sugiere la aplicación de técnicas de investigación que permitan revelar los procesos de significación de los sujetos sociales con respecto a sus expresiones musicales, tales como la observación participante, las entrevistas a profundidad y los grupos de discusión. Solo en los discursos producto de esas técnicas es posible comenzar a desentrañar los mecanismos de autopercepción juvenil que transforman la música popular juvenil en espacio de encuentro y diálogo para estos grupos particulares.

La aproximación al diseño metodológico de un asunto así demanda la búsqueda de representar los más discursos posibles, divididos por clase y por género principalmente. Así por lo menos se requieren cuatro sectores de trabajo: clase alta, clase baja, hombres y mujeres.

## 5. Referencias

- [1] Giménez, G. Metodología y Cultura. México C.N.C.A. (1994)
- [2] Strinati, D. An Introduction to theories of popular culture. London. Routledge. (1995)
- [3] Margulis, M. La Cultura Popular. En A.Colombres (comp). La Cultura Popular. México. Ed. Coyoacán. (1997)
- [4] Lull, J. Popular Music and Communication. London. Sage. (1992)
- [5] Lomax, A. Folk song style and culture. London. Transaction Books. (1994)
- [6] Shaw, R.D. Transculturation. Pasadena, CA. William Carey Library Publishers. (1988)
- [7] Figueroa, R. Salsa mexicana: Transcultura e Identidad. México. Fideicomiso para la Cultura México/USA. (1996)
- [8] Iznaga, D. Transcultura e Identidad en Fernando Ortiz. La Habana. Editorial de Ciencias Sociales. (1989)
- [9] Straw, W. Characterizing rock music culture. The case of heavy metal. En S. During (ed). The Cultural Studies Reader. London. Routledge. (1999)
- [10] Chow, R. Listening otherwise, music miniaturized. A different type of question about revolution. En S. During (ed). The Cultural Studies Reader. London. Routledge. (1999)
- [11] Valenzuela, J.M. Formación de Identidades Culturales. El caso de la frontera México-E.E.U.U. Disponible en [www.dpi.sg.gba.gov.ar/ipap/valenzuela\\_arce.htm](http://www.dpi.sg.gba.gov.ar/ipap/valenzuela_arce.htm) (1999)
- [12] Valenzuela, J.M. ¡ A la brava ése! Tijuana. COLEF. (1988)
- [13] Marcial, R. ¡ Hay que pintarse a Los, ése! Construcción identitaria juvenil en torno a los territorios fragmentados: jóvenes cholos y migración internacional. Chicago. LASA (1998)
- [14] Urteaga, M. Por los territorios del rock. Identidades juveniles y rock mexicano. México. CNCA/SEP/Causa Joven-Centro de investigación y estudios sobre juventud. (1998)
- [15] Bourdieu, P. Sociología y Cultura. México. CNCA/Grijalbo. (1990)
- [16] Danielsen, L.M., Lorem, A.E. y Kroger, J. The impact of social context on the Identity formation process of Norwegian late adolescents. Youth & Society. 31 (3), 332-362. (2000)
- [17] Hansen, D.M. y Jarvis, P.A. Adolescent employment and psychosocial outcomes. A comparison of two employment contexts. Youth & Society, 31 (4), 417-436. (2000)
- [18] Verhagen, S. Van Wel, F. Bogt, T.T. y Hibbel, B. Beats per minute. The youth culture of Gabbers in the Netherlands. Youth & Society, 32(2), 147-167. (2000)

**DISCURSO CINEMATOGRAFICO Y DISCURSO LITERARIO COMO INSCRIPCIONES DE LA MEMORIA.**  
Maricruz Castro Ricalde, Departamento de Comunicación y Humanidades, DAH, campus Toluca, ITESM.

El propósito de este trabajo es analizar la inscripción de la memoria, a través de un ejercicio de intertextualidad. Éste teje un viaje de ida y vuelta entre el guión cinematográfico **Sucesos distantes** (1997) de Hugo Hiriart, Alejandro Lubezki y Guita Schyfter y la película del mismo nombre (**Sucesos distantes**, México: 1997) realizada por Guita Schyfter. Sostenemos que mediante la inserción de imágenes dentro de la imagen y de discursos dentro de discursos, Schyfter expresa su deseo de aportar un punto de vista comprensivo hacia la condición femenina, empleando determinados recursos en la obra artística visual que no aparecen o son formulados de otra manera en el guión cinematográfico.

Gracias a los recursos cinematográficos, Guita Schyfter plantea la metaficción como un modo de acercarse al ser femenino, a través de la representación. Ésta es entendida como tal: como la huella de la realidad, la cual el receptor reconfigura según los datos ofrecidos por el texto, pero también de acuerdo con su propia experiencia vital. Así, en lugar de reducir el escrito original, en su puesta en escena la realizadora lo torna complejo y abierto. Le concede al espectador la posibilidad de dudar tanto del discurso masculino como del femenino explícito y lo invita a participar en el proceso hermenéutico, en el cual su interpretación dota de coherencia al texto fílmico. El mérito de Schyfter radica en dudar de la palabra enunciada, cuestionarla y ponerla en entredicho, al confrontar el discurso expresado con la imagen en movimiento.

**FEMINISMO Y TEORÍA CINEMATOGRAFICA.** Maricruz Castro Ricalde, Departamento de Comunicación y Humanidades, DAH, campus Toluca, ITESM.

En este artículo se ofrece un panorama de las relaciones que se han establecido entre la teoría cinematográfica y los estudios de género en los últimos treinta años, enfatizando hacia dónde apuntan los enfoques de las investigaciones que al respecto se publicaron en la década de los noventa. La relevancia de los textos sobre las representaciones femeninas, la relación entre la semiótica y el psicoanálisis, las teorías de la posmodernidad y el poscolonialismo así como los temas centrados en la raza, la homo, hetero y bisexualidad, el poder, la alteridad y la marginalidad forman parte del cada vez más amplio espectro explorado por la teoría cinematográfica feminista. Ha predominado la tendencia de considerar las presencias, en términos de poder. Es decir, lo que aparece a cuadro es lo impuesto a la recepción del espectador y no ocupar espacio alguno en las representaciones mediáticas en general y, en concreto, en las cinematográficas, es una forma de debilitar, borrar, anular. Un giro innovador es, precisamente, la perspectiva contraria: estudiar esas ausencias. El arranque de este siglo que comienza trae consigo una energía y una innovación comparables a la efervescencia vivida en los años setenta. Una de sus causas es la apertura de las miradas de los estudios culturales y los estudios realizados en conjunto con otras áreas como la literatura y el arte, en general.

**VIOLENCIA Y GÉNERO: EL CINE MEXICANO EN LA DÉCADA DE LOS OCHENTA.** Maricruz Castro  
Ricalde, Departamento de Comunicación y Humanidades, campus Toluca, ITESM.

El objetivo de este trabajo es analizar la puesta en escena de las películas mexicanas realizadas por mujeres en la década de los ochenta, en relación con la violencia. Mediante la conjunción de los elementos auditivos, textuales y visuales, las realizadoras Marcela Fernández Violante (*En el país de los pies ligeros. El niño rarámuri*, 1981), Busi Cortés (*El secreto de Romelia*, 1988) y María Novaro (*Lola*, 1989), proponen una perspectiva cuestionadora sobre el ejercicio de la violencia hacia grupos minoritarios (ancianos, mujeres, niños e indígenas). En pocos segmentos de estos productos cinematográficos realizados por mujeres se muestran hechos violentos y, en todos ellos, los detalles son omitidos. Sin embargo, el espectador puede fácilmente identificar las razones y las repercusiones de este tipo de actos. A través del análisis de las películas de las realizadoras mexicanas de esta década es posible encontrar un subtexto referido a la concepción de la violencia y sus mecanismos, dentro de la sociedad mexicana. Retórica, silencio y exposición de la violencia son el eje de nuestro análisis.

**Área: Ciencias Sociales**  
**Coordinador de área: Dr. Freddy Ramón Maríñez**  
**Navarro**

**Semiótica de la cultura**

**Coordinadora de mesa: Dra. Kande Mutsaku Kamilanba**

## ***La Cultura Laboral y La Cultura del Tiempo Libre***

Trabajo para el XXIII Congreso de Investigación y Extensión del sistema Tecnológico de Monterrey.

Presentado por Dr. Guillermo Mañón Garibay del CCM

### ***Introducción***

De una manera general se ha podido hasta nuestros días dividir la actividad del hombre en dos grandes ámbitos: el ámbito del trabajo, de la necesidad, esfuerzo, ahorro y parquedad, y el ámbito del descanso, del ocio, disfrute y esparcimiento. En el primer ámbito, la actitud predominante es la disciplina, el orden y sentido colectivo, y la necesidad de supervivencia. En el otro, predomina la actitud espontánea, individual, sucedánea y placentera.

El diccionario de psicología<sup>1</sup> define al Tiempo Libre como el tiempo libre de obligaciones y deberes, libre para la elección y organización personal. Algunas investigaciones sobre Tiempo Libre<sup>2</sup> van más lejos; no ven al Tiempo Libre como contrario al Tiempo de Trabajo, sino lo ven como la humanización del trabajo<sup>3</sup> y como el mejoramiento integro de la calidad de vida. Para ellos las experiencias del Tiempo Libre son necesarias para complementar las experiencias del trabajo, porque repercuten positivamente en él y en la vida entera. En mi opinión no hay actualmente en nuestro país una simbiosis entre trabajo y Tiempo Libre, sino antes bien el segundo ha cobrado un valor principal en la vida y relegado al trabajo a un puesto secundario. Para entender esto, i. e. el sentido del Tiempo Libre en la actualidad, será necesario primeramente analizar históricamente como surgió y evolucionó el significado del trabajo y del tiempo libre de trabajo, que no sin más puede ser identificado con la noción de Tiempo Libre de la actualidad.

A primera vista puede verse que el Tiempo Libre no puede ser lo mismo que el desempleo, que el tiempo sin empleo social productivo<sup>4</sup>; porque ése es tiempo sin sentido alguno (ya sea individual o colectivo), sin la posibilidad de ser libre o personalmente estructurado, tiempo desestructurado, y, por eso mismo, tiempo sin tiempo<sup>5</sup>, sin medida alguna, o que imponga un ritmo a la vida. Pareciera entonces que el Tiempo Libre sólo tiene sentido frente al Tiempo de Trabajo. Y, ciertamente, desde el comienzo de la era industrial el trabajo ha servido para estructurar el tiempo de vida, para diferenciar el tiempo de estudio o preparación para el trabajo del tiempo productivo o de actividad laboral, y también para diferenciar ambas etapas de la vida del tiempo merecido de descanso o alegría permanente: la jubilación<sup>6</sup>. Por eso, sin el trabajo, el Tiempo Libre pierde su sentido de tiempo para el descanso y recuperación, y se convierte en tiempo de tedio e indolencia, sin plan o estructura. Pero ¿no será que actualmente las cosas se han invertido? ¿No parece antes bien que hoy día el trabajo tiene sentido desde nuestras actividades de tiempo libre? ¿No se considera un buen trabajo a aquel que nos permite realizar la actividad predilecta del Tiempo Libre independientemente de su costo y riesgo? Y ¿no calificamos la vida como interesante o aburrida según las actividades de tiempo libre y no más según el trabajo?

Presentado por Dr. Guillermo Mañón Garibay del CCM

---

<sup>1</sup> El concepto: Freizeit. En: *Psychologisches Wörterbuch*. DTV. München, 2000.

<sup>2</sup> Un ejemplo de esto serían los libros de Horst W. Opaschowski, *Psychologie der Freizeit*. Leske Budrich, Hamburg, 1990, o de Trude Ehlert, *Zeitkonzeption, Zeiterfahrung, Zeitmessung*. Schöningh 1997, o de R. Wendorf, *Im Netz der Zeit*. Stuttgart, 1989, etc.

<sup>3</sup> Humanización del trabajo o, aún mejor, condiciones humanas de trabajo, son aquellas que permiten el desarrollo integral de la persona. Lo que significa que debe haber un equilibrio entre tiempo de labor y tiempo de esparcimiento.

<sup>4</sup> Es claro que también en el tiempo de desempleo el hombre puede organizar su tiempo en actividades sociales que den sentido al tiempo libre. Es de preguntarse si esas actividades no se le pueden llamar también trabajo, no obstante que no se reciba remuneración por ellas o que no exista ningún tipo de contrato social u obligación de fuera.

<sup>5</sup> Rinderspacher, J. P., *Gesellschaft ohne Zeit*. Campus. Frankfurt/New York 1985.

<sup>6</sup> La palabra "Jubilación" que designa al tiempo sin trabajo, pero de descanso merecido por haber trabajado toda la vida, tiene la misma raíz latina que júbilo (*iubilatio, iubilatiois*) que significa alegría.



Debido a esto, pienso que nuevamente<sup>7</sup> el Tiempo de Trabajo y el Tiempo Libre coexisten en mutua confrontación. Por *confrontación del Tiempo de Trabajo y del Tiempo Libre* se entenderá aquí la distensión que hay entre las demandas sociales y mis intereses particulares. El tiempo no sólo se estructura desde mi capricho o necesidades personales, sino también desde las necesidades sociales, y, por eso, no sólo yo estoy autorizado a disponer de mi tiempo, sino también la sociedad tiene derecho a disponer de él. El tiempo socialmente estructurado será, sobre todo, el tiempo dedicado al trabajo, a desempeñar una labor de interés y utilidad social. Y el Tiempo Libre será aquel que se estructure individualmente, sin reparar en los intereses de la sociedad, sino sólo en los personales, y, por eso, reportando antes que nada un beneficio particular<sup>8</sup>. Entonces, el sentido del tiempo deviene tanto de la estructuración social como individual, y además, el tiempo no es el mismo para todos; puede haber una diferencia de persona a persona y de sociedad a sociedad. Por eso se ha entendido de tantas maneras distintas en la historia el Tiempo de Trabajo y el Tiempo Libre.

### **Historia del Tiempo Libre en Occidente**

Octavio Paz afirmó siempre que pertenecíamos a la cultura occidental; ante todo por hablar una lengua occidental, pero también porque ésta ha sido el punto de referencia más importante de nuestra cultura. Por eso, en esta revisión rápida de la historia del trabajo y Tiempo Libre consideraré exclusivamente episodios de la historia occidental, dejando de lado la reflexión sobre el Tiempo Libre en otras culturas.

#### **Antigüedad**

Por mor de la argumentación en este trabajo, puede tomarse el ocio de los antiguos griegos y romanos<sup>9</sup> como el precursor del Tiempo Libre actual. El tiempo de ocio surge cuando griegos y romanos (cada cual en su época de esplendor) sometieron a otras tierras y pueblos, pudiendo de esta manera esclavizar a los hombres para que realizaran los trabajos penosos y pesados mientras ellos se entregaban al ocio. Huelga decir que sólo los nobles podían entregarse a él, porque eran los únicos que podían costearse los esclavos. Y, curiosamente, cuantos más eran los esclavos empleados como criados, campesinos, pastores, artesanos, albañiles, carpinteros, etc. que aseguraban la subsistencia diaria, más crecía el desprecio por esas tareas laborales entre los nobles o patricios<sup>10</sup>. Incluso las palabras dan testimonio de esta situación: la palabra ocio, que en latín es *otium*, tenía al trabajo físico contrapuesto a ella a través de la negación *ne*. En efecto, “negocio” significa literalmente la negación del ocio. Lo mismo puede decirse de la palabra griega: “skolé” que significa ocio, y su negación “askolé” significa trabajo. La situación normal de vida para el noble era el ocio (prácticamente por definición), mientras que el trabajo calificaba a las clases inferiores.

Analizando la palabra ocio en griego se entiende para qué debía ser empleado provechosamente el tiempo. De la palabra “skolé” se deriva la palabra “escuela”. Y así como ahora ir a la escuela es emplear el tiempo en educarse, de la misma manera el ocio servía a los ricos de tiempo de formación, reflexión y contemplación. Ocio era todo menos inactividad, sino más bien condición de posibilidad de reflexión, que en su variante más pragmática fue interpretado por los antiguos romanos como ejercicio político. Hacer política significaba la reflexión y ejercicio de una teoría pública o de interés público<sup>11</sup>.

Un reflejo de esta concepción del trabajo la ofrece la religión griega y romana<sup>12</sup>. Los griegos tienen una religión más apegada al espíritu épico que al laboral. Los dioses griegos son completamente antropomórficos, lo que significa que su vida conjunta todos los placeres y pasiones de la tierra y vida

---

<sup>7</sup> La oposición entre trabajo y ocio (lo que hoy *mutatis mutandis* sería Tiempo Libre) se planteó claramente en la Grecia antigua.

<sup>8</sup> El interés social e individual muchas veces coinciden. Incluso es difícil de distinguir aquello que tiene sólo un interés social o sólo un interés individual. Esta dificultad surge del hecho que individuo y sociedad se implican mutuamente. Pero como la diferencia individuo-sociedad no es sólo teórica, sino además real; entonces, puede afirmarse que hay intereses individuales y otros específicamente sociales.

<sup>9</sup> Parte del objeto de este ensayo es mostrar las divergencias entre el ocio de la antigüedad y el Tiempo Libre de la actualidad. Para profundizar en este tema consultar el libro de Josef Pieper *Musse und Kult*. El ensayo más lúcido sobre el trabajo y el ocio en la antigüedad griega sin lugar a dudas.

<sup>10</sup> Comparar con: Aristóteles, *Política*. Aguilar. Madrid, 1977, 1337b.

<sup>11</sup> Aristóteles, *Política*. Aguilar. Madrid, 1977, Libro IV.

<sup>12</sup> La religión romana antigua tiene, como se sabe, sus raíces en la griega. Por eso, lo que se diga de la segunda vale *mutatis mutandis* para la primera.

mortal. Estos placeres son, por antonomasia, contrarios al trabajo, sus penas y esfuerzos. Por eso, el héroe griego, que imita con sus acciones a los dioses, no puede preciarse de trabajar: igualar a los dioses es alejarse de la necesidad del trabajo. Aunque, como se ha hecho notar, es necesario distinguir entre la religión de los nobles o patricios y la religión del pueblo en la antigua Grecia<sup>13</sup>. En la religión de los nobles, el trabajo es algo execrable, mientras que para el pueblo no es así: Heracles, el héroe popular, entra en el Olimpo gracias a su esfuerzo realizado en los 12 trabajos impuestos. La diferencia entre la religión de los nobles y la del pueblo la representa la diferencia entre poesía y mítica respectivamente<sup>14</sup>. Mientras que los ricos y poderosos encuentran reflejada su sensibilidad religiosa en los grandes poemas épicos (Homero), el pueblo da forma a su religión a través de los distintos mitos. En la poesía se representa a los dioses arrogantes, siempre ociosos, ocupados en resolver los problemas causados por sus propias pasiones, indiferentes a las penas de los hombres. En la mítica popular predomina la solidaridad entre dioses y hombres, incluso compiten unos contra otros y se tienen respeto y envidia mutuamente. En la mítica los dioses son más humanos, mientras que en la épica resultan simplemente elitistas. Debido a esto, el panteón griego es tan variado (por no decir caótico) y los dioses desempeñan tantas labores diferentes. Por ejemplo, Palas Ateneas, diosa guerrera protectora de las artes y de las artesanías, que sin embargo no pudiendo igualar el arte de los tejidos de *Aracné* la convierte en araña. Otros casos son aún más reveladores de la mentalidad griega antigua, porque se trata de dioses temidos y envidiados por su trabajo y compromiso con los hombres, y también por eso castigados por los otros dioses. Por mencionar dos: *Esculapio*, dios de los médicos, que no contento con curar a los enfermos, resucitaba a los hombres y desafiaba con esto el poder divino de Zeus y el predominio de Hades sobre los muertos. Y el famoso Prometeo, que arrebató a los hombres de su miserable existencia dándoles el fuego de la ciencia e iniciando con esto la primera civilización humana. Trabajo y compromiso social parecen ser tanto causa de escándalo como de elevación personal entre uno y otro grupo de dioses, reflejando de alguna manera la situación que prevalecía entre patricios y plebeyos. Un caso parecido es el de Vulcano que vive trabajando en las profundidades de la tierra, porque es feo y deforme, y, por esto, excluido de la mesa en el Olimpo. Los dioses griegos suelen trabajar cuando son feos o cuando son expulsados del Olimpo por alguna falta.

Por el lado de la filosofía, el trabajo no corre mejor suerte, sino encuentra la justificación racional a su desprecio. Ciertamente, Sócrates opinaba que el conocimiento, entendido como virtud ética, tiene siempre de suyo una repercusión práctica en la conducta diaria<sup>15</sup>. Lo que implica que el hombre sabio es el hombre que realiza el bien y el ignorante el que actúa mal<sup>16</sup>. En este caso, pareciera que acción y contemplación están íntimamente unidas. No obstante, si reflexión y sabiduría son la fuente de las acciones buenas, entonces se entiende que para Sócrates el hombre de reflexión tiene una primacía sobre el hombre que realiza una labor puramente física (o técnica como diríamos hoy). La reflexión precede a la acción tanto como guía que como justificación: el que hace bien las cosas, sabe - según Sócrates- necesariamente por qué. Por otro lado, Platón, discípulo de Sócrates, hace énfasis en el desprecio al trabajo. El objeto del hombre en su vida es la contemplación, y aquel que logre deshacerse del cuerpo (dominándolo a través de la razón) mirará sin dificultad y trabajo las ideas eternas<sup>17</sup>. Esto es el sentido de catarsis: contemplación por purificación de lo material y corporal<sup>18</sup>. Cuando se enfrenta y contrapone cuerpo a espíritu, como lo hace Platón, se diferencia también entre funciones o tareas físicas y espirituales. Y como las espirituales son las propias del hombre y los dioses, entonces pierde validez la actividad física frente a la espiritual<sup>19</sup>. El problema del trabajo es comentado por Platón en su obra sobre la República, en donde el trabajo es entendido sólo como aquello necesario para la subsistencia física del hombre. Ahí mismo distribuye Platón las actividades según las habilidades de cada cual (esto se

---

<sup>13</sup> *Lexikon der Antike*. Reklam. Stuttgart 1996, pág. 548.

<sup>14</sup> Ver la obra de M. I. Finley, *El Mundo de Odiseo*; donde el autor sostiene la tesis de que los poemas homéricos describen una sociedad aristocrática, en la que sólo tienen derecho de acción los reyes, jefes de clan y guerreros, o sea; gentes que sólo tienen un interés en la riqueza, destreza en el combate y el honor. Gentes que rendían culto a dioses demasiado humanos, demasiado parecidos a ellos. Finley, M. I., *El mundo de Odiseo*. Fondo de Cultura Económica (FCE). México, 1984.

<sup>15</sup> Platón, *Menón, o de la Virtud*. Aguilar. Madrid 1977, 89a.

<sup>16</sup> Zeller, E., *Die Philosophie der Griechen*. Tubingia 1844, pág. 250.

<sup>17</sup> Platón, *Fedro, o de la belleza*. Aguilar. Madrid 1977, 246a.

<sup>18</sup> Platón, *Fedro, o de la belleza*. Aguilar. Madrid 1977, 276e.

<sup>19</sup> Platón, *Alcibiades, o de la naturaleza del hombre*. Aguilar. Madrid 1977, 134a.

deriva del concepto de justicia platónico: a cada cual lo suyo), y la actividad suprema, la de gobernar, le corresponde al hombre de reflexión por excelencia: el filósofo<sup>20</sup>.

El tercer gran filósofo de la Grecia antigua, Aristóteles<sup>21</sup>, define la actividad divina como pura reflexión de sí mismo y la erige como paradigma de actividad *sine qua non*; porque es reflexión que no tiene aparejado el esfuerzo o la pena que depara en el hombre los problemas para pensar acertadamente<sup>22</sup>. El trabajo, que pareciera ser la actividad por la cual el hombre se emancipa de la materia por cuanto la domina y subordina a sus intereses, representa en realidad para Aristóteles nuestra prisión en la naturaleza. La razón reside en que cualquier actividad que aleje al hombre de la contemplación lo envilece, porque lo distrae de su actividad propia según su diferencia específica (i. e.: ser racional). La forma de vida que enaltece al hombre es la de la contemplación, y en esto reside también la virtud ética suprema<sup>23</sup>. De esta postura filosófica griega surge el antagonismo entre acción y contemplación, trabajo espiritual y trabajo físico. Antagonismo que mitigará la doctrina cristiana a lo largo de su historia: la vida bienaventurada en la tierra es producto de la unión del trabajo y la oración. Por eso, la regla monacal por excelencia dice: *ora et labora*. Promulgada por de San Benito de Nursia en siglo VI.

Edad Media

Para hablar del sentido del trabajo y descanso en la Edad Media hay que tener en cuenta que en aquel entonces no existía una división entre lo sagrado y lo profano. El hombre dotaba de sentido a su vida a partir de una visión religiosa del mundo; especialmente la que profesaba el cristianismo.

Primero hay que destacar la íntima relación entre religión, trabajo y descanso<sup>24</sup>. Y para entender esta relación es necesario hablar del auténtico sentido de la fiesta. El sentido de la fiesta estaba dado con relación al trabajo y al culto religioso. Las únicas interrupciones de las labores se justificaban por la celebración de los ritos sagrados. Celebrar una fiesta (religiosa por antonomasia) era recordar o ratificar el sentido profundo de la vida, esto es; la relación del individuo con el todo (natural, social y divino), su conformidad y armonía con el universo. De esta manera, los babilonios distinguían los días *ne-fastos* de los *fastos*<sup>25</sup>, los días de trabajo de los de fiesta y descanso. Entre ellos figuraba el Shabbatum, de donde se derivó el Sabat, y que los judíos dotarían de un valor religioso y moral, incluyendo la caridad y bondad hacia los animales de trabajo<sup>26</sup>.

Gracias a la fiesta coincidían religión y trabajo: por un lado, la religión expresaba la necesidad de vivir trascendiendo la individualidad (entendida como el aquí y ahora, *hic et nunc*) y allegándose la compañía del prójimo a través del vínculo con lo absoluto. Por otro lado, el trabajo era el esfuerzo diario para ganarse la vida, esfuerzo que representaba siempre una labor conjunta. La fiesta sagrada mostraba el sentido compartido de la religión y el trabajo: ambos obligaban a reconocer la incapacidad natural del hombre para subsistir individual o solitariamente; ambos establecían el vínculo con lo otro, con Dios o nuestro prójimo; por esto mismo, ambos daban conciencia de límites a la vez que de trascendencia. La celebración de la fiesta unía íntimamente religión y trabajo; porque la fiesta era el tiempo dedicado a la contemplación (reflexión) de lo creado o realizado en el esfuerzo conjunto laboral. Las primeras fiestas judías, de origen cananeo, eran fiestas agrícolas sin fecha determinada, vinculadas al término de un ciclo de trabajo. Sólo más tarde se asociaron estas fiestas a hechos históricos como la salida del cautiverio egipcio (1220 a. de C.)<sup>27</sup>. Pero siempre conservaron su relación al trabajo: la fiesta de los *ácimos*<sup>28</sup> coincidía con la recolección de la cebada; el *Pentecostés*<sup>29</sup> (cincuenta días después de la anterior) coincidía con la recolección del trigo; la fiesta de los *tabernáculos*<sup>30</sup> con la vendimia, etc.

La esencia del día feriado (o día de fiesta) se encuentra, entonces, en el sometimiento voluntario del tiempo personal (de mi aquí y ahora) a la contemplación de Dios; lo que significa renuncia del yo y sus

---

<sup>20</sup> Platón, *República, o de la justicia*. Aguilar. Madrid 1977, 544a y ss.

<sup>21</sup> Aristóteles, *Metafísica*. Aguilar. Madrid 1977, Libros VII.

<sup>22</sup> Aristóteles, *Ética Nicomachea*. Aguilar. Madrid 1977, 1174a.

<sup>23</sup> Aristóteles, *Ética Nicomachea*. Aguilar. Madrid 1977, capítulo X.

<sup>24</sup> Descanso nuevamente entendido como el precursor de nuestro Tiempo Libre.

<sup>25</sup> McCall, H., "Mesopotamische Mythen". En: *Mythen der Alter Kulturen*. Reclam. Stuttgart, 1987.

<sup>26</sup> Rendtorff, R., *Israels Glaube in der Geschichte*. Beck. München, 1989.

<sup>27</sup> La Pascua; relacionad con el cambio de pastos para el ganado, y, por eso, desde el principio una fiesta relacionada con la migración permante del pueblo judío. Ver: *Reklams Bibellexikon*. Stuttgart 1992.

<sup>28</sup> *Reklams Bibellexikon*. Stuttgart 1992, pág. 145-147.

<sup>29</sup> *Ibidem*.

<sup>30</sup> *Ibidem*.

mezquinas necesidades para optar por algo otro superior. El tiempo de contemplación sería el tiempo empleado en algo no utilitario (o de valor pragmático), pero que constituye parte esencial del destino humano, esto es; tiempo para la formación espiritual del trabajador a través de la contemplación. De esta idea nace la regla de San Benito de Nursia (fundador de la orden benedictina) *ora et labora*, que impone la unión inexorable de trabajo y contemplación. Así como ha de haber espacios sustraídos a la utilidad humana (como los templos), debe de haber también tiempo que tenga otra finalidad que el puro provecho material del hombre y que consecuentemente deba estar dirigido a otro fin distinto que la satisfacción individual o egoísta de sus necesidades materiales; por tanto, dedicado al culto divino.

El punto culminante de toda festividad es la presentación de las **ofrendas**, donde convergen el fruto laboral y la devoción espiritual. Las ofrendas religiosas significan la inmolación del trabajo y sustento humano a los deberes divinos. Todas las sociedades evalúan los productos del trabajo "frente a Dios", como muestra que estos no sólo sirven al hombre (a sus necesidades básicas), sino también a su lazo con lo espiritual y divino. La ofrenda religiosa es el sacrificio de lo útil a lo contemplativo<sup>31</sup>. El rito de las ofrendas tiene también la función de santificar la pena y el esfuerzo del trabajo, de darle una dimensión superior a la corporal, dotándolo de sentido trascendente en su relación con lo sagrado.

El esfuerzo y pena, que supone todo trabajo, estarán incluso a la base del espíritu religioso del hombre; ya que por el trabajo tomaría el hombre conciencia de que su esfuerzo individual es insuficiente para haber creado cuanto hay en la naturaleza, y que es tanto fuente de vida (sustento) como de asombro (contemplación). Esto quiere decir, que el esfuerzo del trabajo en sí tiene una dimensión religiosa que acerca al hombre a Dios, porque a través de él conoce sus límites y carencia a la vez que la necesidad de incluir en su vida al prójimo para su supervivencia. Y esto, en última instancia, es reconocer que la vida no es un logro individual, sino que proviene de otro: Idea que constituye la esencia de toda religión.

Pero si se considera al esfuerzo y pena del trabajo como la razón del vínculo con el otro (sea otro hombre, sea Dios); puede surgir la duda de si puede desaparecer la dimensión religiosa del trabajo desapareciendo o anulándose el esfuerzo y pena del trabajo. Curiosamente, la crítica más acérrima contra la religión nace en la era industrial; cuando el hombre desarrolla la ciencia y técnica que simplifican el esfuerzo del trabajo<sup>32</sup>. Entonces, pareciera que a mayor seguridad sobre la supervivencia, menor pena y esfuerzo en el trabajo. Y que a menor pena y esfuerzo en el trabajo, mayor conciencia de poderío. Y, pareciera también, que esta conciencia de poderío anula la noción de límites y conciencia de muerte en el hombre, y, por tanto, de la necesidad de Dios.

Cuando el hombre se siente ilimitado y poderoso gracias al desarrollo de la técnica y su aplicación en la producción, no necesita más de Dios; prácticamente no necesita más de los otros<sup>33</sup>. El resultado actual de la pérdida del sentido religioso de la vida en el trabajo es la mitificación del trabajo, o sea; la idea de poder anular el esfuerzo laboral por el desarrollo tecnológico. El resultado ha sido que el trabajo se convierte en objeto de culto. El trabajo no se vinculó más con la religión, sino que devino religión. Pero ¿qué pasa cuando el trabajo deviene objeto de culto y no la preparación para el culto?<sup>34</sup>. Lo que pasa es que el trabajo demanda para sí el rango de idea directriz y rectora de la vida humana, tanto en lo individual como en lo social y político. El trabajo ocupa, entonces, el lugar de lo sagrado; por eso, la exigencia vital de un rendimiento cada vez mayor en la actividad laboral. Ciertamente, hoy día la entrega total al trabajo tiene un carácter religioso, como si fuera la nueva ley del vínculo humano, la clave de la caridad fraternal<sup>35</sup>. En cierta forma, esto no es nuevo: nada une más que el esfuerzo común en un mismo afán<sup>36</sup>. Y en la religión el trabajo no ha tenido tampoco otro sentido: la comunidad entre los hombres surge por una misma vocación, o sea; la de servir a Dios. Esta tarea es el sentido último de la fraternidad religiosa. Pero cuando el trabajo deviene religión, entonces se efectúa una especie de idolatría: se suplanta el objeto primigenio de culto religioso (i. e.: Dios) por algo distinto que pretende cumplir su papel. Este es el sentido religioso de la idolatría: el usurpar el lugar de lo absoluto y amar el trabajo bajo

---

<sup>31</sup> En este sentido el pan y el vino (símbolo del sustento básico del hombre) son consagrados por el cristianismo para convertirse en la razón de la alianza o comunión del hombre con Dios.

<sup>32</sup> Lehner, F., y Schmid, J., *Technik, Arbeit, Betrieb, Gesellschaft*. Leske+Budrich. Oplade, 1992.

<sup>33</sup> Dessauer, F., *Streit um die Technik*. Josef Knecht. Frankfurt am Main, 1956.

<sup>34</sup> Ver al respecto: Leñero Perez, J., *El tema del Trabajo en las Religiones*. Aguilar, Madrid 1959, pág. 17.

<sup>35</sup> Ibid. pág. 25.

<sup>36</sup> Ortega y Gasset diría que la unidad entre los hombres la da cualquier tarea en común. Ver Ortega y Gasset, *La Rebelión de las Masas*. Revista de Occidente. Madrid 1930.

la especie divina. Dentro del culto al trabajo, el amor al prójimo sólo se justificará por su rendimiento laboral<sup>37</sup>.

#### Humanismo e Ilustración

En el humanismo, y principalmente en la Ilustración, surge la idea generalizada de que cada cual posee un derecho a ser respetado o considerado individualmente, i. e. considerado en las necesidades propias e individuales de cada persona. A primera vista, esto puede no producir asombro alguno; pero lo que revela es la cristalización del concepto de persona que caracteriza a todo el modernismo<sup>38</sup>. Precisamente por esta razón, puedo afirmar que a partir de ahora sí comienza a gestarse la noción de Tiempo Libre contemporánea. Hablar de Tiempo Libre sólo tiene sentido cuando entendemos que hay una persona que puede hacer uso del tiempo según su propio arbitrio. Y el concepto de persona es un descubrimiento del Humanismo y la Ilustración<sup>39</sup>, al cual subyacen dos supuestos metafísicos: la libertad y la peculiaridad o individualidad de cada ser humano. Como se verá, estos dos supuestos conducen a una visión contradictoria del hombre partiendo de los principios de la Ilustración.

La revolución francesa estableció tres principios básicos: *Egalité, Liberté y Fraternité*. Los dos primeros se implican mutuamente, y el tercero es su catalizador. Todo hombre tiene el derecho a ser libre, porque todos los hombres son iguales por naturaleza. Y la naturaleza se rige por leyes estrictas que tanto valen para este como para aquel otro hombre. La Ilustración ve la igualdad y el derecho a la libertad en la legalidad mecánica y uniforme con que es regida la naturaleza toda. En principio, los derechos inalienables de los hombres son producto de la legalidad natural. Lejos está el hombre histórico, producto de su propio devenir. Antes que historia el hombre es para los ilustrados naturaleza. Y si el hombre en el decurso del tiempo se ha opuesto a la naturaleza es porque la educación o cultura lo han pervertido<sup>40</sup>. Por eso, hay que cambiar las perversas estructuras sociales para que la condición humana de nuevo florezca por sí sola<sup>41</sup>. En este tenor afirmaba Herder que el hombre es ciertamente impío, pero, en cambio, la naturaleza humana pura: la consigna será humanizar al hombre por las artes y las ciencias<sup>42</sup>. Entonces, regresar al hombre primitivo de Rousseau significa guiarse por una máxima de comportamiento que impele a los hombres a dejarse conducir por la esencia natural, universal, del ser humano<sup>43</sup>.

Y con respecto a esto surge la siguiente pregunta: si el fundamento de la libertad es la igualdad entre los hombres, debido a una única naturaleza humana universalmente compartida; entonces ¿cómo se puede aspirar al mismo tiempo a la individualidad y particularidad? Porque si el derecho a la libertad es el derecho a la expresión de una voluntad individual, ¿cómo puede aquello que hace posible la individualidad (i.e.: la expresión libre de la voluntad) fundarse en la igualdad universal? Además, se presupone que el libre curso de la naturaleza humana universal (gracias a un nuevo orden social) hará posible la igualdad y el derecho a la libertad; de tal forma que no sea necesario ninguna intervención que regule el comportamiento humano. Por eso, pudo afirmarse sin temor alguno *laissez faire*. Pero el peligro en el ejercicio de la libertad, frente a las flagrantes diferencias humanas, reside en que ésta conduciría a lo contrario de aquello que la possibilitó, o sea: a la desigualdad ¿Quién puede asegurar que el más dotado no someterá al imbécil, o el fuerte al débil, o los osados a los pusilánimes, etc.? La respuesta está en el tercer principio asentado por la revolución francesa: la fraternidad. Por la fraternidad se asegura la libre renuncia al sometimiento del más débil, de tal forma que los hombres puedan coexistir como iguales ejerciendo los mismos derechos. Pero esto implica que la libertad estará a la base de la igualdad, y no como en un principio se dijo: la igualdad a la base de la libertad. Consecuentemente, seremos iguales por el ejercicio libre de la voluntad, no por naturaleza. Y, debido a esto, el individuo

---

<sup>37</sup> Leñero Perez, J., *El tema del Trabajo en las Religiones*. Aguilar, Madrid 1959.

<sup>38</sup> Esta sería la idea de, por ejemplo, G. Simmel expuesta en su ensayo: *Das Individuum und die Freiheit*.

<sup>39</sup> La noción de persona se cuece en el humanismo e Ilustración; aunque el filósofo alemán Theo Kobusch haya demostrado que el proceso comienza en y gracias a la alta Edad Media. Ver su libro: *Die Entdeckung der Person*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt, 1997.

<sup>40</sup> Para Rousseau el origen de la propiedad privada marca el comienzo de la sociedad civil y a la vez el origen de la desigualdad entre los hombres. Rousseau, J. J., *Discurso sobre la desigualdad*. Pág. 207.

<sup>41</sup> Volver a la naturaleza u hombre primitivo, no es volver a la selva a “vivir entre los osos y alimentarse de bellotas”. El sentido no es físico sino metafísico, esto es, volver a vivir desde la condición natural del hombre que no conoce desigualdad porque es universal. Rousseau, J. J., *Discurso sobre la Desigualdad*. Pág. 245.

<sup>42</sup> Herder, J. G., *Briefe zu Beförderung der Humanität*. Dt. Klassiker. Frankfurt a, M., 1999.

<sup>43</sup> Rousseau, J.J., *Emilio*. UNAM. México 1980, IV, pág. 173 y 215.

encontrará sentido a su existencia en virtud de aquello que lo diferencie de los demás, esto es: el ejercicio libre de la voluntad. La igualdad, que pretendió fundamentar el derecho a la libertad, terminó cediendo su lugar a la diferencia y desigualdad.

¿Cuáles son las consecuencias que de aquí se desprenden para nuestro tema? No puede haber libertad sin desigualdad, y, paradójicamente, el derecho a la libertad está fundado en la igualdad; entonces, el Tiempo Libre (ejercicio de la libertad) se verá como una amenaza al interés común (igualdad y fraternidad).

Los principios de la revolución francesa cristalizaron en los principios de la economía del siglo XIX. La libre competencia tiene su fundamento en la igualdad y libertad de todos los hombres, así como la división del trabajo encuentra su fundamento en la individualidad de cada persona. En una sociedad humanizada por el ejercicio de los derechos a libertad e individualidad, el problema será hacer converger los intereses particulares en una armonía global, general, común, en crear una voluntad colectiva o concertar un contrato social. La ética utilitarista capitalista de J. Bentham, y sobre todo de John Stuart Mill, afirmará que el mayor bien moral será aquel que sirva al mayor número de personas. Los problemas que se desprenden de esto son varios, mencionaré dos: primero, se constriñe el ejercicio de la libertad en aras del bien común, y, segundo, se anula la expresión individual de cada persona para no contravenir el orden público<sup>44</sup>. De tal forma, que Tiempo Libre no será el tiempo que de libertad para el desarrollo individual, sino únicamente el tiempo libre de trabajo asalariado.

Este nuevo concepto de libertad individual es característico de la Ilustración, y fue recogida en la declaración de los derechos humanos de 1776<sup>45</sup> y 1789 – como ahora por todas las constituciones modernas. La generalización de los derechos humanos a todos los hombres alcanzó también a la disposición y distribución del tiempo. El derecho a la libertad individual se entendió como derecho al Tiempo Libre. Jean-Jacques Rousseau lo expresó así: Tiempo Libre es tiempo para ser libre, para hacer uso de la libertad individual. Con esto se dio un paso decisivo para deslindar lo sagrado de lo profano; el tiempo que no estaba ocupado por las obligaciones laborales dejó de incluirse en el tiempo de las obligaciones religiosas. Si en la Edad Media el tiempo de descanso era inmolado a Dios, en el Humanismo e Ilustración el tiempo libre será ofrecido completamente al individuo. Y ciertamente la visita dominical a los templos decreció notablemente en el apogeo de la Ilustración francesa.

La concepción de persona y libertad individual de la Ilustración se dirigía, principalmente, en contra de cualquier sistema absolutista, o sea; intentaba liberar al hombre de los privilegios políticos de una clase. Sin embargo, los privilegios no desaparecieron, se extendieron y convirtieron en privilegios comerciales, en anquilosadas estructuras gremiales, en deberes serviles de la población campesina e industrial. La “libre” competencia descubrió la desigualdad de oportunidades y la división del trabajo redujo a los hombres a sus diferencias más profundas, justificando la opresión y explotación de unos por otros. Lo que queda de la libertad de expresión y desarrollo personal de la individualidad en la era industrial es la gana de diferenciarse superficialmente con la moda y el consumo. Situación que llegó a extremos ridículos, como ya en la Florencia renacentista, donde nació propiamente la moda del vestido, cuando cada cual buscó destacar su individualidad a través de la forma distinta de llevar la vestimenta<sup>46</sup>.

#### Industrialización

En esta época surge por vez primera la palabra Tiempo Libre como tal; y no del ámbito de la filosofía o política, como podría pensarse, sino de la pedagogía. Fueron F. Fröbel y H. Pestalozzi los primeros que reflexionaron sobre la necesidad de organizar el Tiempo Libre de los niños. Por Tiempo Libre se referían simplemente a las horas libres de obligaciones escolares y que debían ser utilizadas - según ellos- en el aprendizaje de la doctrina cristiana. Aunque con esto escasamente puede pensarse en una revolución en la concepción del Tiempo Libre, sí puede apreciarse el interés por no dejarlo a la deriva o al arbitrio individual. Todo tiempo tiene sentido social productivo y, por eso, tiene que ser encausado al bienestar general. La época industrial se caracteriza por reglamentar no sólo el tiempo de labor, sino también el de ocio. La época industrial es la época de la ética del trabajo y Tiempo Libre.

---

<sup>44</sup> Ver: Rousseau, J. J., *Contrato social*. Pág. I, 7, 18.

<sup>45</sup> A manera de ejemplo, tomemos el siguiente párrafo de la Declaración de los Derechos Humanos de 1776 de los Norte Americanos: “Nosotros consideramos que todos los hombres han sido creados iguales, que el creador a dotado a todos de derechos inalienables, dentro de los cuales está el derecho a la vida, el derecho a la libertad y a la felicidad”.

<sup>46</sup> Simmel, G., *Das Individuum und die Freiheit*. Klaus Wagenbach. Berlín 1986, pág. 271.

La industrialización de la producción conllevó una revolución social en la forma de laborar y entender el Tiempo Libre. Porque significó ante todo la producción mecanizada de los bienes de consumo, esto es; un nuevo ritmo de trabajo al compás de la técnica maquinaria, una jornada de 18 horas que absorbía la vida entera del trabajador, y, sobre todo, una división o especialización del trabajo que hacía perder de vista el sentido del proceso de producción. La revolución se efectuó del taller a la fábrica, de la manufactura familiar a la producción en masa, del ejercicio de un oficio al cumplimiento de un proceso fragmentado en la producción global. Desaparecen lentamente los tejedores, herreros, tintoreros y surge el nuevo ente social: el obrero, sin importar la producción a la que se aboque. El desempleo – prácticamente hasta entonces desconocido- crea una nueva forma de pobreza caracterizada por la mendicidad. Las fábricas pueblan rápidamente las ciudades con nuevos barrios exclusivos de los obreros tipo getos. Y sobre todo, surge la justificación teórica de las formas de producción, esto es; nace la ideología<sup>47</sup>.

Según M. Weber<sup>48</sup> la ética protestante inspiró el espíritu del capitalismo. Bajo el principio: “el trabajo santifica”<sup>49</sup>, se obligó a los vagabundos a tomar una actividad laboral, así como a familias enteras a trabajar en las fábricas hasta 18 horas diarias. El origen de esta actitud está en la Reforma protestante: Para Martín Lutero, oficio era destino divino. Dios había conferido una vocación a cada quien a través de la cual cumpliría su misión personal en este mundo<sup>50</sup>. La división del trabajo correspondía con las dotes particulares y, sobre todo, a la voluntad divina de servir a Dios y al prójimo. Claro que según esta idea, todo trabajo sería igualmente valioso, y cualquier inconformidad frente al oficio asignado representaría una afrenta a Dios mismo.

De poco, o muy poco, pueden servir estas ideas para impulsar el capitalismo. Por eso, Weber se refiere principalmente al protestantismo calvinista y a las sectas puritanas (cuáqueros, bautistas, menonitas). Calvino radicalizó la visión luterana de la religión y de las tareas laborales. Primero: para Calvino el mundo no posee un orden preestablecido por Dios, sino que es tan sólo un lugar donde tiene que ser erigido el reino de Dios. Esto sucederá por el hombre y por el ejercicio de su trabajo. El trabajo es condición de posibilidad para que el mundo sea, en sentido religioso, habitable. Sólo por el trabajo se erige el reino de Dios en la tierra. Segundo: todos los hombres están predestinados por Dios a salvarse o condenarse, sin importar sus actos. Igual si uno lleva una vida ascética o una lujuriosa, la decisión sobre el destino final ya ha sido tomada. Si ante esta situación determinista los fieles calvinistas no se decidieron mejor por el desenfreno, es algo que Weber explica apelando al espíritu religioso que predominaba en esa época y que era la fuente principal de sentido para la vida entera. Por lo mismo, la preocupación principal del hombre era indagar su destino final<sup>51</sup>. Pero ¿cómo puede uno indagar con certeza si está incluido entre los elegidos a salvarse o ha sido condenado al fuego eterno? El conocimiento escatológico es privilegio de la omnisciencia divina. El hombre sólo puede tener una certeza aproximada cumpliendo sus obligaciones religiosas; dentro de las que se encuentran el cumplimiento vocacional entendido como ejercicio laboral. El éxito o fracaso en el cumplimiento de los deberes laborales daría un indicio acerca de si uno se “merece” o ha sido predestinado a la salvación o no. Como el trabajo produce riqueza, el hombre de éxito acumulará más riqueza que el fracasado. Entonces, el empeño en el trabajo y la riqueza resultante mostrarán al hombre salvo y temeroso de Dios.

---

<sup>47</sup> Me refiero a “ideología” en el sentido marxista de la palabra. Para Marx “ideología” puede tener dos sentidos: primero, el de falsa conciencia, o sea; ideología como producto de una clase que quiere imponer su visión del mundo como universalmente válida, no obstante que sólo representa sus intereses particulares. Y segundo, la correspondencia y mutua dependencia entre las ideas morales, religiosas, políticas, etc. y las relaciones de producción en un contexto histórico, político, social determinado. Ver: Marx, K., *Der achtzehnte Brumaire des Louis Bonaparte*. Dietz Verlag, Berlin 1965. Y, *Die deutsche Ideologie*. MEGA, 1965.

<sup>48</sup> Weber, M., *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*. Gütersloher Verlaghaus. Mohn, 1991, pág. 66.

<sup>49</sup> J. Dietzgen en su trabajo *Arbeiter Intellektueller*, afirma lo siguiente: “Trabajo es el Mesías salvador en este tiempo. En el mejoramiento del trabajo se encuentra la riqueza que ningún otro Salvador puede ofrecer”. Dietzgen, J., “Arbeiter Intellektueller”. En; *Das Wesen der menschlichen Kopfarbeit*. Hamburg, 1869.

<sup>50</sup> Ver: Kuchenbrod M., *Unternehmerethos und Asketischer Protestantismus - Max Weber*. <http://www.uni-bamberg.de/~ba5sgl/lehre/ws9596/kuck/webtit2.htm>.

<sup>51</sup> Ver: Guttandin, F., *Einführung in die „Protestantische Ethik“ Max Webers*. Westdeutscher Verlag. Wiesbaden 1998, pág. 138.

Y algo más, la riqueza no había de ser acumulada como condición de una vida de molicias y comodidad, sino simplemente como muestra del cumplimiento al deber y de la salvación.

A primera vista, resultan obvias las ventajas para el desarrollo capitalista que tienen los calvinistas frente a los luteranos: Si la realización vocacional para Lutero residía en el simple ejercicio de una profesión u oficio, para Calvino no bastaba con trabajar, sino con alcanzar el éxito en forma de riqueza material. Si la actitud luterana demandaba sometimiento a la situación heredada (i. e.: ejercer el oficio de los padres), Calvino exigía la superación permanente. Y otra ventaja más importante: el trabajo en sí no es valioso, sino sólo unido a la riqueza que produce. Dentro de esta concepción, la actividad remunerada obtenía un valor religioso y social superior al de cualquier otra actividad humana. La consecuencia es una distinción entre actividades útiles o remuneradas y actividades irrelevantes o no remuneradas<sup>52</sup>.

Los calvinistas ejercían su oficio con espíritu religioso y detentaban la riqueza como un símbolo del éxito predestinado por Dios<sup>53</sup>. Riqueza que no derrochaban, sino que acumulaban para a partir de ella producir más. Haciendo a un lado las objeciones que se le han presentado a Max Weber<sup>54</sup>, hay que reconocer que este es un buen comienzo del desarrollo de una economía capitalista o, mejor aún, de la formación de un espíritu capitalista. Pero lo más importante para nuestro tema es la relevancia moral que obtiene el trabajo y que se transfiere también a la concepción del Tiempo Libre. De tal forma, que los calvinistas negaron cualquier relación sana con las cosas mundanas y prohibieron el gozo de cualquier cosa: música, bebida, sexo, etc. La actividad laboral capitalista no puede ser aclarada por interés materiales. No se trata de un *Homo oeconomicus* que busca optimizar sus utilidades personales, sino que se trata del representante de un nuevo *Ethos* que encuentra en su quehacer económico satisfacción moral y sentido a su vida. A este nuevo *Ethos* lo llamó Weber la „filosofía del avaro“<sup>55</sup>. Y aunque ciertamente siempre han existido los avaros y los codiciosos, nunca antes habían contado con una justificación moral a su conducta.

Por otro lado, el siglo de la industrialización es también el de los grandes inventos técnicos. Anteriormente, el tiempo natural del hombre estaba regido por el movimiento de la tierra alrededor del sol, del día y de la noche, del ir y venir de la marea, del crecimiento de los frutos del campo, del frío y calor de los meses del año, etc. La oscuridad reducía sustancialmente la actividad del hombre como hoy día no es posible imaginar. Trabajar a la luz de una vela o del fuego de la chimenea era prácticamente imposible. Además, los veladores de la ciudad cerraban sus puertas al comienzo de la noche debido a los peligros de la oscuridad, quedando los hombres reducidos a sus cuatro paredes. Pero a partir del siglo XIX se inicia la lenta “emancipación” del tiempo del ritmo de la naturaleza gracias a la técnica. En 1850 comienza a introducirse el alumbrado en las calles de las grandes ciudades. Gas y electricidad equipa a principios del siglo XX las casas de los pudientes en forma de luz artificial y calefacción. En consecuencia los días se alargaron. También a partir del siglo XIX se multiplica la presencia de relojes en las iglesias, muros oficiales y bolsos del chaleco o pantalón. El tamaño y precisión en la medida del tiempo de los nuevos relojes determinó que el tiempo fuera equivalente al tiempo mecánicamente medido. De esta forma, el tiempo podía fragmentarse, dividirse y organizarse más fácilmente. Además que el tictac en la bolsa del chaleco o pantalón daba la certeza de poseerlo y controlarlo permanentemente. Esto cambió necesariamente la percepción del tiempo. Las jornadas de trabajo no tuvieron que ser reducidas a la duración de la luz del día, sino pudieron ser establecidas por contrato. Y por contrato pudo ser también determinado el Tiempo Libre. Todo impedimento para cumplir puntualmente con la jornada de trabajo debía ser eliminado, por ejemplo: si en el pasado el lugar de trabajo era el taller familiar o el campo tras la puerta, en las ciudades la puntualidad en el trabajo sólo fue posible gracias al transporte público, que comenzó a funcionar a fines del siglo XIX. Pero no únicamente el transporte público para ahorrar tiempo, sino usos y costumbres que entorpecían la producción fueron

---

<sup>52</sup> A partir de esta idea la diversión, el juego y también el trabajo doméstico perderán valor en la ética protestante.

<sup>53</sup> La “doctrina” del destino manifiesto de los Norteamericanos tiene aquí sus raíces.

<sup>54</sup> Ver: Guttandin, F., *Einführung in die „Protestantische Ethik“ Max Webers*. Westdeutscher Verlag. Wiesbaden 1998, pág. 175-180. Y ver: Lehmann, H., *Max Webers Protestantische Ethik: Beiträge aus der Sicht eines Historikers*. Vandenhoeck und Ruprecht. Göttingen 1996, pág. 20 y ss.

<sup>55</sup> **Ver especialmente: *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie I*; pág. 31. En: Weber, M., *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*. Tübingen 1988, pág. 348.**



transformados: la duración de la comida o la pausa para dormir la siesta, las tertulias de sobremesa o el paseo en compañía de los colegas, las visitas al templo o la asistencia a los enfermos, todo tenía que ser nuevamente definido. Una nueva concepción del tiempo exigía un nuevo control de la conducta o moral pública. Al final del siglo XIX existían en las fábricas tres turnos de trabajo, una jornada podía durar entre 12 y 14 horas y sólo se concedían dos horas de descanso durante la misma. Ciertamente, éste era el destino de la clase obrera; empresarios y comerciantes gozaban de 9 horas de trabajo en promedio. De tal forma que podían disfrutar del Tiempo Libre.

Y el Tiempo Libre llegó: al rededor de 1865 los diccionarios consignan la palabra en sus páginas, a finales del siglo XIX es un término usado en el mundo de la economía, y a principios del siglo XX es parte del caló popular. Los avances tecnológicos ayudaron a instituir por vez primera una vida nocturna, cuya justificación en tiempos de una estricta moral laboral era la formación cultural de los “trasmochados”: ballet, teatro, conciertos eran las posibles opciones. *Ocio para la cultura*; el mismo epígrafe de la antigüedad clásica. Pero ya a principios del siglo 18 habían abierto las primeras “casa de café” (que hicieran famosas a ciudades como Viena y Francia) y que posteriormente, con el invento de la luz artificial, se convirtieron en clubes nocturnos con *Varieté*. Esto despertó la conciencia de estructurar el tiempo de forma distinta, para que diera lugar a la otra vida, a la verdadera vida, a la vida nocturna. Noche y Tiempo Libre son desde entonces una pareja indisoluble y peligrosa, que esconden y descubren a la vez un espacio hurtado a la censura social.

El camino no fue fácil; la jornada de trabajo ascendía en promedio a 84 horas a la semana, i. e. 14 horas al día (de lunes a sábado). Las primeras demandas laborales exigían jornadas de 8 horas diarias<sup>56</sup>. Y, curiosamente, los argumentos en contra no se referían a problemas con la producción, sino a los peligros de la holganza. Por eso, los sindicatos argumentaron que el tiempo de ocio sería usado en educación y recuperación de las fuerzas necesarias para continuar trabajando. Por eso, fundaron corporaciones sociales, culturales y deportivas para la organización del Tiempo Libre de los obreros. Al lado de las fábricas se construyeron campos deportivos o salones para los eventos sociales, dejando de esta manera claro que el Tiempo Libre existía sólo en función del trabajo.

Con esto puede verse que reducir simplemente las horas de trabajo no garantiza la existencia de un Tiempo Libre; antes bien se corre el riesgo de convertirlo en resto de tiempo, sin estructura y sin posibilidad de empleo alguno. Las modificaciones debían ser no sólo cuantitativas, sino además cualitativas. Ciertamente que los primeros avances se dieron cuando se introdujo el derecho a vacaciones pagadas. Pero no hay que olvidar algo: el Tiempo Libre precisa de tolerancia para el ejercicio de la libertad individual y en esto reside su gran diferencia frente al trabajo.

### ***La Relación del mexicano frente al Trabajo y al Tiempo Libre***

Entendiendo el trabajo más allá del medio para asegurar la subsistencia del hombre, puede analizarse a éste como la forma en que el hombre se define a sí mismo y al mundo<sup>57</sup>. Las actividades laborales crean un acervo de múltiples experiencias que le ayudan al hombre a desarrollar esquemas de valores<sup>58</sup>, que a su vez determinan sus relaciones y su entendimiento de sí, de los demás, y de su entorno natural. Entonces, para analizar y entender los valores que orientan actualmente la vida del mexicano en su vida pública y privada, se deberá estudiar el significado que tiene el Tiempo de Trabajo y el Tiempo Libre. Mi análisis se desarrollará dentro de la perspectiva indicada arriba, a saber; que actualmente existe una contraposición entre Tiempo de Trabajo y Tiempo Libre. Expondré en 4 puntos la forma en que se da esta contraposición:

---

<sup>56</sup> En México la constitución política de 1917 en el artículo 123 estableció la jornada máxima de ocho horas, la indemnización por despido injustificado, el derecho de asociación y huelga de los obreros y la creación de normas en materia de previsión y seguridad social. Fuente: <http://www.stps.gob.mx/index2.htm>.

<sup>57</sup> **Sea de mencionar a este respecto el estudio clásico de Federico Engels El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre, como ejemplo de ensayo que considera que el hombre es el producto de su trabajo.**

<sup>58</sup> Evidentemente los valores se aprenden a lo largo de toda la vida; pero el trabajo es la experiencia más importante para definir y desarrollar los mismos.

- 1- Cuando el trabajo se entiende como obligación y responsabilidad impuesta por la sociedad, se vive como algo ajeno a los intereses personales<sup>59</sup> (no obstante que satisface los intereses de la supervivencia personal), como una exigencia a renunciar a uno mismo por la imposición de una tarea de interés colectivo. En contraposición a esto, el Tiempo Libre será el tiempo dedicado exclusivamente a uno mismo, libre de obligaciones colectivas y libre para la organización personal<sup>60</sup>.
- 2- Cuando el trabajo se entiende como la medida del rendimiento personal en la sociedad, se convierte éste en una actividad normativa de la vida a través de la cual se cumple con una obligación por la cual se obtiene integración y reconocimiento social. De tal modo, que el rendimiento laboral unido al reconocimiento social decide lo que el individuo hace correcta o incorrectamente<sup>61</sup>. En contraposición a esto, el Tiempo Libre será el tiempo libre de enjuiciamiento social (y hasta personal), el tiempo libre de normatividad, juicio o sanción<sup>62</sup>.
- 3- Cuando el trabajo se entiende como una actividad “mediadora” en la vida del hombre, esto es; el trabajo es una causa importante de la integración social<sup>63</sup>, de las relaciones entre los hombres y también de las relaciones entre el hombre y la naturaleza<sup>64</sup>. Entonces, las distintas formas de actividad laboral determinarán las formas de relación en la sociedad y con el medio ambiente. En contraposición, el Tiempo Libre será el tiempo dedicado a re-definir las relaciones con el entorno, a retornar a lo natural o crearse una nueva identidad social. Y esto entendido de dos maneras: como el intento de volver a un estado primitivo de embrutecimiento o nula exigencia mental (sean drogas, televisión o el Internet), o como el intento de volver a un estado a-culturizado (libre de las habituales convenciones sociales), que en resumen sería el Tiempo Libre para crear una cultura alternativa<sup>65</sup>.
- 4- Por último, el trabajo es aún una razón importante de la estructuración social, esto es; las relaciones sociales giran en torno a las relaciones de producción, son las responsables de la especialización del

---

<sup>59</sup> A la pregunta: ¿Por qué trabaja usted? La gran mayoría de los mexicanos responden para alimentar a la familia, en segundo término para tener dinero, y hasta el tercer lugar se esgrime como razón el satisfacer aspiraciones. Fuente: Alducín, E., *Los Valores de los mexicanos: México: entre la tradición y la modernidad*. Fomento Cultural Banamex. México, 1989, vol. I, pág. 242 y 243.

<sup>60</sup> La mayoría de los mexicanos piensan que debe haber un equilibrio entre la obligación y la diversión, para que las obligaciones no sofoquen a las diversiones. Pero ciertamente para la mayoría hay que cumplir primero con la obligación para luego gozar de la diversión. Ver: Alducín, E., *Los valores de los mexicanos. En busca de una esencia*. Fomento Cultural Banamex. México, 1993, vol. II pág. 130.

<sup>61</sup> La característica principal de un buen trabajador para los mexicanos es la responsabilidad. Aunque la motivación para trabajar sea la familia y no el progreso de la nación. Ver: Alducín, E., *Los Valores de los mexicanos: México: entre la tradición y la modernidad*. Fomento Cultural Banamex. México, 1989, vol. I, pág. 248.

<sup>62</sup> Quedar fuera del juicio o sanción social no significa para el mexicano ejercer su voluntad individual. El mexicano es un ente familiar. Por eso, “al margen del juicio social” es quedar recluido en la vida familiar. El principal objetivo personal del mexicano es llevar una buena vida familiar. Ver: Alducín, E., *Los Valores de los mexicanos: México en tiempos de cambio*. Fomento Cultural Banamex. México, 1991, vol. II, pág. 42.

<sup>63</sup> Hay una diferencia importante que se ha hecho con relación a la integración social a través del trabajo en el caso de México, a saber; que en la Colonia la estratificación social y, así mismo, la división del trabajo tenía como base las distintas castas, y que sólo a partir de la industrialización del país (siglo XIX) se dividen los mexicanos en clases sociales. Ver: González Hermosillo, F., *Estructura y movimientos sociales (1821-1880)*. En: México en el siglo XIX. Ciro Cardoso coordinador. Nueva Imagen. México, 1992, pág. 230.

<sup>64</sup> El mexicano prefiere trabajar cooperando que compitiendo. Lo que haría pensar que en el trabajo la socialización es más importante que el rendimiento individual. Aunque ciertamente existe una discrepancia cuando los mexicanos califican a un buen trabajador frente a un buen compañero de trabajo. En los años ochenta, se consideraba que por encima del valor “trabajar bien” se encontraba el valor “socializar bien”. Pero en los noventa, se invirtieron las preferencias. Ver: Alducín, E., *Los Valores de los mexicanos: México: entre la tradición y la modernidad*. Fomento Cultural Banamex. México, 1989, vol. I, pág. 257. Y del mismo autor, *Los valores de los mexicanos. En busca de una esencia*. Fomento Cultural Banamex. México, 1993, vol. II pág. 130.

<sup>65</sup> En Este punto la escolaridad de los mexicanos juega un papel muy importante. Entre mayor es la escolaridad mayor también el interés de definir las relaciones fuera de los usos o tradiciones. Ver: Alducín, E., *Los Valores de los mexicanos: México en tiempos de cambio*. Fomento Cultural Banamex. México, 1991, vol. II, pág. 120.

trabajo, y del “éxito” o reconocimiento personal. Los valores sociales y personales giran al rededor de la forma de producción y, sobre todo, consumo. Entonces, habría que preguntarse cómo se conceptúa y se modifica la idea del Tiempo Libre según las nuevas formas de producción y consumo<sup>66</sup>.

Si bien prevalece en nuestros días la creencia que el trabajo es la razón del desarrollo de la sociedad y del individuo, puede no obstante aceptarse que también puede convertirse en la razón de su estancamiento y destrucción. Entender el trabajo como sinónimo de progreso es el resultado de una idea muy concreta, y de ninguna manera universalmente válida, de lo que se entiende por progreso<sup>67</sup>, así como de una idea lineal de la historia. El cambio de valores, que ha tenido lugar cuando se ha renunciado a una ética del trabajo<sup>68</sup> (esto es; a una postura que tiene al trabajo como punto de partida para valorar la acción del hombre), tiene su origen en la transformación de la idea del trabajo como actividad promotora del desarrollo social e individual. Hoy se opta por una sociedad de Tiempo Libre, porque lo relevante para el progreso social e individual es el consumo<sup>69</sup>.

Pero habría de explicar cómo se ha cambiado de una sociedad de productores a otra de consumidores, y, por consiguiente, la inversión en los valores sociales a propósito del trabajo y Tiempo Libre.

Primero, quiero describir como el trabajo llegó a ser un valor central en las “sociedades de productores”, como la mexicana, a partir del siglo XIX hasta mediados de los años setenta del siglo XX. Para esto, seguiré el análisis que Z. Bauman ha realizado al respecto en su libro: *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*<sup>70</sup>.

A partir de la revolución industrial, la riqueza se concibió como la transformación industrial de las materias primas en productos vendibles y utilizables, y, concomitantemente, la transformación de los hombres en mano de obra disciplinada. El Estado tenía, entonces, que someterse a la lógica de producción industrial; lo que significaba favorecer el crecimiento del capital a través de la creación de empleos y de una mano de obra dócil y calificada<sup>71</sup>. Por tanto, educación técnica y moral se hacían indispensables como parte de la política del Estado. Eran necesarias escuelas y una moral pública o *ética del trabajo*.

El trabajo ocupaba una posición central en el orden individual, social y, claro está, económico. Teniendo esto en cuenta, la *ética del trabajo*<sup>72</sup> fue primordial en el siglo XIX y hasta finales del XX para la conformación de la sociedad moderna, esto es; para conformar un compromiso moral entre capital y trabajo. Y esto significaba para la vida cotidiana que, a partir de la revolución industrial, trabajar significaría la única forma de devenir persona decente, sin que la cuna, el parentesco o incluso la riqueza

---

<sup>66</sup> Actualmente se prefiere un trabajo por cuenta propia e inmediatamente después uno en la iniciativa privada. Ver: Alducín, E., *Los Valores de los mexicanos. En busca de una esencia*. Fomento Cultural Banamex. México, 1993, vol. III, pág. 67.

<sup>67</sup> Nisbet, R., *Historia de la idea del progreso*. Gedisa. Barcelona 1980, Segunda Parte, 241-487.

<sup>68</sup> Un buen ejemplo de esta “ética del trabajo” se encuentra vertida en la Encíclica *Rerum Novarum* de León XIII, cuando la Iglesia Católica toma una postura abierta frente a la llamada “cuestión social”. Ver: <http://198.62.75.1/www1/overkott/rerum.htm>.

<sup>69</sup> Bauman, Z., *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*. Gedisa. Madrid, 1998, pág. 43-62.

<sup>70</sup> Bauman, Z., *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*. Gedisa. Barcelona 1999.

<sup>71</sup> **Por esta razón fue fundada en 1919 la OTI. Uno de sus estatutos expresa claramente las razones de un Estado Benefactor o Social que cuida de los trabajadores: “La tercera motivación fue de tipo económico. Cualquier industria o país que adoptara medidas de reforma social se encontraría en situación de desventaja frente a sus competidores, debido a las inevitables consecuencias de tales medidas sobre los costos de producción. El Preámbulo señala que «si cualquier nación no adoptare un régimen de trabajo realmente humano, esta omisión constituiría un obstáculo para otras naciones que deseen mejorar la suerte de los trabajadores en sus propios países»”. Ver: <http://www.oit.org/public/spanish/about/history.htm>. Los subrayados son míos.**

<sup>72</sup> *Ibidem*, pág. 17.

fueran determinantes. En México, la Acción Católica jugó un papel muy importante para hacer frente a la llamada “cuestión social” o “cuestión obrera”, o sea; los problemas sociales y laborales producto de la transformación industrial en la producción. El historiador Bernardo Barranco nos dice que “(…) la iglesia católica *acuarteló* en la Acción Católica Mexicana a una masa de fieles, bajo una severa conducción disciplinaria y doctrinal (…)<sup>73</sup>. A partir de esta surgieron la *Liga de la decencia* y la *Unión de padres de familia*, con el objeto de “(…) promover una ética basada en los valores cristianos”<sup>74</sup>. Esto comprendía también el trabajo como “(…) el vehículo natural para acceder a la propiedad, formar el patrimonio familiar y asegurar el futuro de la propia descendencia”<sup>75</sup>. Además de esto, trabajar significaba: laborar permanentemente, subordinarse a una autoridad o capataz<sup>76</sup>, aceptar la disciplina laboral para ordenar dentro de ella la vida entera, recibir un sueldo necesario para la supervivencia. A la luz de este criterio, estar sin trabajo significaba la violación a la regla, la improductividad social<sup>77</sup>. De esta forma, la decencia o dignidad de vida podía ser objetivamente probada.

Desde la ética del trabajo, el ejercicio laboral no sólo aseguraba el sustento diario de cualquier trabajador, sino también su aceptación dentro de la sociedad. Aunque, claro está, el tipo de trabajo iba a determinar el lugar de cada individuo en la escala social. A la pregunta: ¿quién es usted? se respondía dando el nombre de la fábrica y el cargo que dentro de ella se ocupaba. En una sociedad donde el orden era condición del desarrollo, su capacidad para dividir y clasificar, según el tipo de trabajo, era el factor decisivo para identificar a sus habitantes. El trabajo (el tipo de trabajo) definía: quienes eran los pares de cada uno, quienes eran los superiores e inferiores, y, correspondientemente, exigía un trato deferente para cada cual<sup>78</sup>. Pero más importante aún era que el trabajo definía el tipo de vida a que se podía aspirar (barrio que se podía habitar, vestido que se podía portar, vehículo en que se podía transportar, medicina que podía auxiliar), el grado de sometimiento a las normas que había de aceptar (porque determinaba el tipo de obligaciones y, por tanto, también el tipo de derechos), el tipo de itinerario que iba a regir el ritmo de vida, el esquema familiar a seguir y, las actividades de descanso o esparcimiento<sup>79</sup>.

Una vez decidido el tipo de trabajo todo encontraba su orden y lugar. En síntesis; el trabajo era el principal punto de referencia para conocer e identificar a una persona<sup>80</sup>. No es una exageración decir que el orden social se mantenía gracias al trabajo. Según Roger Sue en 1850 el 70% de las horas de vigilia estaban dedicadas al trabajo; entonces, el trabajo era el ámbito de interacción social más importante, el ámbito donde se formaba la personalidad social de cada hombre.

Pero veamos más detenidamente qué fue la ética del trabajo. La ética del trabajo hizo su aparición a principios de la era industrial al servicio de políticos, empresarios, predicadores y educadores para convencer a la masa de las bondades del trabajo asalariado, del ritmo de vida determinado por el capataz, el silbato de la fábrica o la banda de producción. Esta ética del trabajo asumía dos cosas: la

---

<sup>73</sup> Barranco, B., “Posiciones políticas en la historia de la acción católica mexicana”. En: *El pensamiento social de los católicos mexicanos*. Roberto Blancarte (Comp.). FCE. Mexico, 1996, pág. 40.

<sup>74</sup> *Ibidem*.

<sup>75</sup> Ver: *Laborem Exercens*, núm. 14. Y en el número 3 se nos dice que “(…) el trabajo humano es una clave, quizá la clave esencial, de toda la cuestión social (…).

<sup>76</sup> “En efecto, como Dios ha creado a los hombres sociales por naturaleza y ninguna sociedad puede conservarse sin un jefe supremo que mueva a todos y cada uno con un mismo impulso eficaz, encaminado al bien común, resulta necesaria en toda sociedad humana una autoridad que la dirija; autoridad, que como la misma sociedad, surge y deriva de la naturaleza, y, por tanto del mismo Dios, que es su autor”. Encíclica *Pacem in Terris*, 1963, núm. 46.

<sup>77</sup> *Ibidem*, pág. 18.

<sup>78</sup> No obstante que desde las primeras redacciones de la constitución mexicana se incorporó el ideario de la declaración de los derechos humanos que abolía las castas, la división de la sociedad mexicana (y la división del trabajo) no correspondió al ingreso, o al tipo de trabajo, o de habilidades, sino a la condición racial (indio, mestizo, criollo). Ver: Iturriaga, J. E., *La estructura social y cultural de México*. Nacional Financiera/Fondo de Cultura Económica. México, D.F., 1994, pág. 24.

<sup>79</sup> La diferencia entre la familia urbana, rural y la campesina mexicana son una muestra de lo dicho, por el tipo de actividad que realizaban y por la forma distinta de entender el trabajo. Ver: Iturriaga, J. E., *La estructura social y cultural de México*. Nacional Financiera/Fondo de Cultura Económica. México, D.F., 1994, pág. 12.

<sup>80</sup> Entre las profesiones más respetadas para los mexicanos están la de sacerdote y maestro, “(…) pues cumplen funciones ideo-socializadoras”. Alducín, E., *Los valores de los mexicanos. México: entre la tradición y la modernidad*. Fomento Cultural Banamex. México, 1989, vol. I, pág. 173 y ss.

existencia de ciertas necesidades permanentes para la supervivencia del hombre (trabajo, comida, techo y vestido), y el conocimiento sobre la mejor forma de satisfacerlas (salario mínimo). También partía de otros dos supuestos: que era posible vivir decentemente con muy poco (sin desear la riqueza del prójimo), y que la línea que delimitaba la vida digna de la indigna estaba claramente definida y correspondía a la misma que separaba el empleo del desempleo. Resumiendo; puede decirse que una ética del trabajo suponía una idea del hombre según la cual ser feliz implica trabajar. Trabajar para ganarse el sustento y, también, trabajar para devenir por este medio útil para los demás. Por eso, al trabajo se le adjudicaba un valor doble: personal y social. A esta predica laboral se adhirieron un conjunto importante de organizaciones mexicanas a escala nacional, como: Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio (Concanaco), fundada en 1917, o la Confederación de Cámaras Industriales (Concamin), fundada en 1918, y que después, en 1941, se le uniera la Cámara nacional para la Industria de la Transformación (Canacintra). Todas ellas inspiradas en una ética del trabajo<sup>81</sup>, esto es; la Doctrina Social de la Iglesia Católica.

Pero una ética del trabajo, para ser efectiva, tenía que impeler a la gente a no conformarse con trabajar eventualmente, sino de hacer del trabajo el punto crítico de la vida (i. e.: vivir para trabajar). Lo éticamente adecuado era pensar en el trabajo como aquello que le daba sentido a la vida. Por eso, no era decoroso descansar, sino en vista a la recuperación de las fuerzas que permitieran seguir trabajando. Cualquier otra cosa sería holgazanería. Dicho de otro modo; el trabajo se convirtió en un valor en sí mismo: es completamente ético vivir única y exclusivamente para trabajar.

Desde esta perspectiva, se discriminaba fácilmente a los ciudadanos buenos de los nocivos. Si el trabajo es el estado normal del ser humano, entonces, no trabajar es anormal o antinatural e inmoral. Por consiguiente, la gente que cumple con sus obligaciones laborales tiene derecho a gozar de los beneficios de su trabajo (propiedad privada), y la gente que no lo hace no tiene derecho a estos beneficios (pobreza). La Unión Social de Empresarios Mexicanos (USEM), fundada en 1957, afirmaba en sus estatutos que: “El trabajo es un medio para que el hombre se perfeccione íntegramente, contribuya al bien común de la sociedad y obtenga un salario digno”<sup>82</sup>. La lógica calvinista seguía estructurando los juicios morales de toda ética del trabajo (incluso de la derivada de la encíclica *Rerum Novarum*). Sin embargo, como todo mundo sabe, no basta una moral para cambiar el comportamiento de las personas. Por eso vale preguntarse cómo se logró que la gente trabajara.

Los primeros estudiosos ingleses de la economía política, como Adam Smith, J. Bentham, J. S. Mill, D. Ricardo, etc., consideraban que había que promover un nuevo orden social donde hubiera un sometimiento incondicional a una disciplina de vida, que se impusiera una rutina de trabajo regular, y que existiera una asistencia y vigilancia para el pueblo por parte del Estado para garantizar el “progreso de las naciones”. Todos coincidían en que los trabajadores debían ser disciplinados y sometidos a la voluntad del patrón, porque no se creía que ellos estuvieran en condiciones de dirigir su propia vida. Se pensaba que morirían antes de realizar un esfuerzo, anteponiendo una diversión efímera a una vida ordenada, productiva y estable. Estos “impulsos viciosos” (juego, bebida, mujeres) debían ser combatidos incluso al precio de hacer desaparecer las tradiciones y las costumbres que los fomentaban (fiestas).

John Stuart Mill<sup>83</sup>, por ejemplo, se quejaba que los obreros ingleses sólo brindarían un buen trabajo por una buena remuneración, rigiendo su labor por el principio costo-beneficio sin un compromiso real con su trabajo. Por eso, pensaba que la *ética del trabajo* debía ser una *ética de la disciplina* que obligara al obrero a trabajar aún si él no viera el motivo y un fin último en su trabajo. Por otro lado, en México los seguidores de Darwin, Comte y Spencer pensaban que “(...) el indio mexicano era un ser biológica y culturalmente inferior, destinado a la extinción por el avance evolutivo de las otras especies (...)”<sup>84</sup>. Con esta opinión sobre los de “calzón blanco” se justificaba cualquier tipo de explotación como la ocurrida en las haciendas de Valle Nacional y Tochatlaco, o en los ingenios de Santa Clara y Santa Ana Tenango, donde se obligaba por la fuerza a trabajar a los peones, gratificando con doscientos pesos a quien

---

<sup>81</sup> Sánchez Navarro, J., “La ética del empresario”. En: *El pensamiento social de los católicos mexicanos*. Roberto Blancarte (Comp.). Fondo de Cultura Económica. México, 1996, pág. 184-229.

<sup>82</sup> Citado por Juan Sánchez Navarro, en: “La ética del empresario”. En: *El pensamiento social de los católicos mexicanos*. Roberto Blancarte (Comp.). Fondo de Cultura Económica. México, 1996, pág. 205.

<sup>83</sup> Mill, J. S., *Principios de Economía Política; con algunas de sus aplicaciones a la filosofía*. Fondo de Cultura Económica. México, 1985, pág. 118 y 810.

<sup>84</sup> Krause, E., *Porfirio Díaz, Místico de la autoridad*. Fondo de Cultura Económica. México, 1987, pág. 200.

presentara un peón “dispuesto” a firmar un contrato por un año. El trabajo era visto como la piedra angular del “proceso civilizador”. Y cuando se piensa que el trabajo educa, disciplina y emplea las fuerzas del pueblo en algo bueno y productivo, entonces el trabajo se convierte en la cuestión ética y social por antonomasia y justifica la coacción estatal a trabajar<sup>85</sup>.

El fin de la ética del trabajo era paradójicamente evitar que la lógica del mercado, que perseguía únicamente el beneficio económico, fuera adoptada por el obrero. Entonces, el problema central que enfrentaba la ética del trabajo era el crear las normas que obligaran al obrero a volcar su esfuerzo en las tareas que otros le imponían, controlaban y beneficiaban, no obstante carecieran de sentido para él mismo. La resultante era hacer lo debido como opuesto a hacer aquello que tiene sentido. Porque trabajar era una actividad significativa sólo para el patrón (que recibía la mayor parte de los beneficios laborales) y no para el obrero (que era objeto de explotación). Es de entenderse que los primeros críticos de la ética laboral (por ejemplo: Paul Lafargue<sup>86</sup>) proclamaran el derecho a la holgazanería.

La ética del trabajo exigía una transvaloración de los valores: el trabajo por el trabajo mismo, la producción por la producción misma y la riqueza por la riqueza misma. Esta moral daría prioridad a lo que debe ser producido (desde el punto de vista del industrial), sobre lo que es necesario ser producido (desde el punto de vista la necesidad humana). La satisfacción de necesidades dejaría de orientar el esfuerzo productivo y, lo que es más importante, de ponerle sus límites a la jornada laboral.

Pero sería utópico pensar que la conversión ética de los pueblos iba a ser dejada a su capacidad racional; eran necesarias medidas coercitivas. Sólo se aceptarían las nuevas normas de vida debido a su situación de pobreza desesperante y sin alternativas. La ética del trabajo tenía que reducir las opciones de “vida legítima” del obrero para que éste cumpliera adecuadamente con sus responsabilidades (no sólo laborales, sino además personales y sociales). Había que crear una “situación sin elección”<sup>87</sup>.

**Situación sin elección** significaba vivir permanentemente trabajando sin otra opción de integración social. No es de asombrar que durante el desarrollo industrial de México, entre 1856 y 1911, se haya prácticamente prohibido el sindicalismo obrero<sup>88</sup> y, pese a las 250 huelgas que tuvieron lugar en los últimos diez años de la dictadura, la “paz porfiriana” significó el gobierno con mano dura contra los obreros y campesinos. Pero ¿qué sucedía si no había trabajo para todos o no podían trabajar todos? Estaban los inválidos, enfermos mentales, ancianos que no resistían las condiciones de trabajo industrial. Para estos se creó la asistencia social o, en palabras de Z. Bauman, el “Estado Benefactor”<sup>89</sup>. Durante el porfiriato se fundó el Hospital General de México (1905), el manicomio “Castañeda” (1910), se impulsaron las Casas de Salud y las sociedades de beneficencia se constituyeron conforme a la ley<sup>90</sup>. Pero, primero, había que discriminar a los verdaderos desgraciados de aquellos que sólo se hacían pasar por uno de ellos. Y para disuadir a cualquier parásito de vivir a costa del Estado se crearon dentro de los hospicios, asilos, hospitales y manicomios condiciones de vida indignas de cualquier hombre sano; de tal forma, que sólo los verdaderos incapacitados para trabajar aceptarían vivir en ellos. Y quien no quería trabajar, ciertamente no moría de hambre gracias a la asistencia social, pero tenía que soportar una vida tan dura como aquel que aceptaba su carga de trabajo en las fábricas. Segundo, se establecía que vida en desempleo equivaldría a la vida en indigencia, y que indigencia era un estadio de **falta de plenitud social**, esto es; quien vivía de la asistencia pública o social carecía de plenos **derechos sociales**. Cualquier tipo de vida sería moralmente aceptable con tal que estuviera sustentada en el salario del propio trabajo, y para aquellos que no pudieran trabajar se aplicaría el principio del **menor derecho**. Según éste, la vida o asistencia social ofrecida a las gentes que no pudieran trabajar

---

<sup>85</sup> La vagancia y holgazanería estuvo (y está) prohibida en México, como en otros muchos países; si no como delito, sí como falta administrativa.

<sup>86</sup> Lafargue, P., *El derecho a la pereza*. Fundamentos. Madrid, 1973.

<sup>87</sup> Bauman, Z., Op. Cit., pág. 33-38.

<sup>88</sup> Hubo ciertamente sociedades, fraternidades y uniones de obreros y artesanos tanto autónomas como vinculadas al Estado (o a la iglesia católica) y conatos de movimientos laborales organizados como el Círculo de Obreros de México (1872); pero la regla fue la represión de cualquier brote de descontento laboral como lo demostró Cananea (1906) y Río Blanco (1907). Ver: Leal, J. F., *Del Estado liberal al Estado interventor en México*. Ediciones El Caballito. México, 1993, pág. 99 ss.

<sup>89</sup> Bauman, Z., Op. Cit., pág. 73 y ss.

<sup>90</sup> Ver: Barquín, M., *Historia de la medicina*. Méndez Editores. México 1995, pág. 335. Y La Guarta, P. L., *Historia de la Beneficencia Española en México*. Instituto de Historia. México 1951, pág. 292.

estaría valorada como menos atractiva o digna del ser humano. La suerte de cualquier trabajador pobre sería preferible a la de cualquier desempleado que viviera a costa de la caridad o asistencia social. Pero, aunque dentro de esta ética del trabajo estaba protegido el viejo y el minusválido, no había, en cambio, tolerancia para el holgazán o mendigo permanente. Porque según la lógica de la ética del trabajo, su enemigo principal era el desempleado (voluntario o no). La encarnación del mal y los principales vicios morales se encontraban presente en cada miserable sin trabajo. El desempleado (sobre todo el haragán) representaba una amenaza para la sociedad de productores, porque con su vida contradecía el orden social, esto es; afirmaba con su actitud que sí era posible vivir sin trabajo. El mal no sólo es peligroso por el daño que causa, sino también por la invitación que ofrece a hacer las cosas a contrapelo. La haraganería podía ser vista como un ejemplo, como una alternativa de vida para todos. La situación sin elección era, entonces, por demás necesaria para obligar al obrero a convencerse de las bondades del trabajo. La consigna de la ética del trabajo decía trabajar o morir<sup>91</sup>.

### **Cambio de Valores**

Nueva idea de progreso, prosperidad y riqueza

La predica por una ética del trabajo tenía en mente que las riquezas de las naciones estaba en el trabajo: a más trabajo más producción y más riqueza. Y el aumento de la riqueza vía el trabajo estaba en relación directa con la disminución de la pobreza.

Actualmente ha cambiado la idea de progreso y prosperidad como también la idea de riqueza y pobreza. El crecimiento económico y el aumento de empleados se encuentran enfrentados<sup>92</sup>. El avance tecnológico es entendido como sustitución de personal por un Software, y la modernización empresarial significa reducción del personal. Correspondientemente, la productividad, así como la cotización de los valores de una empresa, aumentan siempre cuando hay despido de personal. Es lógico que las políticas benefactoras caigan en el olvido cuando no son necesarios los trabajadores para aumentar la producción y la riqueza (se consiguen en cualquier lado del mundo y más baratos). Y es lógico también que ante esta situación las predicas de la ética del trabajo suenen huecas porque no responden a la organización social y económica actual<sup>93</sup>.

Si la sociedad y el Estado no están obligadas para solucionar el problema del desempleo y la pobreza, entonces la pobreza deviene un asunto personal con el que cada cual debe lidiar en particular, como si se tratara de un defecto o deficiencia personal. Tal vez esto último explique la insensibilidad generalizada hacia los pobres<sup>94</sup>.

Hay que recordar que según el informe de la ONU, 1 mil 300 millones de personas viven con un dólar diario, y que entre los criterios que se impusieron a los países de Europa occidental para ingresar a la unión monetaria no estaba el reducir el desempleo. El recorte presupuestal en México afecta principalmente los rubros de educación, asistencia social, investigación y cultura. Nuestro país es un buen ejemplo del desmantelamiento del Estado Benefactor.

Obreros, pobres, marginados

Desde el inicio de la revolución industrial hasta nuestros días ha habido una caracterización diferente de los pobres, según la idea de progreso que se ha defendido y del sistema económico concomitante. Primeramente puede mencionarse a la "**clase obrera**", producto de la división del trabajo y absolutamente necesaria en la época industrial porque resolvía tareas indispensables para la producción. Aparejada a ella, pero nunca identifica con ella, apareció la "**clase baja**", con lo que siempre se ha referido a un grupo de personas que por su nivel económico ocupa el último escalafón de la sociedad, pero con la posibilidad de ascender en ella. Y, por último, la "**clase marginada**" que denota a un grupo excluido de la sociedad y que, por lo mismo, no tiene la posibilidad de que se modifique algún día su situación<sup>95</sup>.

La clase marginada está constituida por personas que no pueden (de manera alguna) realiza una contribución "útil" para la sociedad y que, por tanto, no tienen esperanza de redención. Un ejemplo de esto son los niños y jóvenes en situación de calle, los viejos desempleados, los enfermos mentales,

---

<sup>91</sup> Bauman, Z., Op. Cit., pág. 26.

<sup>92</sup> *Ibidem*, pág. 102.

<sup>93</sup> *Ibidem*.

<sup>94</sup> *Ibidem*, pág. 103.

<sup>95</sup> *Ibidem*.

inmigrantes ilegales, alcohólicos y drogadictos, etc. Todos ellos tienen en común el que su existencia no es relevante de ningún modo para la sociedad y que la sociedad estaría mejor sin ellos. Todos ellos tienen en común ser temidos por representar un peligro latente en forma de criminalidad, fealdad y vergüenza. Por esto, los marginados son inadaptados sociales que a la vez que pertenecen a la sociedad son excluidos de la misma. *Clase marginada* es una construcción social que pretende reducir la sociedad a un tamaño más pequeño que la suma de sus partes. En consecuencia, la *clase marginada* es el producto de una clasificación y no de una elección voluntaria de los pobres a no seguir dentro de la sociedad. Clase marginada refiere a la escala de valores sociales de lo que sirve o no, de lo que puede ser utilizado, tolerado o excluido<sup>96</sup>.

La ética de la marginación

Pero ¿por qué la clase marginada no tiene esperanza de que se modifique algún día su situación y sea integrada en la sociedad? Porque – nos dice Bauman- la *ética del trabajo* ha sido sustituida por una *estética del consumo*, y bajo la primera, los valores que determinaban la socialización estaban en función del trabajo, y ahora los valores están en relación con el consumo. Lo que significa que si antes era posible ser pobre y vivir dentro de los límites de la sociedad, porque pobreza no equivalía a estar desempleado de por vida; ahora ser pobre significa estar marginado o excluido de la sociedad porque el trabajo de suyo no garantiza el consumo. “Pobre” fue otrora para la *ética del trabajo* un infortunado temporal, y “marginado” es hoy día para la *estética del consumo* un inútil permanente. En la sociedad de consumo terminar con el desempleo no implica terminar con la marginación, porque no todo empleo garantiza un “buen consumo”.

Pero ¿por qué es esto así? Porque en la medida en que los pobres son incapaces de por vida de disponer de un ingreso “digno” (ya sea por el trabajo o por otro medio), no pueden ser resocializados mediante el consumo. De esta forma, se convierten en habitantes fuera de la influencia de la “estética normativa”<sup>97</sup>. Lo que equivale a decir que la idea del hombre cambia de una *ética del trabajo* a una *estética del consumo*: si la *ética del trabajo* consideraba que el hombre tenía un número fijo de necesidades, la *estética del consumo* considera que el hombre vive asediado por un número indeterminado de necesidades que lo llevan a consumir permanentemente. Y si para la *ética del trabajo* las necesidades eran satisfechas con un sueldo mínimo, para la *estética del consumo* la oferta siempre rebasa el ingreso del consumidor, aunque no su capacidad de crédito<sup>98</sup>. En la sociedad de productores la felicidad del hombre era alcanzable mediante cualquier trabajo, mientras que en la sociedad de consumidores (donde el deseo es siempre renovado y el consumo inagotable) la felicidad siempre permanece un lejano horizonte, porque si en la sociedad de trabajadores el freno a los deseos del hombre era el justo sueldo por trabajo realizado (o sea: se deseaba lo que se podía satisfacer con el producto del trabajo y aspirar a más era pecar de ambicioso), dentro de la sociedad de consumo los deseos de consumir son irrestrictos.

Este desasosegado panorama de la sociedad de consumo se refleja en la marginación de sus miembros<sup>99</sup>: Los pobres y conformistas se convierten en críticos potenciales de la sociedad de consumo y, por eso, en delincuentes. Mientras que en la *ética del trabajo* los pobres eran objeto de pena y lástima, ahora, bajo la *estética del consumo*, lo son de miedo<sup>100</sup>. El pobre que no trabaja, no consume y abusa de los beneficios del Estado es execrado. Pero si a esto se unen noticias de crímenes cometidos por los mismos, entonces el pobre se convierte en abominable. La pobreza pasa a ser asunto no de política social, sino de seguridad nacional. En la lógica de la estética del consumo, la pobreza se convierte en marginación y el pobre en criminal.

Vincular la pobreza con la criminalidad tiene otro efecto; desterrar a los pobres del ámbito de las obligaciones morales de la sociedad. Porque toda moral crea un sentimiento de responsabilidad frente a los pobres. Pero cuando la pobreza se convierte en delito, entonces el remordimiento moral es de inmediato anulado. El criminal es de suyo culpable y merece castigo<sup>101</sup>. Y la obligación cambia de rumbo: se centra en defender a los decentes consumidores de los pobres y criminales.

---

<sup>96</sup> *Ibidem*, pág. 106.

<sup>97</sup> *Ibidem*, pág. 107.

<sup>98</sup> *Ibidem*, pág. 111.

<sup>99</sup> *Ibidem*, pág. 116.

<sup>100</sup> *Ibidem*, pág. 119.

<sup>101</sup> *Ibidem*, pág. 120.



La sociedad de consumo avala desde su estética el desprecio a los pobres: innecesarios para la planta productiva e incapaces de consumo. Y desde ella, la solución a la pobreza se reduce no a la política social o de Estado, sino a los impulsos morales individuales o a la acción de las ONG's. La moralidad se vuelve asunto personal para ejercitarla en las ferias de caridad a final de año y deducir impuestos.

En una sociedad de consumo, donde la "libre elección" constituye la experiencia humana por antonomasia, se podría pensar que un marginado a elegido también su desgraciada situación como rebeldía o protesta ante la sociedad, o como simple forma de vida alternativa. Y si se determina la marginación como una cuestión de elección personal, entonces salir de ella dependerá también de la voluntad propia, y el seguir en ella el resultado de una elección equivocada o de falta de capacidad para convivir<sup>102</sup>. Las oportunidades en una sociedad de consumo (las ofertas) deben ser reconocidas y oportunamente utilizadas, y ahí reside – se podría decir- el error de los marginados: los marginados no reconocieron las oportunidades y erraron en su elección de valores al despreciar a la sociedad de consumo. Y en esa medida son ellos mismos culpables de su marginación al grado de suponer una disposición criminal de su parte o un defecto moral irreparable<sup>103</sup>.

Cuando los desempleados no pueden encontrar trabajo, simplemente son excluidos de la sociedad y se convierten en marginados. Y si antes se veía a la falta de empleo como una derrota social, ahora se ha convertido en una derrota personal y un beneficio social.

### **Los "Hobbys" como una forma creativa de organizar el tiempo libre en la sociedad de consumo**

El consumo es la oportunidad de experimentar la vida, la oportunidad de explayar el potencial "creativo individual" que no permite el trabajo: este es el sentido del *hobby*. Pero las posibilidades de elegir un hobby están en relación directa al poder de consumo, de tal forma, que en realidad el consumo llega a ser el principal *hobby*. Aquí quiero describir la forma como el Tiempo Libre fue evolucionando a partir de los años cincuenta hasta nuestros días convirtiéndose en la forma de realización personal a través del Hobby.

En general en los años cincuenta y sesenta el Tiempo Libre se vive de forma pasiva en México<sup>104</sup>: es tiempo de descanso, tiempo familiar, que cuesta poco y que está sujeto a reglas sociales estrictas. Habría una especie de moral o ética del Tiempo Libre que obliga a "disfrutar" del tiempo de una forma productiva aún después del trabajo. Esto equivaldría a visitar museos, ir a bibliotecas o conferencias, practicar deporte, pero, sobre todo, a ocuparse de la familia. En los años cincuenta y sesenta, el individuo sigue dependiendo de las normas sociales en el Tiempo Libre. Por eso no puede hablarse de Tiempo Libre, sino más bien de tiempo restante a las horas de trabajo. Parte de este tiempo restante se empleará en dormir porque, aunque la semana de 40 horas está garantizada constitucionalmente desde 1917, se trabaja regularmente seis días a la semana hasta los años setenta. De dormir pasará el mexicano a dormitar frente al televisor, cuando el uso de éste se hace extensivo a toda la clase media. Y así como en el pasado fue la luz artificial el invento que transformó la idea del Tiempo Libre, en el siglo XX la televisión ayudará a transformar el Tiempo Libre en tiempo de consumo. La televisión comercial es la primera en aparecer y en establecer el consumo como su forma de supervivencia.

Ciertamente la televisión llega a México en los cincuentas, pero no es sino hasta los años setenta que se comienza a dar el cambio social mediante el consumo. El Tiempo Libre debe convertirse en toda una experiencia, y nada mejor que el consumo como sinónimo de vivir: quien no consume y depreda no vive. Desde los años setenta aparecen las plazas comerciales que quieren ofrecer lugares para socializar fuera de la familia, para "ligar" y enterarse de lo que está "In". Los almacenes de todo tipo, provistos con grandes escaparates de piso a techo y de pared a pared, suprimen los límites del espacio de consumo del de convivencia y transforman la convivencia en una especie de exhibición de productos a la oferta con sus cafés y restaurantes, escaparates para ver y ser visto. La experiencia del consumo se convierte en una experimentación con la vida, con el objeto de explayar las "capacidades creativas" que no permite el trabajo: este es el sentido del *hobby*. Y el trabajo no permite el desarrollo individual o vocacional porque no es el trabajo que uno desea, sino simplemente el que hay. Falta el sentimiento de

---

<sup>102</sup> *Ibíd*em, pág. 110.

<sup>103</sup> *Ibíd*em, pág. 113.

<sup>104</sup> Con "pasivo" no me refiero a emplear el Tiempo Libre viendo la televisión, oyendo música o descansando en el sillón de la sala o dormitorio. Con "pasivo" me refiero a la falta de iniciativa personal a organizar el tiempo según intereses propios y fuera de la reglamentación social.

autorrealización. Desde los albores de la industrialización, cuando el trabajo perdió su característica artesanal, comenzó a ser dificultosa la identificación con la actividad laboral, y se pensó que el Tiempo Libre podría erigirse en la razón de vivir. Actualmente, se estudia y se trabaja para asegurar la existencia, y el *hobby* significará la forma personal de organizar el Tiempo Libre; tiempo invertido a la medida del talento individual. Pero las posibilidades de elegir un hobby están en relación directa al poder de consumo, de tal forma, que en realidad el consumo llega a ser el principal *hobby*.

No fue sino hasta la década de los ochenta (del siglo XX) cuando se independiza radicalmente el Tiempo Libre del de trabajo, o sea; cuando el Tiempo Libre tiene una relevancia claramente mayor que el trabajo. Esto implica el descubrimiento de que cada cual no sólo es libre de (trabajo, obligaciones, etc.), sino además libre para hacer lo que se desee individualmente. Y la experiencia individual será, sobre todo, lo que depara placer y diversión. Estas dos palabras estarán asociadas a vivir el tiempo sin tener conciencia del tiempo; lo que necesariamente implica olvidarse de sí mismo. De aquí concluye Careaga<sup>105</sup> que si el objetivo es perder conciencia de sí, entonces es obvio que el descanso depara al hombre de clase media angustia y temor; porque en el descanso puede encontrar la posibilidad remota de pensar quién es, qué quiere, cómo visualiza su futuro. Riesgo presente sobre todo en soledad o rodeado de una sociedad enjuiciadora. Por eso, la solución reside en reunirse sectariamente con sus iguales para ser aceptado sin cuestionamiento, erigiendo una especie de anonimato pactado tácitamente por todos. Y a falta de reflexión, la identidad de grupo se realizará a través de la mitificación de objetos que funcionan como símbolo de estatus y pertenencia. Cualquier joven clase media puede discutir durante horas sobre las ventajas y desventajas de manejar este o aquel otro auto, o de equiparlo de una o de otra forma<sup>106</sup>. En esta mitificación de objetos y creación de símbolos, la televisión y el cine juegan un papel importante. Gracias a ellos se consolidan arquetipos de conducta que permiten reconocer una provocación amorosa, una expresión de alegría extrema, o la frustración y la tristeza. Sentimientos estereotipados en las actuaciones *telenovelescas* que forman un código de interpretación de la conducta social. El mexicano invierte más tiempo en ver televisión que cualquier otro latinoamericano y el televisor es el aparato más frecuente en sus hogares, antes que el radio, licuadora o refrigerador<sup>107</sup>. La experiencia cultural por antonomasia del mexicano es la televisión; a partir de ella crea su visión del mundo, determina temas comunes, une sus intereses y preocupaciones, obtiene su sentido de tiempo, sabe qué es actual y qué obsoleto, guía su conducta. La cultura televisiva es la cultura del Tiempo Libre; tiempo empleado no en recuperar las fuerzas de trabajo, sino en recuperar el sentido de vida, para saber qué hacer o dejar de hacer: cómo llenar el tiempo de algo.

Si en los años cincuenta y sesenta el Tiempo Libre se empleaba en estar con la familia, en los años noventa eso será visto como el cumplimiento de una obligación antes que una diversión o entretenimiento. Además, que los amigos han llegado a ser igualmente apreciados que los parientes. En los noventa desaparece el tiempo para ir a las barricadas y pelear por el ejercicio de la libertad, afiliarse a un partido e interesarse por el curso político del país. Primero que nada está el dedicarse tiempo a uno mismo. Y el "uno-mismo" es ante todo el cuerpo, e intuitivamente la forma más común de rendir culto al cuerpo es por medio del deporte. Y hablar de deporte en México es hablar de fútbol.

Los expertos diferencian entre la forma activa y la forma pasiva de emplear el Tiempo Libre<sup>108</sup>; pero con el fútbol se confunde la línea divisoria: ver televisión es una forma pasiva de emplear el tiempo, mientras que jugar fútbol es una activa. En la vivencia de ver y jugar un partido de fútbol se confunden ambas cosas: ver y jugar es una y la misma cosa para quien se identifica con los jugadores y los reconoce como la forma más profunda de asimilar la vida. Los altibajos de los jugadores y sus equipos tiene una correspondencia real con en la vida del aficionado a las chivas; primero, porque las proezas de su equipo se imitan puntualmente en el partido dominiguero, y, segundo, porque es el momento en que se exalta y expande la sensibilidad vital del individuo. En este sentido el culto al deporte se convierte en la experiencia central en torno a la cual gira la vida<sup>109</sup>, como antaño el trabajo. Pareciera que actualmente se quiere suplantar al juego por el trabajo, olvidando con esto que la pareja trabajo-juego se contraponen tradicionalmente: uno es obligatorio mientras el otro es libre, uno sirve para la subsistencia diaria y el otro

---

<sup>105</sup> Careaga, G., *Mitos y fantasías de la clase media en México*. Cal y Arena. México, 2000, pág. 187.

<sup>106</sup> Ver: *Ibidem*, pág. 188

<sup>107</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).

<sup>108</sup> Ver. Zazueta, C., y Barojas, S., *Presupuesto de tiempo y uso del tiempo libre de los trabajadores urbanos del Distrito Federal*. CINET. México, 1981, pág. 188.

<sup>109</sup> Ver: Careaga, G., *Mitos y fantasías de la clase media en México*. Cal y Arena. México, 2000, pág. 194.

para nada trascendente a sí mismo, uno le da sentido al tiempo, el otro es pasatiempo que hace perder la conciencia de tiempo. El primero es, en suma, la actividad por la que el hombre es socialmente juzgado, y, la segunda, la actividad por la que el hombre es individualmente re-creado. Correspondientemente, se desea fundir el *homo faber* en el *homo ludens*, hacer desaparecer el ser social en el antojo individual.

Tal vez el pasatiempo que muestra con mayor fidelidad la preocupación por el “yo-individual”<sup>110</sup> sea el Internet<sup>111</sup>. El Internet es el hábitat natural de muchos millones que lo utilizan como laboratorio social donde experimentan con la construcción, deconstrucción y reconstrucción de su personalidad e identidad personal, sin optar definitivamente por ningún personaje o caracterización. Esta es precisamente la utopía de la vida posmoderna: ser uno y ninguno, cambiar o mudar de piel todos los días, renunciar al compromiso contraído frente una identidad determinada en la sociedad. En la red se permite cualquier cosa: ser hombre y mujer a la vez, viejo y adolescente, tímido y arriesgado, reprimido y desvergonzado, ilustrado y salvaje, etc. Lo interesante es notar que estas múltiples representaciones no son mentiras, porque lo real y lo virtual no se deben fidelidad, no hay relación de correspondencia entre original y copia, auténtico y simulado. Más bien, el mundo *Real* y el *Virtual* son universos paralelos que dan lugar a seres con identidades independientes. Para ser cibernauta hay que convertirse en autor de uno mismo, crear en instantes una identidad diferente, experimentar la ilusión de vivir muchas vidas a través de “un ejército de ‘yoes’<sup>112</sup>. Esto, se cree, es una forma de escapar a la monotonía de la cotidianidad entendida como uniformidad y coherencia respecto a una única identidad social. La nueva forma de diversión consiste en mudar la personalidad permanentemente.

Pero hablar del culto al cuerpo como el pasatiempo de los noventa estaría incompleto sin hablar de las adicciones. El uso de drogas para sobrellevar el tren de vida actual no parece sorprendente en un tiempo en el que es costumbre recetar a los niños calmantes, anfetaminas y drogas psicotrópicas al menor indicio de falta de concentración en clase o atención a los padres. La droga garantiza resultados instantáneos, menos caros y complicados que estudios psicosociales, exonerando al individuo de la responsabilidad de buscar la solución a sus problemas en las causas sino sólo en los síntomas, obteniendo una programación química del cuerpo a corto plazo y adecuada según ocasión y tarea<sup>113</sup>. La integración social por medio de *tachas*, *éxtasis*, o la popular marihuana dista mucho de tener el significado de protesta de los sesentas. Es más bien la forma de vencer el cerco individual e improvisar una sociabilidad.

Por otro lado, no existe acuerdo sobre si una conducta bulímica, anoréxica, la afición por la comida “light” o las dietas sin fin sean un tipo de adicción. La adicción se define comúnmente en relación con la ingestión de sustancias químicas y no con relación a conductas<sup>114</sup>. Lo que sí es cierto es que desde los noventas, y sobre todo en este nuevo milenio, el culto al cuerpo ha llevado a un rechazo del cuerpo, debido al excesivo culto de la “belleza” física. Pero ¿cómo puede explicarse esta contradicción? Por un lado, el rechazo al cuerpo real se debe al sometimiento que nos impone de sus „imperfecciones“ naturales, de su paulatino deterioro, de su demanda a satisfacer sus necesidades pedestres, de la imposición a la invariable representación de lo que somos a través suyo, ya que por el cuerpo descifran los demás el hombre que somos permanentemente. Por otro lado, el “cuerpo virtual” que nos creamos a imagen de nuestras pretensiones, que modificamos a voluntad gracias a la química y a la cirugía o al fetiche del deporte, ese cuerpo es idolatrado hoy como nunca antes, porque es el cuerpo maleable, programable como el cerebro de la computadora. Por eso, los modelos de ropa se han convertido en protagonista de la cultura popular<sup>115</sup>; seres que trascienden sus limitaciones biológicas y físicas, intemporales, capaces de escapar a su momento histórico, porque imponen un paradigma de belleza a su tiempo, paradigma que se repite indefinidamente hasta estandarizar el aspecto de todos los jóvenes. Y debido a esto, los modelos no son, al fin y al cabo, ni éste ni aquél, sino todos y ninguno, son, entonces, intercambiables e independientes de su corporeidad física, son símbolos etéreos de una

---

<sup>110</sup> En contraposición al “yo-social”.

<sup>111</sup> Ciertamente muy pocos jóvenes cuentan con Internet en México. Según el INEGI únicamente el 9.5% de los hogares mexicanos tienen una computadora, de los cuales no todos poseen acceso a Internet.

<sup>112</sup> Yehya, N., *El cuerpo transformado*. Paidós. México, 2001, pág. 73 ss.

<sup>113</sup> *Ibidem*, pág. 67.

<sup>114</sup> Citado en: Suplemento mensual UNIVERSITARIOS, del periódico REFORMA. México, mayo del 2002, pág. 22.

<sup>115</sup> *Ibidem*, pág. 163 ss.

corporeidad más allá del cuerpo. Los modelos son cuerpos creados artificialmente, modelados según deseos e intereses específicos y, por eso, el ideal posmoderno de ser humano.

Curiosamente, el deseo de superar el lastre corporal ha tenido la consecuencia de erotizar los monitores, los teclados, los programas computacionales y toda la red<sup>116</sup>; consiguiendo un nuevo tipo de copula entre especies (el hombre y la máquina). Pareciera que la intención es anular al cuerpo y a la carne pero queriendo rescatar los deseos y placeres eróticos. Las relaciones sexuales con máquinas (la nueva forma de sexualidad) son atractivas para millones de jóvenes entusiastas de la tecnología en este nuevo milenio, porque prometen una sexualidad desprovista de compromisos y temores a infecciones humanas, plagada con toda clase de fantasías vergonzosas pero libres de remordimientos, sin irregularidades o sorpresas inesperadas y, por tanto, con resultados garantizados que ocultan cualquier impresión de un onanismo primitivo. El joven de hoy aprehende el mundo en pantalla; en la televisión o en el monitor de su computadora<sup>117</sup>.

Comparando la noción actual de Tiempo Libre con sus predecesoras en la antigüedad clásica, Edad Media y Moderna, puede concluirse que si el ocio era tiempo para reflexión, actualmente es más bien tiempo de enajenación, y si después se empleó el tiempo de descanso laboral en reconocer la importancia del vínculo con el todo o divinidad, en la actualidad sólo es la afirmación de la individualidad. Y por último, si en la Ilustración se entendió el Tiempo Libre como la oportunidad de hacer uso de la libertad, hoy día significa obedecer al dictado de la sociedad de consumo.

### **A manera de conclusión**

Hoy día la profesión u oficio ha perdido su importancia o significado. No es más la instancia de orientación en nuestro medio social. No es más la instancia a través de la cual el hombre forma su personalidad y gana su identidad social, porque no son los rendimientos laborales representativos de sus intereses. En su lugar, se presentan otras actividades como decisivas para la realización personal, satisfacción de ideales y expectativas vitales. Y esto implica una revalorización del Tiempo de Trabajo y del Tiempo Libre de Trabajo, o del tiempo donde sí es posible encontrar el sentido a nuestra propia vida que antes provenía de la actividad laboral.

Los hombres hoy día no se dejan definir por el oficio o profesión que ejercen, porque entienden su trabajo solamente como un medio para el fin. Ese fin es el Tiempo Libre, libre para múltiples actividades que devuelven el sentido de vida, sentido de vida perdido en el trabajo. Y, por esto, ocupa el Tiempo Libre el centro de los intereses personales, porque a través de él sí es posible realizarse individualmente. Pero ¿cuáles son los valores que cambian? Principalmente, el valor del tiempo y del individuo frente a la sociedad. A partir de esta nueva valoración se forman dos tipos de conciencia:

- (1) La conciencia que busca el éxito y placer personal a toda costa, incluso al precio de destruirse a sí mismo y al medio ambiente. Entonces, se trata de una conciencia que emplea el tiempo libre para alcanzar la libertad de conciencia, de alcanzar la inconsciencia de que el tiempo pasa o existe. La conciencia autodestructiva se constituye como la negación de sí misma y de su responsabilidad frente a la sociedad.
- (2) La conciencia que en su Tiempo Libre busca el significado de su vida, y, por tanto, se aplica o esfuerza en la manera de emplear mejor su Tiempo Libre resolviendo los problemas de su tiempo, como degradación del medio ambiente, pobreza, injusticia social, etc. Esta es la conciencia que aprovecha el Tiempo Libre para concienciarse.

En mi opinión, la primera lleva la ventaja sobre la segunda entre los jóvenes de clase media y media alta en México. Pero haciendo a un lado mi percepción, veo un problema más cuando el valor del Tiempo Libre prevalece sobre el del trabajo, a saber: que en ambos casos (1 o 2) la sociedad se constituirá principalmente por personas que defienden valores individuales, producto de la forma peculiar de organizar su tiempo, y no de la organización social entera. El resultado es la depreciación de los valores sociales, nacionales, como consecuencia de la sobrevaloración individual<sup>118</sup>.

---

<sup>116</sup> *Ibidem*, pág. 62 ss. y 171.

<sup>117</sup> Ver: Turkle, Sh., *Vida en pantalla*. Paidós. Barcelona, 1997, pág. 225 y ss.

<sup>118</sup> Aquí no es el lugar para discutir si es posible la existencia de un sistema de valores personales o individuales. Yo, antes bien, tiendo a pensar que un sistema de valores sólo es posible en un contexto social. Pero este contexto no tiene por qué tener la misma extensión que el contexto nacional o social entero.

Productividad y consumo tienen sentidos opuestos desde la perspectiva de la sociedad de trabajadores (Calvino): la productividad y el trabajo revisten un interés nacional, mientras el consumo sólo individual. El consumo se ejerce en el Tiempo Libre y, por eso, es en la sociedad de consumo el tiempo “productivo”, que rigen y orientan la vida, sin importar más como se ha ganado ésta, sino simplemente como se gasta. Dentro de este orden de cosas se habla aquí del cambio de valores que conlleva el cambio de significado que tiene el tiempo para el individuo.

Una objeción permanece latente a lo largo de todo el ensayo, a saber; que el planteamiento del cambio de valores a partir del significado que ha ganado el Tiempo Libre frente al trabajo, sólo es posible en las clases sociales que disfrutan tanto de uno como de otro. El trabajo es raro en nuestra sociedad (las estadísticas oficiales no dejan ver la gravedad de esta problemática cuando afirman que sólo el 6% de la población económicamente activa no posee un trabajo), y además la posibilidad de financiar el Tiempo Libre gracias a una actividad bien remunerada no está al alcance de cualquiera por el simple hecho de tener un trabajo. Los sueldos más altos oscilan entre 7, 000 y 12, 000 pesos en promedio; apenas para cubrir los gastos más elementales. Entonces, pareciera que lo expuesto sólo se aplica a una pequeña porción de la sociedad mexicana: a la más privilegiada. Sin embargo, la desvalorización del trabajo como medio de integración social, de formación de la personalidad y estructuración y orientación de la vida, sí es aplicable tanto para aquellos que tienen un trabajo (bien o mal remunerado), como para aquellos que carecen de él, porque la definición o identidad personal en la sociedad deviene del consumo y no más del trabajo. De una forma escueta podría decirse que el hombre es hoy por hoy lo que consume. Y el Tiempo Libre es el tiempo donde se busca el sentido de vida a través del consumo.

Otra objeción más a este trabajo radica en la poca diferenciación por género que hace respecto a la forma de emplear el Tiempo Libre. Los estereotipos sociales obligan a los jóvenes a “ser hombres” consumiendo más alcohol y drogas fuertes que las mujeres. Y éstas tienden más a consumir más drogas médicas que los hombres<sup>119</sup>. Espero en un futuro subvenir esta deficiencia con otro trabajo sobre el tema.

---

---

<sup>119</sup> *Mujeres y Hombres en México*. INEGI. México, 2001, pág. 129-141.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alducín, E., *Los Valores de los mexicanos: México: entre la tradición y la modernidad*. Fomento Cultural Banamex. México, 1989.
- -, *Los Valores de los mexicanos: México en tiempos de cambio*. Fomento Cultural Banamex. México, 1991.
- -, E., *Los valores de los mexicanos. En busca de una esencia*. Fomento Cultural Banamex. México, 1993.
- Aristóteles, *Metafísica*. Aguilar. Madrid 1977.
- -, *Ética Nicomaquea*. Aguilar. Madrid 1977.
- -, *Política*. Aguilar. Madrid, 1977.
- Barquín, M., *Historia de la medicina*. Méndez Editores. México, 1995.
- Barranco, B., “Posiciones políticas en la historia de la acción católica mexicana”. En: *El pensamiento social de los católicos mexicanos*. Roberto Blancarte (Comp.). FCE. Mexico, 1996.
- Bauman, Z., *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*. Gedisa. Madrid, 1998.
- Blancarte, R., (Comp.). *El pensamiento social de los católicos mexicanos*. Fondo de Cultura Económica. Mexico, 1996.
- Careaga, G., *Mitos y fantasías de la clase media en México*. Cal y Arena. México, 2000.
- Dessauer, F., *Streit um die Technik*. Josef Knecht. Frankfurt am Main, 1956.
- Dietzgen, J., “Arbeiter Intellektueller”. En; *Das Wesen der menschlichen Kopfarbeit*. Hamburg, 1869.
- Encíclica *Rerum Novarum*, de Papa León XIII. <http://198.62.75.1/www1/overkott/rerum.htm>.
- Encíclica *Laborem Exercens*, de Papa Juan Pablo II. <http://198.62.75.1/www1/overkott/laborem.htm>.
- Encíclica *Pacem in Terris*, de Papa Juan XXIII. <http://198.62.75.1/www1/overkott/pacem.htm>.
- Engels, F., *Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen*. En: [http://www.mlwerke.de/me/me20/me20\\_444.htm](http://www.mlwerke.de/me/me20/me20_444.htm).
- Herder, J. G., *Briefe zu Beförderung der Humanität*. Dt. Klassiker. Frankfurt a. M., 1999.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).
- Iturriaga, J. E., *La estructura social y cultural de México*. Nacional Financiera/Fondo de Cultura Económica. México, D.F., 1994.
- Finley, M. I., *El mundo de Odiseo*. Fondo de Cultura Económica. México, 1984.
- González Hermosillo, F., *Estructura y movimientos sociales (1821-1880)*. En: México en el siglo XIX. Ciro Cardoso coordinador. Nueva Imagen. México, 1992.
- Guttandin, F., *Einführung in die „Protestantische Ethik“ Max Webers*. Westdeutscher Verlag. Wiesbaden, 1998.
- Kobusch, Th., *Die Entdeckung der Person*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt, 1997.
- Krause, E., *Porfirio Diaz, Místico de la autoridad*. Fondo de Cultura Económica. México, 1987.
- Kuchenbrod, M., *Unternehmerethos und Asketischer Protestantismus - Max Weber*. <http://www.uni-bamberg.de/~ba5sgl/lehre/ws9596/kuck/webtit2.htm>.
- Lafargue, P., *El derecho a la pereza*. Fundamentos. Madrid, 1973.
- La Guarta, P. L., *Historia de la Beneficencia Española en México*. Instituto de Historia. México, 1951.
- Leal, J. F., *Del Estado liberal al Estado interventor en México*. Ediciones El Caballito. México, 1993.
- Lehmann, H., *Max Webers Protestantische Ethik: Beiträge aus der Sicht eines Historikers*. Vandenhoeck und Ruprecht. Göttingen, 1996.
- Lehner, F., y Schmid, J., *Technik, Arbeit, Betrib, Gesellschaft*. Leske+Budrich. Oplade, 1992.
- Leñero Perez, J., *El tema del Trabajo en las Religiones*. Aguilar. Madrid, 1959.
- *Lexikon der Antike*. Reklam. Stuttgart, 1996.
- Marx, K., *Der achtzehnte Brumaire des Louis Bonaparte*. Dietz Verlag. Berlin, 1965.
- -, *Die deutsche Ideologie*. MEGA, 1965.
- McCall, H., “Mesopotamische Mythen”. En: *Mythen der Alter Kulturen*. Reclam. Stuttgart, 1987.
- Mill, J. S., *Principios de Economía Política; con algunas de sus aplicaciones a la filosofía*. Fondo de Cultura Económica. México, 1985.
- *Mujeres y Hombres en México*. INEGI. México, 2001.
- Nisbet, R., *Historia de la idea del progreso*. Gedisa. Barcelona, 1980.
- Opaschowski, Horst W., *Psychologie der Freizeit*. Leske Budrich, Hamburg, 1990.
- Ortega y Gasset, *La Rebelión de las Masas*. Revista de Occidente. Madrid, 1930.
- Organización Internacional del Trabajo [OIT] <http://www.oit.org/public/spanish/about/history.htm>.

- Pieper, J., *Muse und Kult*. Kösel, 1990.
- Platón, *Diálogos*. Aguilar. Madrid, 1977.
- -, *Menón, o de la Virtud*.
- -, *Fedro, o de la Belleza*.
- -, *Alcibiades, o de la Naturaleza del Hombre*.
- -, *República, o de la Justicia*.
- *Psychologisches Wörterbuch*. DTV. Münschen, 2000.
- REFORMA. Suplemento mensual UNIVERSITARIOS, mayo del 2002.
- *Reklams Bibelllexikon*. Stuttgart, 1992.
- Rendtorff, R., *Israels Glaube in der Geschichte*. Beck. München, 1989.
- Rinderspacher, J. P., *Gesellschaft ohne Zeit*. Campus. Frankfurt/New York, 1985.
- Rousseau, J. J., *Contrato social*. Porrúa. México, 1992.
- -, *Discurso sobre la desigualdad*. Porrúa. México, 1992.
- -, *Emilio*. UNAM. México, 1980.
- Sánchez Navarro, J., “La ética del empresario”. En: *El pensamiento social de los católicos mexicanos*. Roberto Blancarte (Comp.). Fondo de Cultura Económica. Mexico, 1996.
- Secretaria del Trabajo y Previsión Social [STPS] <http://www.stps.gob.mx/index2.htm>.
- Simmel, G., *Das Individuum und die Freiheit*. Klaus Wagenbach. Berlín, 1986.
- Trude Ehlert, *Zeitkonzeption, Zeiterfahrung, Zeitmessung*. Schöningh, 1997.
- Turkle, Sh., *Vida en pantalla*. Paidós. Barcelona, 1997.
- Weber, M., *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*. Gütersloher Verlaghaus. Mohn, 1991.
- -, *Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie*. En: *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*. Gütersloher Verlaghaus. Mohn, 1991.
- Wendorf, R., *Im Netz der Zeit*. Stuttgart, 1989.
- Yehya, N., *El cuerpo transformado*. Paidós. México, 2001.
- Zeller, E., *Die Philosophie der Griechen*. Tubingia, 1844.
- Zazueta, C., y Barojas, S., *Presupuesto de tiempo y uso del tiempo libre de los trabajadores urbanos del Distrito Federal*. CINET. México, 1981.

## DIVERSAS ACTITUDES DEL MEXICANO ANTE LA MUERTE

Dra. Araceli Colin  
Campus Querétaro

### RESUMEN

Esta presentación se basa en mi tesis doctoral sobre **el duelo**, (Colin, 2001) particularmente el de los padres por la muerte de un hijo infante, desde el ángulo de la relación rito-sujeto, en su dimensión diacrónica y sincrónica. Consideré necesario y enriquecedor articular aportes de la Antropología y el Psicoanálisis, tanto en el plano teórico como metodológico.

Una de las preguntas que inauguraron esta búsqueda era: ¿El rito funerario festivo da cuenta de la inexistencia del duelo subjetivo, por muerte de un hijo, en las comunidades de tradición indígena?

Los objetivos fueron: realizar un análisis semiótico del rito en Malinalco, Méx., analizar las repercusiones de la muerte de un niño, explicar la naturaleza de la relación de los padres con *su* angelito, estudiar el impacto que el imperativo social de lo festivo tiene sobre su duelo.

La hipótesis fue la siguiente: El rito funerario de *angelitos* abre una vía a la realización del duelo subjetivo, transformando al cadáver en un ente sagrado con el cual los padres podrán comunicarse. Esa prolongación del vínculo procura construir imaginariamente las expectativas sobre ese hijo, formular demandas *post mortem*, y saber acaso qué perdieron con él.

He demostrado que, contrariamente a lo que los estudios etnográficos mexicanos han afirmado, la muerte infantil en Malinalco no es motivo de alegría para los padres y aunque el rito sea festivo, sí hay duelo subjetivo y tiene repercusiones sobre la sexualidad, la capacidad reproductiva, los lazos familiares y la permanencia en el trabajo.

Palabras clave: duelo, *angelito*, subjetividad

### Introducción.

Abordo en esta presentación el duelo desde el ángulo de la relación rito-sujeto. Particularmente me refiero al duelo de los padres por un hijo. En el seno de la Antropología se han generado reflexiones sobre la relación entre el orden social y la subjetividad y existen muchos estudios sobre la muerte pero no sobre el duelo. Por otra parte, el psicoanálisis es una de las disciplinas que más ha explorado el duelo subjetivo. Por ello consideré enriquecedor buscar una articulación entre la Antropología Social y el Psicoanálisis.

Algunas de las preguntas que inauguraron esta búsqueda surgieron a partir de la lectura de un texto de Schneider(1994) y eran las siguientes: ¿El rito funerario festivo da cuenta de la inexistencia del duelo por muerte de un hijo en las comunidades de tradición indígena? ¿Cómo se concilia un rito funerario festivo con un duelo subjetivo, si lo hubiere? al sentido que los propios malinalcas le daban a sus ritos hoy en día; y, finalmente, recoger los testimonios de padres y madres sobre lo que representó la muerte de su hijo.

Recoger testimonios sobre la dimensión subjetiva del comportamiento que, si bien es social, ya no es ritual, exige una práctica diferente. Su recuperación se tradujo para mí en una empresa difícil por el grado de intimidad que las entrevistas requerían. El duelo subjetivo es íntimo pero sus efectos se hacen públicos. En las sociedades de tradición indígena, aun los aspectos más personales de los individuos tienen efectos sobre otros.



## Definición y dimensión del problema, revisión de literatura y delimitación del contexto de trabajo.

Entiendo por *duelo* el proceso por el cual una persona se desprende material y subjetivamente de un vínculo que había tenido con el difunto, para restablecer otra manera de vincularse con él, sea como antepasado, como divinidad menor, como espíritu o alma, o bien como un conjunto de recuerdos. Pero además de la transformación del vínculo con el difunto se produce una transformación del lazo social en el interior de la familia afectada. En comunidades tradicionales el duelo es desencadenado por el rito. En comunidades modernas puede ocurrir que se desencadene en ausencia del rito, aunque siempre demanda una sanción social, pública, de que tal persona ha fallecido, así sea un acta de defunción. Ese duelo subjetivo transcurre enmarcado en la cosmovisión de un grupo, camina por senderos trazados por las significaciones culturales e histórico-sociales, pero también por veredas derivadas de las vicisitudes singulares de la historia personal del deudo. Estos senderos y veredas no son trayectos separados, están entrecruzados.

Algunas disciplinas “psi”, como la psicología, la psiquiatría y el psicoanálisis, se refieren al duelo para nombrar un estado que sucede a varios tipos de pérdidas, pérdida de un miembro del cuerpo, pérdida de la patria, pérdida de una relación de noviazgo, etc. En este trabajo me referiré fundamentalmente a la pérdida producida por una muerte, en la medida que es la experiencia de pérdida más radical e irrecuperable de la vida, pero también abordé el duelo de los vencidos por los conquistadores españoles.

El mundo moderno ha banalizado la muerte. La ha reducido a un producto de mercado. Los servicios *post mortem* son preparados en paquetes como los viajes. Se venden lotes o criptas, en cómodas mensualidades. El mundo del cine ha transformado la muerte en el tema más taquillero. Es lo que Geoffrey Gorer(1995) ha nombrado muy bien la *pornografía de la muerte*.<sup>1</sup> En la vida cotidiana el duelo es negado, evitado, tratado como un “problema psicológico” o como un asunto individual. Por ello, reconsiderar la dimensión social del duelo y su importancia, es una manera de hacer contrapeso a esa banalización.

El mundo indígena nuevamente, como en tantos otros aspectos de la cultura, tiene mucho que enseñar al mundo “moderno”. Hay un abismo de diferencia en la manera de encarar un duelo en un ámbito y en otro.

La literatura revisada fue antropológica, etnográfica sociológica, psicoanalítica e histórica. Los principales autores fueron: Gorer, Turner(1997), Galinier (1990), Geertz(1997), Berger y Luckmann(1999), Scheffler(1975), Ortiz Echaniz(1981), Lacan (1959), Allouch(1995), Freud (1983). También me apoyo en trabajos realizados por diversos autores que se han dedicado durante mucho tiempo a abordar ciertos temas que concernían al objeto de esta tesis, ya sea sobre Malinalco o sobre aspectos ligados al duelo y que analizan los datos históricos de las fuentes. Entre otros me refiero a Quezada (1996), García Payón (1947), Broda (1971), y López Austin (1996,1994).

---

Han sido indispensables en este trabajo obras de historiadores que analizan la época prehispánica o la colonial, Konetzke (2000), León Portilla(1959,1967), y Todorov(1994).

Analicé también las actas de nacimiento y defunción del registro civil de Malinalco. Analicé un período reciente, con la finalidad de conocer las causas de mortalidad más frecuentes entre los niños malinalcas.

Consideré los datos que mi propia observación etnográfica recogió así como los trabajos de otros etnólogos en la zona. La fuente iconográfica, ha sido interesante y valiosa, pues en las pinturas y fotografías de los angelitos se plasman objetos que sólo pueden descifrarse al interior de la red semiótica construida por las dos tradiciones, la prehispánica y la cristiana.

Fuente testimonial: Analizo los testimonios que recogí de los padres, sobre la pérdida de sus hijos. Esta fuente de datos, aunque reducida, la considero suficiente para mostrar la diferencia entre significación ritual y significación subjetiva. En los testimonios recuperados se pueden apreciar tanto las constantes culturales como las diferencias individuales de los duelos.

### Objetivos

- a) Realizar un análisis semiótico del rito contemporáneo en Malinalco, Estado de México, una comunidad de tradición indígena nahua.
- b) Analizar la vigencia del rito de angelitos y el grado de regulación sobre el comportamiento que aún logra.
- c) Valorar su importancia en relación con otras creencias religiosas.
- d) Analizar las repercusiones familiares y sociales que la muerte de un niño tiene sobre el grupo.
- e) Explicar la naturaleza de la relación de los padres con *su* angelito.
- f) Estudiar el grado de impacto que el imperativo social de lo festivo tiene sobre el deudo.
- g) Mostrar aspectos del duelo entre padres y angelito que no son usualmente observables en el rito, es decir, extender el campo y el tiempo de análisis de la actitud de los deudos para con su difunto.

La hipótesis que busqué probar con esta investigación fue la siguiente:

El rito funerario de *angelitos* norma el comportamiento de los deudos y les otorga una red de significaciones para que puedan realizar su duelo, transformando al cadáver en un ente sagrado con el cual podrán comunicarse.

### Contribución e importancia del trabajo

Uno de los principales aportes de esta investigación es metodológico. Contribuye a cuestionar como ciertos fenómenos sociales, como el duelo, se encuentran empobrecidos en su estudio por no lograr investigaciones de carácter interdisciplinario. Al abordar su estudio por disciplinas el fenómeno se fragmenta para analizar separadamente la dimensión social y ritual de la dimensión psicológica, que en la realidad no aparecen aislados.

La interdisciplina nos obliga a replantear las fronteras artificiales que las disciplinas sociales han tejido. Cada vez que se produce un salto cualitativo

en el progreso del conocimiento estas fronteras son cuestionadas y los objetos de estudio de las disciplinas sociales demandan ser reformulados.

Los resultados de la investigación demuestran que los estudios etnográficos previos que negaban que existiera duelo por los infantes son erróneos. Los testimonios de los padres demuestran que sí existe un profundo duelo y que tiene muy diversas repercusiones.

También se demuestra que en algunos casos el duelo puede durar varios años e incluso que puede retransmitirse a la siguiente generación. Lo no resuelto en una generación impide que la siguiente pueda posicionarse diferente frente a esa pérdida.

#### Justificación de aspectos sociales y científicos que lo hacen relevante.

Existe un gran vacío de publicaciones antropológicas sobre el duelo desde el punto de vista teórico, a diferencia de trabajos que estudian el culto prehispánico a la muerte o trabajos que describen los ritos funerarios en distintas comunidades del país, que son muy abundantes. Casi no existen trabajos que analicen el acervo recogido por la etnografía en materia de ritos de duelo.

No se ha hecho un estudio de los duelos colectivos en México. Tampoco se han hecho estudios sobre el duelo de los indígenas vencidos por los españoles con la conquista. En esta investigación realizo un análisis de diversos indicadores que nos hablan del duelo colectivo en ese momento histórico.

De los pocos trabajos teóricos sobre el duelo, que hay, los autores describen o clasifican el rito de duelo. Todos coinciden en que el duelo tiene dos planos, o dos registros: el ritual y el subjetivo. Sin embargo, sólo se ha estudiado la dimensión ritual. Si existen pocos trabajos teóricos sobre el rito de duelo menos trabajos aún existen sobre el duelo subjetivo desde una perspectiva antropológica. Este vacío de publicaciones sobre el tema refleja una tendencia de la antropología y de la etnografía, que recogió la influencia del positivismo y desdeñó durante mucho tiempo los estudios sobre la subjetividad como si ésta no pudiera objetivarse por el lenguaje.

Este es un estudio pionero que, en México, estudia el impacto del rito funerario sobre el duelo subjetivo. Esta investigación cuestiona también los estudios psicoanalíticos, sobre el duelo, que al estudiarlo lo conceptualizaron durante mucho tiempo de una manera ahistórica, acrítica, estandarizada y descontextualizada del entorno social que la producía, como si en diferentes momentos de la historia los duelos fueran iguales y como si fueran un proceso que permanece inmutable e idéntico para todos los individuos independientemente de su duración. La cuestión medular del duelo es la búsqueda de sentido de lo que significa tal pérdida para el deudo. Es una manera particular de asumir una muerte particular en una cultura dada.

Esta investigación muestra en qué consiste la especificidad del duelo por un hijo infante a diferencia del duelo por un adulto. El papel de la memoria es el que va a operar de manera distinta cuando se trata de un duelo por un difunto adulto que cuando se trata de un difunto niño. Cuando un adulto muere, la memoria opera para recordar lo que se vivió con él. En ese movimiento de la memoria hacia el pasado está en juego un proceso importantísimo: localizar

lo que se perdió con el difunto. Se perdió su ser más lo que él representaba para cada uno de los deudos. En cambio cuando muere un niño el movimiento del duelo no es hacia el pasado sino a un futuro imposible. Lo que pudo haber sido y no fue. Ello no significa que la memoria no tenga un papel, puesto que la muerte de un hijo puede resignificar otras pérdidas. Pero no hay historia de vida del niño, particularmente cuando son muy pequeños. No existe un lazo constituido con el infante, pues ese lazo apenas se iba a construir o estaba en proceso de establecerse.

¿Cómo dar por muerto a quien no vivió? Por eso la búsqueda de sentido de lo que se perdió con el infante no se puede localizar en el pasado. Eso es lo que hace del duelo por un infante un proceso muy complejo y difícil.

### Metodología

La metodología de trabajo fue cualitativa. Aunque incluyó anexos con información censal y de informes gubernamentales de carácter cuantitativo. Me apoyé en el análisis histórico para analizar las dos tradiciones del rito; el etnohistórico para buscar una correlación posible entre el rito funerario y de duelo por infantes con el rito de duelo de Semana Santa, así como para formular construcciones sobre la significación actual de sus ritos, y los eventos históricos que ellos recrean y, finalmente, las entrevistas para realizar la recuperación testimonial de los padres que habían perdido hijos. El lugar elegido para hacer la investigación etnográfica fue Malinalco, Estado de México.

### Resultados y discusión

A diferencia del rito funerario de adultos, el rito funerario de angelitos en Malinalco, como en otros lugares del país e incluso de Latinoamérica, es festivo. Me parecía muy importante realizar un análisis semiótico de la naturaleza de esta festividad, su origen histórico y sus transformaciones en el sentido y en la función que cobra hoy en día para los malinalcas esa alegría ritual, para distinguirla de lo que teóricamente se denomina fiesta ritual pues, como dice Geertz, entre religión pura y religión aplicada existe una diferencia cualitativa, y agregaríamos: entre el sentido transmitido por el dogma religioso y el sentido que se actualiza para la comunidad hay también diferencias. También me interesaba establecer una distinción entre la festividad del duelo infantil y la actitud humorística que la cultura mexicana ha tenido frente a la muerte como realidad universal, y que se expresa en la canción mexicana popular, la artesanía, el grabado y en los juguetes de azúcar o de madera.

Se ha dicho que la actitud del mexicano ante la muerte es irónica, desafiante, festiva, burlona. Pero no existen estudios que permitan matizar esta actitud y rompan el estereotipo fomentado por publicaciones que buscan ofrecer nuestras tradiciones a la mirada turística. El mexicano no tiene *una* actitud ante la muerte, tiene una compleja red de actitudes de naturaleza diversa. Pues son también distintos aspectos los que la muerte conlleva: la muerte como realidad universal, la muerte como realidad cotidiana en los sectores más marginales, la posibilidad de la muerte propia, la muerte del enemigo, la muerte como fuerza numinosa que un *macho* mexicano “debe” vencer a la luz de varias copas, la muerte de un anciano, y la muerte de un hijo muy esperado, entre otros. Ya Isabel Lagarriga y Juan Manuel Sandoval, nos habían advertido de esta diferencia, en su trabajo sobre los ritos funerarios entre los otomíes. (1977)

Una de las experiencias más complejas en lo que concierne al duelo es la que produce la muerte que trunca la vida de un infante. ¿Cómo hacer el duelo de alguien que casi no vivió? Cuanto menos huellas dejó el difunto, más complejo es el duelo, como es el caso del recién nacido. Quizás por eso los nahuas pensaban que si morían lactantes, renacían, o mejor dicho, su entidad anímica se “reciclaba” para utilizar un término que propone López Austin.

El rito, en una comunidad determinada, es el mismo; sin embargo, existen subjetivamente diversas actitudes, según la edad, la naturaleza de la muerte y el tipo de vínculo que se tenía con dicho hijo. Un duelo subjetivo nunca es igual a otro, ni siquiera para un mismo deudo. No tiene el mismo sentido ni para la familia, ni para la comunidad, que fallezca un anciano que ya realizó su vida, que un adulto que la ve truncada en la plenitud de su desarrollo o que un niño que frustra, con su muerte prematura, las ilusiones, expectativas y encargos que sus padres tenían para él.

Me interesa analizar cómo una misma norma ritual produce efectos diversos sobre los sujetos, a la manera de un caleidoscopio que muestra diversas posibilidades combinatorias a partir de los mismos elementos. Clifford Geertz<sup>2</sup> afirma que es avanzando en las diferencias individuales como podremos apreciar las diversas formas como la religión opera sobre los sujetos en el seno de un mismo grupo.

El rito y su significación social parten de una necesidad, social también, de compensar lo absurdo de la muerte masiva de infantes por malas condiciones económicas, con una tranquilizadora certeza de que si murió ya no tuvo que someterse a pruebas, tendrá la gloria celestial. Sin embargo, en un mismo sujeto pueden coexistir creencias contradictorias. Por un lado, la significación social que el rito impone y, por otra, las expectativas personales truncadas o no realizadas.

Los seres humanos no estamos habitados por una sola creencia; somos contradictorios; estamos habitados por una “polifonía” de creencias, valga la expresión: voces contradictorias que hablan en nosotros, como sedimentos de diferentes discursos, unos más antiguos que otros, que no necesariamente hacen síntesis. La subjetividad es el lugar sede de esos discursos. Esta es una de las acepciones de la noción de *subjetividad* para Lacan.

## CONCLUSIONES

El ritual festivo del velorio de angelitos encara una solución religiosa a una mortandad que aún hoy, se sigue produciendo absurdamente en zonas de media y alta marginalidad. El rito religioso busca tratar con ese absurdo y transformarlo en algo más soportable. El rito produce una transformación de una forma de vida terrestre en otra celeste.

La muerte por un infante produce un profundo, y a veces prolongado, duelo no obstante que se realice un rito funerario festivo.

El rito festivo por un infante en Malinalco no busca negar el dolor por la muerte sino hacer más llevadera la noche del velorio. Los padres efectivamente se distrae de su dolor mientras otros cantan y juegan.

---

<sup>2</sup> Clifford Geertz, *La Interpretación de las Culturas*, Barcelona, Gedisa, 1997, pp.113-117.

El duelo por un hijo produce diversas repercusiones: pérdida de empleo, trastornos en la salud, trastornos reproductivos, cambios en la vida sexual, desintegración familiar, migración hacia otros estados o a Estados Unidos, así como una profunda recomposición del lazo afectivo al interior de la familia.

Con esta investigación han quedado mostradas las enormes diferencias entre la actitud cómica ante la muerte como hecho universal que se expresa en el arte, la caricatura, la artesanía, y las canciones, de la actitud festiva del rito que tiene otros propósitos y otros mecanismos.

La falta de estudios antropológicos sobre el duelo obliga a la disciplina a replantear nuevos métodos de abordaje de fenómenos subjetivos cuya recuperación no se logra observando sino indagando las motivaciones más profundas de cada sujeto, y dando lugar a la consideración de las diversas actitudes que una persona tiene respecto de otra en el seno de una misma cultura.

Reconsiderar la importancia, implicaciones y repercusiones del duelo hace contrapeso a la banalización mercantil de la muerte por el mundo moderno.

## BIBLIOGRAFIA

Allouch, Jean, *Erótica del duelo en los tiempos de la muerte seca* Buenos Aires, Edelp, 1995, 450 pp.

Berger, Peter y Thomas Luckmann, *La construcción social de la realidad*, Buenos Aires, Amorrortu, 1999, 233 pp.

Broda, Johana, "Las fiestas aztecas de los dioses de la lluvia", *Revista Española de Antropología Americana*, Madrid, Universidad Complutense, 1971, separata del V.6, pp.245-327.

Colin, Carmen Araceli, *Ha muerto un angelito en malinalco, del rito de duelo al duelo subjetivo*, México, UNAM, 2001, 470 pp.

Durkheim, Emile, *Las formas elementales de la vida religiosa*, México, Coyoacán, 2000, 414 pp.

Freud, Sigmund, "Duelo y melancolía" en *Obras Completas*, Buenos Aires, Amorrortu, 1983, en tomo XIV, pp. 235-255.

Galinier, Jacques, *La mitad del mundo, Cuerpo y cosmos en los rituales otómés*, Traducción de Angela Ochoa, México, coedición UNAM-CEMC-INI, 1990, 746 pp.

García Payón, José, *Monumentos Arqueológicos de Malinalco*, Toluca, México, Gobierno del Estado de México, 1947, 63 pp.

Geertz, Clifford, *La Interpretación de las Culturas*, Barcelona, Gedisa, 1997, 387 pp.

Gorer, Geoffrey, *Ni pleurs ni couronnes*, traducción del inglés de Hélène Allouch, Paris, EPEL, 1995, 204 pp.

Konetzke, Richard, *América Latina, II La época colonial*, México, Siglo XXI, 2000, 397 pp.

Lacan, Jacques, Seminario 6 *El deseo y su interpretación*, París, 1959. Versión española inédita.

Isabel Lagarriga y Juan Manuel Sandoval, *Ceremonias mortuorias entre los otomíes del Norte del Estado de México*, Toluca, Gobierno Estado de México, 1977 pp.65-66.

León Portilla, Miguel *Trece poetas del mundo azteca*, México, UNAM, 1967, 258 pp.

-----*Filosofía Náhuatl*, México, Instituto Indigenista Interamericano, 1959, 360 pp.

López Austin, Alfredo, *Cuerpo humano e ideología* México, UNAM, 1996, 2 vols.

----- *Tamoanchan y Tlalocan*, Fondo de Cultura Económica, México 1994, 261 pp.

Ortiz Echániz, Silvia, "Velorios de juguete" en *Cuadernos de Trabajo Etnográfico*, México, INAH, 1981, No. 29, pp.16-36.

Quezada, Noemí, *Los Matlatzincas*, México, UNAM, 1996, 142 pp.

Scheffler, Lilian, "Juegos de Velorio de Angelitos en Tlaxcala", *Cuadernos de trabajo Etnográfico*, México, INAH, 1975, No. 4 pp. 40-60.

Schneider, Luis Mario, "La muerte angelical" en *Revista Artes de México*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1992, No. 15, pp.58-63

Todorov, Tzvetan, *La conquista de América*, México, Siglo XXI, 1994, 277 pp.

Turner, Victor, *La selva de los símbolos*, traducción Ramón Valdés del Toro y Alberto Cardín Garay, México, Siglo XXI, 1997, 455 pp.

## Razonamiento moral y análisis ético

Alberto Hernández Baqueiro<sup>1</sup>

### Resumen

En este trabajo se sugiere que una forma eficaz de fortalecer el razonamiento moral en las personas es alimentar su capacidad de llevar a cabo análisis éticos de situaciones problemáticas. En particular, el análisis ético es una herramienta útil dentro del salón de clases para fortalecer la capacidad de los estudiantes para considerar un problema desde distintos puntos de vista, sopesar consideraciones contrarias, establecer jerarquías de valores y prioridad y proponer soluciones adecuadas en casos concretos. Pero el análisis ético va más allá del ejercicio mediante alguna modalidad del método de casos. Se presenta como una entrada posible para facilitar la discusión de fondo sobre cuestiones controversiales y sobre fundamentos y justificación de conductas individuales y sociales.

La noción de análisis ético que se maneja en esta propuesta parte de la distinción entre un aspecto formal del proceso de decisión, vinculado cercanamente a la noción de razonamiento práctico y al concepto de madurez moral, y un aspecto de contenido relacionado con los compromisos culturales o morales específicos de una comunidad. Este último, naturalmente, relacionado con la cuestión de los valores.

### La idea de análisis ético

En sus "Investigaciones sobre el entendimiento humano", dice Hume que hay dos tipos de filosofía. El primer tipo es el que por medio de una bella expresión mueve a sentir la diferencia entre el vicio y la virtud: "esta clase de filósofos la pintan (la virtud) con los colores más amables, valiéndose de la poesía y de la elocuencia, desarrollando su tema de una manera sencilla y clara, la más indicada para agradar a la imaginación y movilizar los sentimientos". Por otra parte, hay otra suerte de filosofía, que "considera al hombre a la luz de un ser racional más que de un ser activo, e intenta desarrollar en él su entendimiento más que encauzar su conducta". Parece bastante claro que no se trata de despreciar ninguna de las dos tareas. Tanto una versión exotérica de la filosofía como su actividad más esotérica y especializada son necesarios para el provecho humano. Una filosofía ligera y amable es necesaria para la educación de un gran número de personas, pero esa tarea se nutre por fuerza de la actividad más restringida que llevan a cabo los especialistas, de allí se toman las ideas, los métodos, y las inspiraciones que orientarán la práctica destinada al público.

La idea de análisis ético que propongo está basada en una distinción de dos aspectos de las acciones morales que pueden ser manejadas en cualquiera de los dos tipos de filosofías que Hume refiere, pero en los dos casos el propósito es el mismo, a saber, ayudar dentro de nuestras limitadas capacidades a mejorar la condición humana.

El propósito del análisis ético es dar una metodología que permita a una persona que se enfrenta a una situación problemática descubrir cuáles son las implicaciones morales de esa situación y proponer alternativas para solucionar el problema que son aceptables dentro de su propio contexto cultural y moral. Hay dos tipos de situaciones que dan lugar a dos tipos de análisis éticos. El primer tipo de situación se presenta cuando es necesario emitir un juicio que califica una acción dada, un conjunto de hechos consumados en los que se presume la articulación de alguna clase de tipo moral. Dicho tipo moral requiere de parte del sujeto un juicio que deslinda responsabilidades frente a los hechos morales. Es la labor cotidiana de algunas profesiones como la del juez, así como la de cualquiera que se pone en la posición de emitir un dictamen sobre personas que han actuado

---

<sup>1</sup> Profesor de tiempo completo, ITESM, Campus Ciudad de México, Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades.



en términos morales. Este tipo de análisis lo llamo retrospectivo por cuanto se dirige a juzgar los hechos del pasado.

El segundo tipo de análisis se presenta cuando la situación problemática se presenta como inacabada. Al contrario de lo que ocurre con el análisis retrospectivo, los hechos que constituyen el tipo moral no son inamovibles sino que piden del agente moral una respuesta creativa. Es la situación que se presenta siempre que el agente moral va a tomar una decisión fundado en su libertad y en su capacidad de acción. A este tipo de análisis lo llamo prospectivo porque se plantea como la construcción de escenarios posibles y selección de respuestas alternativas.

El análisis retrospectivo tiene relevancia para deslindar responsabilidades porque permite la identificación de los agentes que intervienen en una situación dada. La delimitación de los agentes se hace en función de los hechos, identificando a los agentes por medio del criterio de autoría o toma de decisión, tanto efectiva como virtual. Es decir, el agente efectivo es el que sin ser forzado externamente toma la decisión de llevar a cabo determinada acción. El agente virtual es aquel a quien corresponde la potestad de tomar la decisión pero no lo hace por medio de una acción explícita sino implícita, por ejemplo por medio de una disposición general que se dicta antes de que se presenten los hechos particulares. También puede darse otra forma de autoría virtual cuando hay otras formas de delegación de autoridad que transfiere a otra persona la formulación de la acción concreta, pero en virtud de la autoridad principal. Estos criterios son importantes de la delimitación de la autoría en los análisis retrospectivos porque el resultado de tales análisis suele ser la asignación de una consecuencia, sea como premio o como castigo.

En los análisis prospectivos, en cambio, la designación de los agentes es menos compleja. El énfasis se pone más bien en la construcción de un escenario sobre el cual se van a proponer alternativas válidas de solución. En ambas perspectivas, sin embargo, los ejes del análisis son semejantes. Cambia el uso que se hace de la capacidad de razonamiento, pero los contenidos y las formas del razonamiento son semejantes.

#### Los ejes del análisis ético

El primer eje del análisis es el que se refiere a los aspectos lógicos y psicológicos del razonamiento moral. En principio, supongo que esos aspectos son relativamente independientes de los aspectos más controversiales de una cultura determinada o de las convicciones morales individuales. Para decirlo en términos de Rawls, las doctrinas de contenido o las morales particulares no son consideradas en este primer eje del análisis. Por esta razón llamo análisis formal a esta parte del ejercicio. Evidentemente, la denominación recuerda un término kantiano, a saber, la forma de la moralidad. Sin embargo, en el sentido que uso la expresión no corresponde exactamente con los conceptos de formalidad kantianos sino solamente de manera parcial. También puede referirse el uso de la expresión "formal" a la terminología escolástica, en la que se habla de materia y forma como constitutivos de la realidad completa. Pero tampoco este sentido lo tomo estrictamente en esta aproximación al análisis de las acciones éticas. Finalmente, otra aproximación al sentido de la formalidad a la que me refiero la encuentro en la descripción de la formalidad moral que hace Enrique Dussel. Según la explicación de este último, la formalidad se presenta en la tradición escolástica y aristotélica como razonamiento casi silogístico o como proceso de razonamiento práctico que termina en la obtención de una "conclusión" de un silogismo práctico<sup>2</sup>, o como resultado de un razonamiento prudente.

Hay que reconocer que en la práctica no es posible aislar los procesos de razonamiento formales de los contenidos de virtud o bondad de los sujetos, pero sí es posible abstraer esos procesos por efectos de análisis. Cuando regresemos al sujeto real encontraremos sin embargo que hay una relación estrecha entre la pertinencia de una conclusión práctica y los contenidos de valor concretos en cada individuo. En otros términos, es difícil que razone conforme al bien un individuo que no es bueno.

---

<sup>2</sup> Dussel, Enrique; *Ética de la liberación*, Trotta, Madrid, 1998, págs. 167 y sigs.

## La perspectiva formal en el análisis ético

El primer eje del análisis puede encontrarse en muchas de las grandes tradiciones morales, funcionando al lado de las concepciones de contenido propias de cada una. Para efectos de mi argumentación tomaré tres ejemplos procedentes de épocas bien diferenciadas. Desde luego, el primer ejemplo corresponde a la tradición aristotélica. En su versión escolástica, el proceso de la elección completa se concreta en la acción prudente. El acto libre se actualiza cuando se lleva a cabo la elección, la elección a su vez el último paso de un proceso que se caracteriza por el diálogo entre la facultad cognoscitiva y la facultad volitiva, inteligencia y voluntad sostienen un intercambio de mutua influencia en el que las operaciones de una facultad dan lugar a las operaciones de la otra, de manera sucesiva y ascendente. La descripción del proceso nos lleva a hablar de un primer acto de conocimiento que es una simple noticia, la cual al hacerse presente en el sujeto da lugar al primer acto de la voluntad o simple volición, donde el objeto primeramente aprehendido se presenta como bueno o apetecible al deseo humano. Dada la presencia de este primer objeto deseable se sigue en el sujeto un acto ulterior de conocimiento que ahonda en el objeto revelando sus cualidades que primero no habían sido notadas, de suerte que la voluntad es capaz de pronunciarse sobre el objeto más completo llevando la formación de una intención sobre el mismo objeto. El proceso continúa de una manera semejante, considerando los diversos medios o caminos para llegar al objeto que ya se ha presentado como meta o fin del sujeto. La aceptación de los medios vinculados al fin, de manera similar a la que tendría un plan de acción, es el objeto sobre el cual puede darse la aceptación de la voluntad, el asentimiento o toma de decisión interna. Finalmente, la toma de decisión marca el final del proceso de orientación del sujeto hacia un fin, que es lo que se llama elección.

En esta figura de psicología moral escolástica me interesa destacar el mecanismo que opera de la misma forma para cualquier objeto de elección. El proceso es el mismo tanto si se trata de alcanzar un bien que de la realización de un designio maligno. Si bien es cierto que no podrá llamarse un proceso ético ni prudente a la elección que tiende al mal, sin embargo es un proceso moral, con toda seguridad, desde el momento en que la moralidad en general es definida sobre la base de condiciones formales: el ejercicio de las operaciones cognitivas y volitivas de parte del sujeto.

La formalidad de las acciones éticas en la tradición escolástica está reflejada claramente en la distinción entre actos humanos y actos del hombre, y es a tal punto significativa en el análisis ético que el incumplimiento de alguna de las condiciones de formalidad implica la extinción, según medida, de la responsabilidad moral y sus efectos.

La doctrina tradicional de las condiciones atenuantes y agravantes también se deriva parcialmente de la formalidad de la acción moral. Como se sabe, la ignorancia invencible de la norma moral exime de la obligación de cumplir dicha norma. Otras condiciones, como la intencionalidad y la premeditación también se enraízan en las dos características formales para constituir la acción ética, el conocimiento y la voluntariedad del sujeto moral.

En suma, para la tradición aristotélico-escolástica, la acción moral se constituye formalmente por la participación de las facultades humanas superiores, si bien su concreción práctica solamente se da, como veremos, en función de una concepción particular de la vida buena.

La segunda gran tradición moral occidental es la que mayormente ha puesto el acento del análisis moral en las condiciones formales de la acción. El imperativo categórico kantiano se expresa como una norma universal vacía de un contenido propio y, en principio, adaptable a cualquier circunstancia de la acción humana con independencia de la condición de vida de cada sujeto humano. La formulación del imperativo que reza "actúa de tal manera que tu conducta sea norma universal" apela a un ejercicio de reflexión racional y de autonomía moral, es decir, de independencia frente a las objetivaciones particulares de la estructura teleológica. La subordinación a los bienes concretos propia de la teleología es superada por el sujeto merced a la posibilidad que éste tiene de acogerse a la máxima puramente formal. La acción se convierte en moral por el específico uso de la razón por parte del sujeto, no por la subordinación a un telos o fin particular.

La tradición kantiana presente en el neocontractualismo también refleja este efecto, por ejemplo, en los procesos de legitimación legislativa. E la forma de la discusión parlamentaria la que otorga legitimidad a las leyes dadas por el cuerpo legislativo.

El tercer caso de una teoría que destaca el eje formal de la acción ética tiene su origen en el campo de la psicología cognitiva, en concreto la extendida e influyente obra de L. Kohlberg sobre el desarrollo moral. No voy a exponer aquí en detalle la teoría, por demás conocida, sino solamente una idea básica que ilustra en ella la presencia del eje formal. Los niveles de desarrollo moral, desde el preconventional al postconvencional, se pueden perfilar considerando dos criterios diferentes aunque relacionados. El primer criterio que advierto en la descripción de los estadios de desarrollo según Kohlberg es un criterio relacionado con la extensión o del número de personas que comparecen frente a la consideración del sujeto durante su proceso electivo. No se trata de un criterio utilitarista pues el mayor número no se presenta forzosamente como un parámetro para la cantidad de bien. Se trata más bien de la capacidad intelectual del sujeto para considerar las consecuencias implicadas en sus alternativas de elección. Me parece que este primer criterio apunta más bien a la ampliación del horizonte, o el incremento de la complejidad de los escenarios posibles sobre los cuales delibera el sujeto y para los cuales puede proponer cursos de acción más o menos satisfactorios. De esta manera, es claro que el mayor nivel de desarrollo moral está vinculado con la mayor capacidad cognitiva para plantear problemas y formular soluciones alternativas.

El segundo criterio que encuentro en el espectro de los estadios de desarrollo es el que llamo criterio de argumentación, a saber, la capacidad del sujeto para defender por medio de razones o argumentos la adopción de un curso de acción particular frente a otros cursos de acción alternativos. El nivel más simple de desarrollo moral sería cercano al principio del placer vinculado a la supervivencia del individuo. En el otro extremos del espectro se encontraría la capacidad de argumentación abstracta que recurre a contenidos intelectuales complejos, dados en forma de valores con pretensiones de universalidad o en forma de normas o deberes que se presentan como superiores al interés estrictamente individual.

Es posible hacer una lectura de este segundo criterio que haga de manifiesta una sospecha acerca del prejuicio cultural que puede estar implícito en la enumeración de los argumentos esgrimidos en cada uno de los niveles. Así, puede proponerse que un prejuicio que opera al asociar el principio del placer sensible con el nivel más primitivo del desarrollo, poniendo en el extremo opuesto de mayor desarrollo valores de sacrificio en beneficio de la comunidad u otros semejantes. Pero al margen de ese aspecto, en mi opinión muy sugerente, también puede destacarse cómo este segundo criterio pone en relación la capacidad de razonamiento abstracto con la capacidad de tomar decisiones éticamente comprometidas, y la posibilidad de argumentar a favor de un curso de acción por encima de la consideración exclusivamente cuantitativa o consecuencialista.

La posibilidad de la consideración no-consecuencialista es la piedra de toque para reconocer la acción ética como distinta cualitativamente, distinta del razonamiento calculador o numérico. (La diferenciación del principio de cualidad o principio de justicia se encuentra perfectamente clara en J.S. Mill).

En principio el nivel de razonamiento en el que se ubican los sujetos es independiente de los bienes particulares que se pueden proponer en sus acciones, de suerte que los bienes objeto de la acción pueden variar de una circunstancia a otra, pero persiste el eje formal en todas las deliberaciones. En cada caso, las facultades del sujeto operan respondiendo a las circunstancias de escenarios completos y complejos y a la realización de argumentos abstractos y generales.

El eje material o de contenido en las acciones morales

La manera que hemos seguido en estas líneas para presentar los elementos de análisis está dirigida claramente al análisis de casos individuales y su posible empleo en los trabajos de enseñanza de la ética, en particular dentro del sistema escolarizado. Pero no se nos debe escapar que es posible ejercer otra suerte de análisis ético alejado de la práctica casuística. Un análisis de

más altos vuelos dirigido a los problemas de la fundamentación y la polémica acerca de cuestiones teóricas y definición de tipos éticos. Me parece que esa clase de discusiones es muy fecunda, es inevitable y es la que por lo común se encuentra en el debate público. El propósito de la presente sección es mucho más modesto, pues se trata de presentar aquí las diferentes maneras que adoptan las doctrinas éticas de contenido para expresar su propia versión de la vida buena o de la obligación moral. En ese sentido, es esquema que a continuación se presenta solamente pretende aportar un orden o clasificación que permita la discusión y la comprensión mutua entre las partes de un conflicto que tenga connotaciones éticas.

Llamo contenidos o materia de la acción ética a las prescripciones acerca del sentido para las acciones humanas que están comprometidas con una visión particular de la vida humana. Me parece que las clases principales de contenidos que se han propuesto tradicionalmente pueden abarcarse en estas cinco: virtudes, bienes, valores, normas y deberes. Cada una de estas clases constituye otras tantas maneras de realizar la vida humana y tienen implicaciones propias tanto en la manera como expresan y concretan la obligación moral como en el tipo de práctica educativa con el que están asociadas. No es este el lugar para exponer las diferencias al detalle entre estas cinco clases, de manera que aquí me limitaré a hacer una anotación muy somera sobre cada una y más una observación sobre el conjunto así delimitado.

Una caracterización preliminar de cada clase puede hacerse al decir que los contenidos éticos formulados como virtudes expresan el concepto de la vida buena alrededor de una meta, el perfeccionamiento del sujeto. Los contenidos éticos formulados como valores definen una concepción ideal de la vida buena de manera abstracta; los contenidos éticos formulados como normas expresan la regularidad y el orden que se pretende en una determinada concepción de la vida buena desde el punto de vista del legislador. Finalmente, los contenidos éticos formulados como deberes expresan al vida buena desde el punto de vista de la obligatoriedad para una voluntad autónoma respecto del orden supuesto por esa particular concepción de la vida buena.

Una particular concepción de la vida buena humana se traduce en criterios de actuación específicos de esa concepción; esos criterios, sin embargo, pueden formularse a la manera de las órdenes y prohibiciones, que llamamos generalmente normas; o bien puede expresarse enfatizando las cualidades personales exigidas para la realización de esa particular forma de vida, y es el tipo de contenidos que generalmente llamamos virtudes. De manera semejante ocurre con las otras clases de contenidos éticos.

Hay una clase de contenido ético que no está incluida en la enumeración anterior porque me parece derivada de las anteriores, pero es una clase de la mayor importancia. Se trata de la clase de los derechos. Si bien los derechos tienen un papel principalísimo en la discusión y la práctica jurídica desde hace mucho tiempo, últimamente el público ha destacado la parte ética que ellos comportan. Tampoco es este el lugar para abundar en especulaciones acerca de la noción ética de derecho pero es obvio que aquí puede comenzarse el discurso acerca de los derechos humanos como paradigma ético emergente en nuestra época, por encima de las otras clases de contenidos más tradicionales.

Provisionalmente caracterizaré a los derechos como la clase de contenidos éticos que expresan una concepción de la vida buena humana como prerrogativas personales o comunitarias amparadas por una norma explícita. Esta clase deriva de la normatividad, por una parte, y de una enumeración de bienes que ella ampara, por otra. Esta clase es forzosamente política y en ella la obligación recae sobre los otros, que quedan obligados hacia el sujeto del derecho respecto de aquello a lo que éste sujeto tiene una potestad o prerrogativa.

#### Conclusión y sugerencias provisionales

1. La idea de análisis ético presentada en este trabajo ofrece un marco de conceptos para orientar la práctica, ya sea en forma de auxiliar en el proceso de toma de decisiones y como formato o esquema para ordenar el ejercicio de análisis casuístico dentro del salón de clases y en el juicio por parte de cualquiera que se ve puesto en la posición de juez.

2. El análisis prospectivo está encaminado a clarificar los contenidos particulares involucrados en un proceso decisorio, así como también a poner de manifiesto los procesos formales de razonamiento supuesto en toda elección. Estos dos aspectos pueden ser empleados con provecho en la práctica de las organizaciones, los gobiernos y las personas, de suerte que mejoren la calidad ética de sus acciones. La mejora puede reflejarse en la eficacia de su acción, pero principalmente afectará la decencia de su actuación.
3. El análisis basado en la disección de los elementos que constituyen una acción, tal como se expresa en la casuística, es una manera accesible de ayudar a los estudiantes de ética a distinguir, ordenar y remediar las deficiencias de sus respuestas ante problemas que tienen implicaciones éticas. Dado que el ejercicio del análisis en principio no pretende un objetivo proselitista de ninguna especie, capacita a los estudiantes para aportar soluciones originales adaptadas a sus propias circunstancias y a lo mejor de sus propias personales herencias culturales.

#### Bibliografía básica

Aristóteles; *Ética a Nicómaco*.

Kant, Immanuel; *Crítica de la razón práctica*.

Aquino, Tomás de; *Suma Teológica, II-IIae*. (Biblioteca de Autores Cristianos, La Editorial Católica, Madrid).

Rawls, John; *Teoría de la justicia*, F.C.E., México.

Dussel, Enrique; *Ética de la liberación*, Trotta, Madrid, 1998.

# LA CULTURA DE LA CARNE ASADA: RITUALES CULINARIOS FESTIVOS Y COTIDIANOS EN “EL HABLA DE MONTERREY”

**Alicia Verónica Sánchez Martínez**

Uno de los valores más importantes de cualquier cultura son sus comidas, ya que son el elemento fundamental de su sobrevivencia, además de ser uno de los factores que identifican a los diferentes grupos sociales como partes de una misma cultura.

Mediante las comidas es posible hacer un recorrido y una reconstrucción histórica de las costumbres de las diferentes culturas que poblaron e hicieron posible el desarrollo de México como nación, así como de sus diversas regiones geográficas ya que a través de su historia, se han amalgamado una serie de culturas con diversos usos y costumbres que, a través del tiempo, han desarrollado una variedad de alimentos que aún se conservan y que reflejan los gustos culinarios de las diversas regiones de nuestra nación.

El propósito de esta investigación es analizar 60 entrevistas de "El Habla de Monterrey" donde se describen los "gustos culinarios" de sujetos entrevistados. Los resultados parciales que presentamos forman parte de nuestra tesis doctoral y permiten conocer las comidas que prefieren los entrevistados.

El modelo operativo presenta los ejes festivos nos permite desarrollar algunos conceptos que adaptamos a nuestra investigación y que se fundamentan en la Semiótica de la Cultura lo cuales parten de los planteamientos de Lotman y son los siguientes: el concepto de **fronteras**, que aplicamos desde una perspectiva sincrónica en la distinción de la frontera topográfica (ciudad de Monterrey, N.L..) y la frontera sociológica, marcada por el grado de escolaridad de los entrevistados (criterio según el cual hemos considerado tres grupos: A, educación Primaria, grupo B, educación Media, grupo C educación Superior. Manejamos también el concepto de **memoria** relacionado con la historia de la cultura culinaria en México. Otros conceptos de Lotman son el **Núcleo y la Periferia** aplicados al sistema semiótico de “las comidas”. concepto de Lotman.

**Palabras clave:** Semiótica, Análisis del discurso, Historia, Descripción, Comidas

## 1. Introducción

El olfato, aún más que el gusto, tiene cualidades afectivas de agrado o desagrado, por lo que es probablemente más importante que el gusto en la selección del alimento. Existen olores que nos despiertan la sensación de hambre cuando los percibimos y muchos de los alimentos que comimos en nuestra niñez, continúan siendo nuestros preferidos.

Al “sistema de esquemas de percepción y de apreciación, (que son) estructuras cognitivas y evaluativas adquiridas a través de la experiencia duradera de una posición en el mundo social, Bourdieu (1996) las llama “habitus”. *El habitus* implica el lugar en que se ubican las personas, es un “sense of one's place but also a sense of other's place” (p. 134). El sistema semiótico de la comida es una de las manifestaciones de la incidencia del *habitus*, o sea de esas estructuras cognoscitivas y evaluativas adquiridas en la experiencia en una posición social que nos identifican como parte de un grupo social o una cultura, ya que las preferencias destacan los valores admitidos como “de prestigio” en el grupo cultural de pertenencia.

## 2. La naturaleza socio afectiva del olfato y del gusto

Nuestros gustos y preferencias se desarrollan de manera diferente y de acuerdo con los lugares que, de acuerdo con Bourdieu (1996) “se manifiestan como los espacios geográficos, donde los agentes, grupos o instituciones que se hallan colocados tienen más propiedades en común cuanto más próximo estén en este espacio” (Id. p. 130). El *habitus* es entonces producto de los condicionamientos sociales en que se ve influido el individuo, quien a su vez, según Bourdieu, se clasifica él mismo y se expone a ser clasificado al elegir, conforme a sus gustos, diferentes atributos, vestimenta, alimentos, bebidas, amigos, etc. (Id. p.135). Este sistema de disposiciones para la práctica dan lugar a conductas regulares que se pueden prever y que realizan los diferentes grupos sociales según su posición y el *habitus* adquirido como una

posición en el mundo social. Estas operaciones rutinarias y repetitivas hacen que las comidas tengan significados diferentes en función de los grupos sociales que manifiestan distintos gustos y preferencias, por lo que debemos reinterpretar el papel que juega el sistema culinario en la cultura.

Nuestra definición operativa de “habitus” se refiere a la forma en que esas conductas regulares dadas a través de sistemas de esquemas más o menos dominados e interiorizados mediante prácticas sociales que regulan las disposiciones para consumir unos y no otros productos culinarios, es decir, son “textos” (en el sentido de Lotman) del sistema semiótico culinario en una cultura dada. Las recetas de cocina a las cuales se refieren los entrevistados reflejan las preferencias y disposiciones que constituyen parte del *habitus* que corresponden a todos y cada uno de los grupos sociales donde aparecen o no se presentan en su discurso. De este modo la referencia a unas recetas y no a otras, no sólo proporciona al analista del discurso el material básico para estudios de las descripciones de procesos, sino que, al constituir textos del sistema semiótico de la comida y remitir a procedimientos que han sido realmente probados y automatizados por los emisores en su ubicación social, le sirven como indicador sociológico que le permitirá delimitar las “fronteras culinarias” de la ciudad de Monterrey.

### **3. Frontera desde la perspectiva sincrónica**

La frontera semiótica, para Lotman, es la suma de traductores o filtros bilingües por medio de los cuales un texto se traduce a otro lenguaje. Esta frontera actúa como una película que filtra y adapta, de diferente manera y en distintos niveles, la información recibida, de modo que sin una correcta traducción, el mensaje no es traducido o es traducido como extraño o ajeno, a diferencia del mensaje que al traducirse correctamente, identifica la información como "propia" (Lotman 1984, p. 26).



#### 4. Frontera topográfica y sociológica

La frontera es el lugar de dos espacios y también es generador de la "autoconciencia" semiótica (Lotman, 1984 p.28). Para los etnólogos, la ciudad de Monterrey forma parte del llamado "Núcleo de Áridoamérica" o Norteamérica desértica formada por Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Texas, esta área la habitaban grupos nómadas denominados genéricamente como "Chichimecas" (Cavazos, 1994 p.13). Por otra parte, de acuerdo con Reyes y Valadez (1996), se conocen más de 300 nombres de grupos indígenas de tipo nómada, que habitaron la parte central y nororiente de Nuevo León con un patrón económico y social del tipo cazadores-recolectores, estos grupos fueron exterminados a finales del siglo pasado (p.575). De acuerdo con Reyes y Valadez existían 4 zonas económicamente explotables en dicha área por dichos grupos de las cuales nos interesa la zona serrana que conforma la Sierra Madre Oriental y que es lo que actualmente se considera la ciudad de Monterrey y que incluye a casi el total de los grupos que tenían en común el habla Quinigua (585).

Valadez (1999) ha encontrado en Mina, una zona cercana a Monterrey, N.L., utensilios, y elementos arqueológicos del tipo de los fogones, que servían para asar venados, o ciertas plantas. Por otra parte también se encuentran fogatas y morteros de roca, los primeros servían para cocer barbacoa y los últimos para moler semillas (p.89).

#### 5. Frontera diacrónica: La memoria culinaria en la actualidad

Otro concepto ligado las fronteras es la memoria de la colectividad, Lotman considera que la cultura está dirigida a evitar el olvido (Lotman: 1971, p. 175). Los textos permanecen en la memoria de la cultura mediante tres mecanismos:

- (A) **Aumentando** el volumen de conocimientos, en el caso de el texto culinario ese aumento se puede ejemplificar en la época de la conquista española, cuando a los textos culinarios indígenas se sumaron los de los españoles.

- (B) **Reorganizando** de manera constante los contenidos culturales, adaptándolos a las innovaciones tecnológicas que en el caso de los textos culinarios se refleja mediante los cambios que ha habido en la manera de preparar los alimentos, así como las variedades de los mismos; un ejemplo es la manera de hacer tortillas, en la época precolonial, se hacían con nixtamal se preparaba el maíz para luego ser molido en metate, una técnica que ya no se realiza en esta comunidad. Ahora las tortillas se compran ya hechas o se hacen con harina ya preparada conocida con el nombre de maseca.
- (C) **El olvido** es otra forma de mantener los textos dentro de una cultura, este olvido permite que otros textos tomen su lugar. Sin embargo, el olvido no quiere decir que dejan de existir los textos, sino que son relegados a la periferia de la cultura y se mantienen como recuerdo por lo que pueden ser recuperados en otra época. En los textos culinarios de nuestra región hay algunos que se han olvidado aparentemente (recordemos las comidas de nuestras abuelas). Otra manera de olvido lleva a cabo mediante la exclusión de textos que pierden "valor" en determinadas época o espacios semióticos: ejemplo de lo anterior son las múltiples recetas indígenas que fueron relegadas con la llegada de los españoles; en nuestro tiempo, encontramos también que la "moda" hace aparecer y desaparecer textos culinarios por no ser valorados positivamente, como es el caso de las tortillas de maíz que en ciertos grupos sociales (Grupo C en nuestro estudio) no se nombran y/o son reemplazadas por el pan de trigo.

La característica de la memoria es su dinamismo, que a pesar de los cambios que se producen dentro de la cultura no alteran al conjunto de la misma. Este dinamismo permite la constante renovación de la cultura, al traer desde la periferia o frontera, textos culinarios que llegan del exterior y se ubican en el centro o "núcleo" de la cultura.

## 6. Modelo dinámico de la semiótica culinaria en Monterrey

En las descripciones de textos culinarios analizamos recetas que fueron nombradas de manera constante así como las recetas menos nombradas, posteriormente contabilizamos las repeticiones de los platillos mencionados. Enseguida procedimos a representar el sistema semiótico de “las comidas en Monterrey de los 80” en un modelo operativo que nos permitiera diferenciar el núcleo y periferia culinaria de los entrevistados. En el centro del modelo situamos las comidas que se repiten con más frecuencia y, en la periferia, aquéllas recetas que se mencionan pocas veces.

En el anexo # 2 podemos observar los platillos que mencionan los entrevistados y que se traducen como parte integrante del *habitus* culinario del corpus de entrevistas del Habla de Monterrey.

En el núcleo de descripciones culinarias encontramos que las comidas que más se mencionan son “los frijoles” que se repite en 32 ocasiones; “los tamales” que describen 16 sujetos de la muestra, la carne en sus diferentes tipos es descrita por 20 individuos y la “carne asada” la nombran 14 de ellos; mientras que recetas como “la paella” y “la comida china” se mencionan una sola vez, así como los tacos, etc., por lo que los colocamos en la periferia del sistema culinario del regiomontano.

Una vez analizadas las preferencias culinarias de los entrevistados, procedimos a separar por grupos sociales que se relacionan con la “educación formal” de los entrevistados donde el grupo A pertenecen los sujetos con estudios de Primaria solamente; el grupo B pertenece a sujetos con estudios de educación Media; y el grupo C con estudios de Licenciatura o Posgrado. Vemos que a pesar de que existe un “núcleo” en todos los grupos sociales donde se manifiestan preferencias o “habitus” similares, también hay diferencias que dividen a de los grupos estudiados. Lotman considera a estas diferencias “lenguajes particulares” que reflejan tanto los rasgos individuales como los de grupo al que pertenecen (Lotman: 1974.p.78).

En el anexo # 3 se puede ver cómo se refleja en “El habla de Monterrey” las diferencias entre los grupos de entrevistados, así como también se puede observar el dinamismo cultural de dicha región. Podemos afirmar que en México, así como en Monterrey, la cultura culinaria se refleja en la importancia que tiene al maíz como alimento básico ya que éste es utilizado de manera total pues se aprovechan desde los granos que sirven para hacer las tortillas en su amplísima gama de variedades, formas y colores, hasta su envoltura que sirve para hacer otro de los platillos típicos mexicanos: los "tamales". (Es tal la versatilidad del maíz que se pueden preparar platillos tan diversos que van desde el atole, pozole, hasta tacos, tostadas y sopes y sirve también como cuchara para ayudarse a llevar los alimentos a la boca).

En el anexo # 4 se puede observar en orden de importancia, los distintos alimentos, así como las veces en que se repiten por grupos sociológicos.

## **7. Conclusiones**

La cocina mexicana es un mapa de lugares y hechos históricos que mediante las recetas, nos permite hacer un recorrido a través del tiempo; es interesante observar que en el caso de los platillos mexicanos típicos, presentan siempre, como mínimo un ingrediente prehispánico (Krauze, p. 8).

Existe un activo diálogo semiótico cultural entre el presente y varios tipos de textos culinarios del pasado; este diálogo se produce mediante el mecanismo de la memoria cultural. Esta memoria es común a la colectividad, por lo que es también un mecanismo que permite identificarnos como parte de una cultura, que en nuestro caso es la mexicana. El diálogo que se establece a través de los distintos platillos, si sabemos interpretarlo, nos permite conocer el lenguaje culinario de una cultura así como las distintas etapas históricas por las que ha pasado.

De acuerdo con los resultados parciales que hemos recabado, podemos observar en el modelo que el “núcleo” semiótico culinario se encuentran aquellas comidas que son más nombradas, como los tipos de tortillas que en nuestra zona son las de maíz y las de harina de trigo, colocamos también en el núcleo de la carne a todo tipo de ellas, y aparte por la cantidad de veces que se repiten, colocamos también la carne asada, otro de los platillos “típicos” de esta región; otro tipo de comidas que se mencionan de manera frecuente son los frijoles en sus distintos modos de preparación, las sopas, los huevos y los caldos, además del tradicional mole. Por otra parte, en la periferia encontramos en menor cantidad otro tipo de alimentos como los vegetales, los postres, y comidas hechas a base de la tortilla de maíz.

También observamos cuáles son los platillos que tienen mayor valor para los distintos grupos sociales. Es obvio que en las fiestas navideñas o de cuaresma se preparan comidas que tienen mayor valor que los distintos platillos cotidianos, por lo tanto de acuerdo con nuestros hallazgos, las comidas como los frijoles, tamales, el mole, la carne asada, los nopalitos, el cabrito, la cerveza, las tortillas y la capirotada, tienen más valor para los entrevistados del grupo A que para los otros grupos; mientras que platillos como el pavo, los mariscos, el pescado tienen mayor valor para el grupo C. Así también, en festejos, se tiende a nombrar la carne asada, frijoles a la charra, y la cerveza lo que representa que los regiomontanos tienden a valorar de manera positiva estas comidas.

Por otra parte, en la periferia del sistema semiótico culinario en Monterrey, encontramos platillos como la barbacoa, ensaladas, ciertas verduras y postres, así como las diferentes comidas basadas en la tortilla de maíz: las enchiladas, los sopos y las quesadillas. También encontramos comidas “ajenas”: la paella y la comida china, que no son parte de nuestra cultura culinaria, sin embargo, este tipo de platillos “nuevos” remite a la cuestión del cambio realizado en el sistema de la cultura y que se manifiesta como una forma más de percibir el mundo. Estos hallazgos no quieren decir que las comidas poco mencionadas sean menos importantes para el

gusto de los entrevistados, sino que se constituyen en manifestaciones de la dinámica culinaria en la ciudad de Monterrey.

En la semiótica culinaria del corpus analizado, se manifiesta el *habitus* en platillos que se "valoran" de manera positiva de acuerdo con los diferentes grupos sociales analizados como es el caso de las ensaladas, que reflejan la importancia que tiene, para el grupo C, este tipo de platillos, mientras que en el grupo A las comidas tradicionales como los tamales, frijoles, mole, nopalitos, menudo y el cabrito, son los platillos preferidos de este grupo.

El conocimiento del lenguaje culinario nos permite comprender tanto lo que en un momento histórico (1985-1986) fue importante, como también qué recetas culinarias se hallaban en un estadio de espera, para luego surgir y estar en espera de aparecer, o de retornar en un futuro, al núcleo semiótico culinario.

Otra lectura que podemos hacer en las recetas de cocina, se crea una conciencia de lo propio al comparar los platillos de la región frente a los "otros" platillos que vienen de otras culturas, o de otras regiones de la misma cultura. Así, también la diferenciación de grupos sociales que analizamos nos permite observar que, aún en la misma ciudad se observan diferencias culinarias.

Para que una cultura pueda evolucionar, es necesario que se enriquezca con los intercambios que se dan en el contacto entre diferentes sociedades. Lotman (1983) lo considera como un factor acelerador del desarrollo de los pueblos (Id. p.62).

Esta influencia intercultural se da de dos formas: de manera directa, en ese caso estamos hablando de fronteras topográficas donde el intercambio es constante, como es el caso de la ciudad de Monterrey que aunque está a 200 Km. de la frontera con Estados Unidos de Norteamérica, es fuertemente influida por esta vecindad, que podemos considerar amistosa. Por

otra parte, también existe la influencia a distancia, que se puede ejemplificar con la conquista que hizo España de las tierras de América; en este caso, la influencia fue de tipo hostil, no amistosa. Sin embargo, al venir los españoles trajeron sus alimentos y se inició el intercambio de recetas culinarias; en este sentido, también la Nueva España aportó recetas al mundo, mediante el comercio que se realizaba y se sigue realizando por todo el mundo. Tenemos textos culinarios propios de la región y de la cultura mexicana, pero también existen textos atraídos del espacio extrasemiótico forman parte ya de la cultura culinaria de Monterrey, como es el caso de las hamburguesas, los *hot dogs*, y otras comidas.

## **Bibliografía**

Bourdieu Pierre. *Cosas dichas*. Barcelona: Gedisa, 1996 (1987).

Cavazos Garza, Israel. *Breve historia de Nuevo León*. El Colegio de México:  
Fondo de Cultura Económica, 1994.

Krauze, Enrique. *La cocina mexicana a través de los siglos*. México: Clío, 1996.

Lotman, Iuri M. "La memoria de la cultura" en *La semiosfera II*. Madrid: México, 1986

----. "Para la construcción de una teoría de la interacción de las culturas (el aspecto semiótico)", en *La semiosfera I*. Madrid: Cátedra, 1983.

----. Un modelo dinámico del sistema semiótico en *La semiosfera II*. Madrid:  
Cátedra, 1974 .

----. "Sobre el mecanismo semiótico de la cultura" en *La semiosfera III*, 1971.

Reyes, Claudia y Moisés Valadez. Encuentro de Lingüística en el noroeste, T.1, Vol. 2.  
1996, pp. 575-94.

Valadez Moreno, Moisés. La arqueología de Nuevo León y el noreste. Universidad  
Autónoma de Nuevo León. 1999.

VIDEOVIGILANCIA  
EN LA SOCIEDAD PANÓPTICA CONTEMPORÁNEA  
**Dr. Jacob Israel Bañuelos Capistrán**

“Si la privacidad está fuera de la ley,  
sólo los que estén fuera de la ley tendrán privacidad.  
La privacidad es un derecho como cualquier otro.  
Tienes que ejercerlo, a riesgo de perderlo”. (1)  
(Phillip Zimmermann)

Los anuncios de Sony rezan:

“Videocámara sin cables diseñada para la vigilancia o guardia de su hogar u oficina y asegurarse una completa seguridad. Después de una rápida y fácil instalación podrá transmitir video y sonido en color directamente a su televisor o vcr, con lo que podrá monitorizar sin necesidad de instalar cables”. (anuncio de Sony en internet, cámara traxdata inalámbrica)

Y otro:

“Al poseer un estilo original y un diseño compacto, estos nuevos modelos de cámaras, se convierten en productos ideales para la vigilancia extrema de cualquier lugar”. (2)

### **Régimen panóptico: ¿quién vigila a quién?**

Televisión interactiva, que permite el uso de e-mail e internet, reverso de la mirada, cámara que apunta al espectador, Big Brother y reality shows, son la escala doméstica de un sistema que nace militarizado y se instala progresivamente en los espacios públicos y privados de la sociedad contemporánea. Es sencillo imaginar una cámara instalada en cada computadora o televisor grabando y fotografiando al espectador y su entorno, como en la obra artística de Bill Viola *Reverse Televisión: Portraits of Viewers* (1984).

Las garantías individuales protegen el derecho a la propia imagen, el honor y la intimidad en las sociedades democráticas más desarrolladas. La grabación y clasificación de imágenes videográficas en espacios públicos o privados no está legislada en México, y en algunos países como España se tienen leyes de videovigilancia muy recientes (Ley Orgánica 4/1997, 4 de agosto, BOE del 5), que han sido fuertemente cuestionadas debido a que no consideran ilegítima la intromisión en el honor, la intimidad o la imagen lo grabado en aplicación a la misma ley.

La videovigilancia es una práctica que debería estar legislada, ya que grabar, clasificar y almacenar imágenes de personas en espacios públicos y privados sin su autorización puede llegar a vulnerar los derechos y garantías fundamentales recogidos en la Declaración de los Derechos Humanos. Por lo que se hace necesario un régimen legal de regulación y control de quienes tienen la facultad de vigilar, así como un régimen especial de garantías que haga eficaz una ley al respecto.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos no contempla en ninguno de sus artículos la regulación sobre el derecho a la propia imagen, honor e intimidad. La Declaración de los Derechos Humanos contempla algunos artículos que podrían aplicarse, y que sin embargo no tratan de llenar el problema, como los siguientes:

Art. 3º , Todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona.  
Art. 6º .- Todo ser humano tiene derecho al reconocimiento de su personalidad jurídica.



Art. 7º .- Nadie será objeto de injerencias arbitrarias en su vida privada, su familia, su domicilio, o su correspondencia, ni ataques a su honra o a su reputación. Toda persona tiene derecho a la protección de la ley contra tales injerencias o ataques.

Art. 8º .- Toda persona tiene derecho al acceso, en condiciones de igualdad, a las funciones públicas de su país.

Las imágenes tomadas por cámaras del Estado o del gobierno, en un sistema de vigilancia panóptico que se implementa cada día con más énfasis en las sociedades modernas, no están a disposición de cualquier ciudadano, se consideran información clasificada de seguridad pública o seguridad nacional, y en algunas sociedades como la nuestra, insistimos, no está regulada, no hay un control sobre el que vigila, sobre sus implicaciones morales, sobre el uso que se hace del material grabado y sobre el papel del ciudadano en este proceso de vigilancia, que incluso corre el riesgo de convertirse en material de vigilancia como espectáculo.

La distopía de Orwell en su *1984*, se expresa hoy como entretenimiento, como discurso, como modelo Panóptico inspirado en Bentham, de carácter político y como sistema social, en una red de vigilancia que combina todo tipo de información: imagen, sonido, datos, "huellas digitales", correo electrónico, movimiento, teléfono, patrones de comportamiento.

### **Concepto de seguridad**

El concepto de seguridad en nuestros días pasa necesariamente por el de vigilancia o tele-vigilancia, cuyos términos son ambivalentes, cuyos alcances juegan con una doble moral, con un halo de conveniencia benefactora y con otro de represión y control. Su implementación se ha acentuado desde los acontecimientos del 11 de septiembre de 2001. La inseguridad se entiende como la consecuencia de todo desorden social y económico: es argumento político, ético, económico, moral, y cultural para justificar la intervención de los poderes gubernamentales, mediáticos y financieros, en la esfera del espacio público y la vida privada: el terror al terror. Siguiendo la frase de Goya, "los fantasmas de la razón crean monstruos", tenemos en la sociedad contemporánea un monstruo llamado *inseguridad*, que transita entre lo paranoico imaginario y lo fáctico.

Sin embargo, es fácil observar que la inseguridad no es producida necesariamente por la falta de seguridad. La inseguridad es un problema sistémico e integral más que un problema de falta de vigilancia. Dicho de otro modo, la inseguridad no es consecuencia de una falta de vigilancia, tal y como el Estado moderno y contemporáneo argumenta. La inseguridad es consecuencia directa de la desigualdad económica, la miseria y la injusticia social, de la falta de igualdad educativa, la marginalidad territorial y racial, la criminalización de la inmigración y un largo etcétera del mismo corte: injusticia, desigualdad, falta de libertades individuales y sociales, expresión antitética del la Revolución Francesa del s. XVIII, que proclamaba: igualdad, libertad y fraternidad, ¿dónde está igualdad, libertad y fraternidad del proyecto moderno razón, orden y progreso?

Proliferan las tecnologías de la vigilancia que cruzan los vectores en los que la sociedad contemporánea, sus individuos y sus poderes organizados realizan una mayor intervención, estos vectores son: *la muerte como crimen, el sexo como pornografía, la identidad como ficción-montaje, el cuerpo como objeto, la memoria como herramienta, la comunicación como progreso, la verdad como discurso, el poder como información y la vigilancia como seguridad. Todo ello expresado en la imagen no sólo como soporte y representación, sino como sustitución de la realidad, imagen como instante puro o presente puro, imagen como prueba judicial, imagen como espectáculo de lo real.*

Todo pasa por el ojo de la vigilancia. Es decir, la sociedad tiende a establecer una vigilancia visual sobre muerte, sexo, identidad, cuerpo, memoria, comunicación y verdad. La vigilancia es el discurso que pretende dar legitimidad al ejercicio del poder. La vigilancia como discurso legitimador del poder. La gran paradoja es: ¿quién vigila a quién?, ¿quién tiene el poder

de vigilar? Y otro punto ¿quién realiza la vigilancia de la vigilancia?. Como respuesta tenemos el establecimiento de un régimen de co-vigilancia y auto-vigilancia.

Pero *régimen de la vigilancia* cobra forma: circuito cerrado de televisión (CCTV), programas de reconocimiento facial, sensores de proximidad, detectores de movimiento, cámaras infrarrojas, cámaras robots, secuenciadores de video, sensores de humo, contactos magnéticos, cámaras de intemperie con radiofrecuencia, cámaras de baja iluminación con cobertura de hasta 120 m. en total oscuridad, de interiores visibles u ocultas, cámaras acuáticas, criptografía, red de inteligencia ECHELON (de Jam Echelon) y ENFOPOL (redes norteamericana y europea respectivamente, dedicadas interceptar y detectar emisiones electrónicas y digitales, conversaciones telefónicas, e-mail y sms, tanto públicas como privadas), espacio Shengen (espacio de vigilancia y seguridad creado para control migratorio e inmigratorio en Europa), CARNIVORE (herramienta de espionaje del FBI). (3)

Las tecnologías de la vigilancia son las tecnologías de yo, y también las tecnologías del poder en el amplio sentido: poder como relaciones humanas y como una maquinaria de la supervivencia que cobra su máxima expresión en las tecnologías de la guerra, es decir, en una sociedad militarizada. La exigencia de una seguridad vigilada, de un estatuto de vigilancia permanente, parte de la premisa de que “a mayor vigilancia mayor supervivencia”. Es un concepto cerrado en donde quien no comparte los códigos de seguridad esta perdido y no entra el diseño de la supervivencia. Quien no tiene un número de identificación y una soporte para demostrarlo, simplemente no existe para el sistema.

Las tecnologías del yo son también las nuevas tecnologías del ocio, es decir, las tecnologías “blandas” de la vigilancia: videocasetera, teléfono celular, dvd, mp3, computadora, televisión, walkman, agenda electrónica, consola de videojuegos, parabólica, cable, fibra óptica, modem, internet. La vigilancia se expresa en circuitos cerrados de televisión, videoporteros, cajeros automáticos, transmisiones telemáticas, en tiendas departamentales, centros comerciales y de entretenimiento, bancos, escuelas, cárceles, instituciones públicas y privadas, calles, plazas, carreteras, tráfico vehicular, seguridad infantil, clima, medio ambiente, hospitales empresas, casas, “cualquier espacio que requiera vigilancia”. (4)

Pero, ¿qué espacio no requiere vigilancia? Y ¿quién custodia las imágenes de la vigilancia? Michel Foucault (en *Castigo y vigilancia*, 1975), describe al sistema social como “un régimen panóptico” instaurado en la modernidad bajo las premisas del positivismo tecnocientífico: razón, orden y progreso. Foucault como nosotros se contesta con esto a la pregunta ¿dónde está la razón, el orden y el progreso? Están en últimos términos en un sistema de control de información sobre las identidades individuales.

Su respuesta es que la razón, el orden y el progreso se realizan mediante los discursos del poder, que finalmente se expresan en un régimen de control, vigilancia y castigo. El régimen panóptico parte de la propuesta realizada por el jurista británico Jeremy Bentham, quien concibe el **Panoptición**, como un proyecto metafórico y especulativo, como un diseño arquitectónico a la vez que filosófico. El discurso del poder es un discurso sobre la seguridad, la vigilancia y el castigo. La cárcel más segura es la que no tiene muros. La vigilancia queda interiorizada en el “recluso” o ciudadano, de tal forma que se sepa vigilado en todo momento, sin saber por quién, sin poder ver en ningún caso los ojos del vigilante, y constatar su presencia. (5)

*En el régimen panóptico, la vigilancia se convierte en autovigilancia, ya que no hay dónde ocultarse, y la “dictadura de la mirada” controla todo espacio público o privado. Una sociedad vigilada es la que ve paradójicamente su espacio público disociado, convertido en escenario de detección, y su anonimato urbano invadido por una mirada permanentemente vigilante, la calle como lugar de observación controlada, como espacio de control. Las grandes ciudades pierden aceleradamente el espacio público como espacio de libertad.*

La experiencia de ser vigilado, adquiere diversos términos: videovigilancia, “vigilancia universal”, televigilancia, telepresencia o videopresencia, videoscopia, o maquinaria de la visión, es decir: “todos aquellos aspectos en los que se manifiesta la gran escalada sociológica de las máquinas de visión electrónicas”. (6)

¿Viola esta maquinaria de la visión y vigilancia las libertades y derechos humanos fundamentales? Los programas de reconocimiento de rostro en Estados Unidos generan 1000 falsas alarmas por cada terrorista que detectan. La cantidad y calidad de registros fotográficos de terroristas que coteja el sistema es siempre menor que la cantidad de gente común que transita las calles; la calidad de los retratos se refiere tanto a la forma estética, es decir, una foto es una pura apariencia temporal, como al quién está retratado, que no suelen ser los líderes terroristas. Sin embargo, cada error mina la libertad de tránsito de los ciudadanos de esta forma vigilados.(7)

### **Algunos ejemplos.**

México, con una ciudad de 20 millones de habitantes, 52 millones de pobres, desigualdad de oportunidades, narcotráfico y desempleo, y la frontera más grande del mundo, no es una excepción en la implementación de sistemas de seguridad y vigilancia, todo lo contrario parece un campo fértil para la implementación de sistemas de vigilancia. La pregunta sería ¿para qué la vigilancia en un sistema donde si violan sistemáticamente las leyes y los derechos fundamentales? ¿qué riesgos corren los ciudadanos al ser vigilados por un régimen que no tiene legislada esta práctica? ¿Para qué una cámara en un semáforo cuando está programados para ser saltados?

Recientemente el subsecretario de gobierno de la capital, Alejandro Encinas, dio a conocer que se encuentran en proceso de adquirir 100 cámaras de video para mejorar la vigilancia en las calles del centro histórico, “con el fin de mejorar la seguridad e inhibir la delincuencia”. Las cámaras serán adquiridas con el fondo de seguridad, con un presupuesto de 100 millones de pesos. Igualmente indicó que con esto ya no sería necesario la donación de un número similar de cámaras por parte de los comerciantes del centro, e indicó que se está estudiando la propuesta de dichos comerciantes para crear una red ciudadana de vigilancia mediante la cual taxistas y vendedores de periódico, equipados con celular, reporten cualquier acto delictivo. La justificación de esta inversión en seguridad tiene como base argumental que la inseguridad en México es un obstáculo para que los norteamericanos nos visiten, según recomendaciones del propio gobierno de EUA. Es claro observar que la inseguridad en la ciudad de México no es un problema de vigilancia, y es alarmante pensar que dicha vigilancia pueda quedar a cargo de los vendedores de periódicos. (8)

Otro ejemplo. En un comunicado hecho por la Oficina de Programas de Información Internacional del Departamento de Estado de Estados Unidos, el presidente George W. Bush propone varias medidas para mejorar el sistema de inmigración de EUA, para recibir a los inmigrantes “con los brazos abiertos y no con filas interminables”. La propuesta presupuestaria titulada “Reforma del sistema de inmigración” contempla la inversión de 500 mdd en gastos de personal y tecnología de vigilancia. Además se piden 20 mdd más para cámaras de alta resolución en color e infrarrojas y centros de comando para vigilancia continua de las áreas remotas a lo largo de la frontera norte. Se justifica la inversión con los siguientes argumentos: “vigilar la actividad terrorista y operaciones de contrabando; rastrear el movimiento de narcóticos ilícitos, armas y otro contrabando por todas nuestras fronteras”; esto es: asegurar la detección, detención y deportación de los extranjeros ilegales, de los cuales, como sabemos, muchos son mexicanos. (9)

Vemos esta proliferación de la vigilancia en las sociedades contemporáneas, de la cual México participa e irá incorporando progresivamente, sin realizar ningún tipo de consulta social. Un ejemplo más lo vemos en el metro de París, donde se instalará este año una red multiservicio que integra cámaras de vigilancia, internet, voz y video de pasajeros. La empresa Marconi (Londres y NASDAQ: Moni) construirá esta red de banda ancha con un presupuesto de 14 millones de euros, y contará con 6.000 cámaras y 300 monitores de video, 40.000 líneas telefónicas y 1.500 redes locales en 500 estaciones de metro, tren y autobús: una de las redes ATM (Asynchronous Transfer Mode) más grande de Europa. El sistema inteligente de cámaras del metro de Londres

denominado Cromática, permite detectar automáticamente patrones de comportamiento de personas que intentan suicidarse, mediante un monitoreo en tiempo real. (10)

Un ejemplo más es el sistema Earthcam o Planet Earthcam, creado el 27 de marzo de 1996, como un sitio web registrado y operado por UN Productions, Inc., de Nueva Jersey. Se trata una larga y creciente red de video cámaras en tiempo real distribuidas por todo el mundo, emitiendo 24 horas. Es pues un sistema de observación y vigilancia, que se vende como un sistema de entretenimiento e información en 14 categorías: arte-entretenimiento, negocios, computación, vida cotidiana, educación, metro, noticias, escenarios, sociedad y gente, espacio y ciencia, deportes y recreación, tráfico, clima, locuras y rarezas. Dicha red está asociada con importantes portales en Internet como: Yahoo! , Lycos, AOL y MSN; y clientes de webcams como NBCi, TicketMaster/CitySearch, Intel, Columbia TriStar Interactive, ZDTV, Weather.com, Discovery.com, CNN.com, USA Today.com y MTV Online. (11)

***El problema que se revela ante este sistema de información, observación, entretenimiento y espectáculo es su confrontación con los derechos individuales a la privacidad, ya que la gente no sabe que está siendo observada, grabada y fotografiada, y que el sistema está registrando información como patrones de comportamiento y rostros, sin autorización.***

### **Crítica a la maquinaria de la visión: mirada ciega-vigilancia ciega**

Gary T. Max, profesor emérito del Massachusetts Institute of Technology, describe la sociedad de máxima seguridad en las sociedades modernas como pesadas torres en un Estado orwelliano: "la vigilancia tecnológica específica, trasciende la obscuridad y la distancia, es más intensa, invisible e involuntaria". (12)

Anthony Giddens en su libro *El Estado-Nación y Violencia*, define totalitarismo como "extrema concentración de vigilancia". Giddens nos señala que debemos ver la vigilancia no como un reflejo del capitalismo, sino como "la generación del poder en sí mismo". (13)

David Lyon, recoge el concepto de Panoptición, como "lugar donde todo es visible", como motor y metáfora de la vigilancia electrónica. "Una prisión social, donde invisibles observadores toman nuestras huellas digitales". (14)

Las nuevas tecnologías y métodos de vigilancia han transformado las relaciones sociales e interpersonales. La máquina visionaria, como la llama Paul Virilio, comienza como un radar de detección igual que un sistema de mapas integrados en un misil de crucero, y terminará por ocupar un lugar común y corriente en la tecnología civil doméstica. (15)

Ese sistema de vigilancia basado en máquinas, cámaras inteligentes y computadoras, arroja como resultado la llamada "mirada ciega", "visión ciega" o "vigilancia ciega", en donde se "automatiza la percepción" y como apunta Virilio, se realiza una visión "de la máquina por la máquina". Las percepciones asistidas por computadora del sistema de vigilancia Cromática del metro de Londres, permite construir patrones de comportamiento en las actividades y movimiento de la gente. Esta mirada ciega deja de lado la participación humana en la tarea de vigilar.

Se trata de un cambio en el punto de vista, la imagen en tiempo real significa la abolición del instante fijo y la pérdida de dicha imagen como campo de lo imaginario, para convertirse en lugar desimbolizado de la detección indiciaria. "... la imagen en tiempo real domina la cosa representada, el tiempo real predomina sobre el espacio real, la virtualidad domina a la actualidad y hace girar el concepto de realidad en sí mismo". La representación de la imagen en tiempo real aplasta el concepto de realidad, lo intenta sustituir, debido a su carácter como *instante puro*. (16)

El *espacio público* se convierte así en *imagen pública*. Es decir, en una apariencia. Lo mismo sucede con aparatos de monitoreo del espacio privado doméstico, como el Motivac, el cual

indica cuándo las personas están delante de las pantallas de televisión, lo que permite saber a los comerciantes qué número de personas se queda a ver publicidad. Tanto la televisión como terminal de la visualización doméstica, como la computadora juegan un papel fundamental en la transformación de la vigilancia del presente siglo.

El “imperio del tiempo real” domina al régimen en términos de velocidad. Pero trastoca la conceptualización del tiempo de pasado, presente, futuro, a dos tiempos: tiempo real y tiempo retardado, o bien, a presente puro y presente pasado. El concepto del tiempo futuro desaparece y se diluye bajo la conceptualización del *tiempo real* como fuente de información llevada a su límite. Lo real y lo virtual, trastocan igualmente los conceptos de “verdadero” y “falso”. El tiempo real como experiencia y como información, diluye igualmente la posibilidad de guardar toda memoria, significa la dilución de la memoria, ya que no hay memoria con capacidad para almacenar el tiempo real, sólo en una utopía que significaría duplicar la realidad.

La guerra tiene lugar en imágenes y sonidos, la imagen como objeto sustituye al sujeto, ganar significa no perder de vista al oponente. ***La guerra de este siglo consiste en la vigilancia recíproca en tiempo real.*** La velocidad al servicio de la visión, para conservar los hechos. La imagen sintética, numérica, es una ilusión racional igual que toda imagen. No obstante domina nuestra credibilidad y en ella depositamos una fe “ciega”. Concebimos a la imagen como sistema experto, infalible, como soporte y sustituto de lo real. Una sociedad, apunta Virilio, basada en un pensamiento estadístico, bases de datos e imágenes sintéticas, se resguarda en la oscuridad de una ceguera.

El desenvolvimiento de la vigilancia en el actual Estado-Nación y el desarrollo de las nuevas tecnologías digitales son factores fundamentales para comprender la vigilancia contemporánea. La vigilancia en términos de Gilles Deleuze es un montaje y ha dejado de ser una práctica discreta de tecnologías específicas. Esta maquinaria de la visión trastoca igualmente la idea de privacidad. Vida pública, vida privada e intimidad son términos que se confunden y se pierden bajo estas circunstancias. La intimidad es inviolable, la privacidad es una materialidad tiempo-espacial y la vida pública o espacio público es el territorio compartido de la colectividad. La vigilancia panóptica lo trastoca todo, confunde lo público con lo privado (y viceversa), lo privado con lo íntimo, y finalmente lo íntimo con lo público.

Las relaciones de necesidad espacio temporal, “cara a cara”, desaparecen progresivamente y encuentran una forma de mediación tecnológica. La vigilancia hace visible lo que desaparece en el mundo visible. Como apunta Virilio, las relaciones de confianza ya no se mantienen intactas, como dar la mano o mirarse a los ojos, son sustituidas por aparatos que ocupan su lugar. Estos aparatos son objetos de confianza que han proliferado en el siglo XX: tarjetas de crédito, credenciales de identificación, firmas electrónicas, passwords, claves secretas, objetos codificados de forma abstracta e intangible, instrumentos de intercambio incorpóreo. Sistemas de nuestra propia vigilancia que sirven para clasificarnos y categorizarnos. Sólo si poseemos un código autorizado podemos vivir, y esto incluirá la huella retinal o la secuencia del ADN. Para quienes tengan “códigos erróneos –códigos de barras, códigos postales o códigos de ADN- la vida puede ser una confusión Kafkiana de criterios opacos, incertidumbre y estatus de segunda clase”. (17)

La información actualmente está diseñada para fluir y se guarda en estancos abiertos y no cerrados como anteriormente. *La seguridad desaparece cuando hablamos de información electrónica y digital.* En nuestra sociedad contemporánea la vigilancia está presente de una forma o de otra. No podemos escondernos ni evadir los códigos de seguridad que se nos exigen cada día. No podemos evadir las cámaras que nos observan, las cámaras que observamos, las cámaras que nosotros mismos instalamos. El poder de la vigilancia rizómica, de los protocolos audiovisuales de la vigilancia, contribuyen a la gobernabilidad, al control social, al intercambio en las relaciones sociales, igual que en las bases de poder de las instituciones tradicionales.

No es imposible imaginar un sistema de vigilancia de esta magnitud fuera de control o dominado por sí mismo, por sus propios códigos. Sin embargo, la transferencia de este sistema a

la vida cotidiana cobra vida en el lenguaje y en expresiones de entretenimiento como los reality shows y filmes como el *The Truman Show*, o *Minority Report*, de Steven Spielberg o programas de televisión como *Jennicam* o *EdTV* y *Big Brother*, “alters egos sinópticos de sistemas de vigilancia a gran escala”. (18)

La aspiración implícita en la Ilustración, la simulación y la desestabilización de la realidad es inherente a esta sociedad de vigilancia, el Panopticón, que no es sino la aspiración de convertirse en un Dios que lo ve y lo domina todo. La tecnociencia funda una sociedad totalitaria, en palabras de Virilio, una amenaza a la expresión de las personas. El análisis de la tecnologías y sus prácticas de vigilancia pueden enmarcarse en relación a sus orígenes militares. El ojo se ha convertido en un arma. (19)

La vigilancia es productiva al mismo tiempo que problemática. Como bien apunta Lyon, la vigilancia tiene siempre dos caras y es pretexto de un análisis sociológico profundo el averiguar sus límites y sus alcances éticos y morales. Aceptamos ser vigilados y/o aceptamos vigilar, en la conciencia de que somos sujetos codificados y clasificados por los poderes administrativos, financieros y mercadológicos. Sin embargo, y por no resultar apocalíptico, las comunidades humanas interactúan y reutilizan a esta llamada maquinaria de la visión abriendo la posibilidad de desviar su poder e intención inicial. La imagen como soporte de la seguridad, requiere igualmente una profunda reflexión teórica que permita realizar un distanciamiento valorativo crítico, como forma de mediación, abstracción y representación apariencial, incluso siendo ésta una imagen paradójicamente electrónica o digital con cualidades “indiciarias” y en tiempo real. Es decir, subvertir la lógica de la imagen como discurso del poder basado en la vigilancia.

La vigilancia extiende su territorio, con más o menos éxito, impone su propia visión del mundo “real”, borra los márgenes del sistema, impone otros, basados en la “maquinaria de la visión” o “sistema de vigilancia ciega”. Y como apunta Jean Baudrillard: “bajo el escabelo de la cámara, y sin recurso alguno de lenguaje simbólico o un contexto, estamos viviseccionando y disectando las relaciones sociales”. Si todo es “visto”, la “realidad desnuda” se convierte en un espacio desimbolizado incapaz de articular la relación entre sujetos y realidad, experiencia de desencanto y nihilismo los espacios público y privado se confunden en escenarios programados donde actuamos observados por una cámara. La sociedad despolitizada, parece permanecer muda, tal vez ciega, y acepta con complicidad. (20)

Es tarea política, ética, estética, moral y cultural, tanto en lo individual como en lo colectivo, enfrentar hoy en día el análisis crítico de los límites de la vigilancia, tomar conciencia de la misma y comprender el rol que cada uno juega en este estado y régimen de vigilancia que se instala progresivamente en la sociedad panóptica contemporánea.

Citas.

1. Zimmerman, Philip. Citado por: Bernal, Francisco Javier, en *Big Brother Capabilities in an Online World. State Surveillance in the Internet. Conclusion.*
2. Alberto Aimeri, Gerente de Producto de Sony B&PG México. Publicado en el artículo de: Valencia, Verónica. “Facilita Sony labor de vigilancia”, artículo publicado en *EINorte.com*, 10/09/2002.
3. Véase: la pagina en internet *What is Echelon?* y *The Echelon FAQ*; Zona Enfopol y Stop Carnivore)
4. Valencia, Verónica. “Facilita Sony labor de vigilancia”, artículo publicado en *EINorte.com*, 10/09/2002.
5. Bonet, Eugeni. *Inventos del Te Veo. Notas sobre videoscopía, televisión y otras tangencias.* Exposición Videoscopía, realizada por Jordi Martorell, Lidia Porcar y Marina Sala, Café Schilling, Barcelona, 2002.

6. Bonet, Eugeni, ob cit.
7. Surveillance Camera Players. SPC. Consideran que el uso de las cámaras de vigilancia por parte de la policia es una flagrante violación de la cuarta enmienda de la Constitución Americana y se manifiestan en contra de su uso).
8. "Destinará el GDF 100 millones a seguridad: Encinas". Artículo publicado en El Economista.com.mx.
9. <http://usinfo.state.gov/espanol/> 5/03/2001.
10. Marconi Communications Inc., Abril 2002)
11. Surveillance Camera Players. SPC. Consideran que el uso de las cámaras de vigilancia por parte Earthcam es igualmente una violación de la cuarta enmienda de la Constitución Americana y se manifiestan en contra de su uso.
12. Marx, Gary T. (1988): Undercover: Police Surveillance in America. University of Carolina Press, Usa, pag. 208.)
13. Giddens, Anthony (1987): *The Nation-State and Violence. Volume Two of a Contemporary Critic of Historical Materialism*. Plity Press, Cambrige, UK.
14. Lyon, David. *The Electronic Eye. The Raising of Surveillance Society*. Polity Press, Cambridge, UK, pág. 117. Citado por Bernal, Francisco José. En State Surveillance in the Internet).
15. P. Virilio (1999) *Polar Inertia*, London: Sage. P. Virilio (1999a) *Interview with John Armitage*, Theory, Culture, and Society, 16 (5-6); 24ff. P. Virilio (1997) *The over-exposed city*, in N. Leach (ed.) *Rethinking Architecture*, London and New York: Routledge. P. Virilio (1989) *War and Cinema*, London: Verso. P. Virilio (1994) *The Vision Machine*, London: British Film Institute / Bloomington IN: University of Indiana Press. P. Virilio and S. Lotringer (1997) *Pure War*, New York: Semiotext(e).
16. Virilio, P. Virilio (1994) *The Vision Machine*, London: British Film Institute / Bloomington IN: University of Indiana Press.
17. Virilio. P. *Ibidem*.
18. Lyon, David. *La máquina visionaria: ojos electrónicos e la ciudad*, en Notas sobre videoscopía, televisión y otras tangencias. Exposición Videoscopía, realizada por Jordi Martorell, Lidia Porcar y Marina Sala, Café Schilling, Barcelona, 2002. véase en [www.videoscopia.com](http://www.videoscopia.com)
19. Virilio, Paul. *War and Cinema*, London: Verso, 1989, p. 63.
20. Boudrillard, Jean. "Dust Breeding", en [www.ctheory.net](http://www.ctheory.net))

#### BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ARMITAGE, J. (2000) Beyond Postmodernism? Paul Virilio's Hypermodern Cultural Theory, *Ctheory: Theory, Technology, and Culture*, 23 (3)

- ARMITAGE, J. (1999) Paul Virilio: An Introduction, Theory, Culture, and Society, 16 (5-6), 1-23.
- BALL, Desmond and Jeffrey RICHELSON (1985): [\*The Ties that Bind. Intelligence Cooperation between the UKUSA Countries\*](#) .Allen & Unwin. London, United Kingdom.
- BAMFORD, James (1983): [\*The Puzzle Palace. Inside the National Security Agency. America's Most Secret Intelligence Organization\*](#) .Penguin Books Inc. New York, USA.
- BANISAR, David and Simon DAVIES (1999): [\*Privacy & Human Rights. An International Survey of Privacy Laws and Developments\*](#) .Electronic Privacy Information Center. Washington, DC, USA.
- BOGAR, W. (1996) [\*The Simulation of Surveillance\*](#), New York: Cambridge University Press.
- BURNHAM, David (1983): [\*The Rise of Computer State\*](#). Vintage Books. New York, USA.
- BURROWS, William (1986): [\*Deep Black. Space Espionage and National Security\*](#). Random House. New York, USA.
- CAMPBELL, Duncan (1984): [\*The Unsinkable Aircraft Carrier. American military power in Britain\*](#) .Michael Joseph. London, United Kingdom.
- CAMPBELL, Duncan and Steve CONNOR (1986): [\*On the Record: Surveillance, Computers and Privacy\*](#). Michael Joseph. London, United Kingdom.
- DANDEKER, Christopher (1990): [\*Surveillance. Power and Modernity\*](#). Polity Press. Cambridge, United Kingdom.
- DAVIES, Simon (1997): [\*Big Brother. Britain's Web of Surveillance and the New Technological Order\*](#) .Pan Books. London, United Kingdom.
- J. Ellul (1964) *The Technological Society*, New York: Vintage Books.
- GARFINKEL, Simson (1995): [\*PGP: Pretty Good Privacy\*](#). O'Reilly & Associates, Inc. Sebastopol, USA
- GIDDENS, Anthony (1987): [\*The Nation-State and Violence. Volume Two of a Contemporary Critique of Historical Materialism\*](#). Polity Press. Cambridge, United Kingdom.
- GRAHAM-ROWE, D. (1999) [\*Warning! Strange behaviour\*](#), New Scientist, December 11, 25-28.
- HAGER, Nicky (1996): [\*Secret Power. New Zealand's Role in the International Spy Network\*](#). Craig Potton. Nelson, New Zealand.
- HAGGERTY, K. and ERICSON, R. (2000) [\*The surveillant assemblage\*](#), *British Journal of Sociology*, 51 (4)
- HAIN, Peter [ed.] (1980): [\*Policing the Police. Volume Two\*](#). Platform Books. John Calder (publishers) Ltd. London, United Kingdom.
- HARAWAY, D. (1985) *A manifesto for cyborgs: science, technology, and socialist feminism in the 1980s*, *Socialist Review*, 80.
- HOFFMAN, L. J. (1995): [\*Building in Big Brother \(The Cryptographic Policy Debate\)\*](#). Springer-Verlag Inc, New York, USA
- HOLDSWORTH, Dick [ed.] (1999): [\*Development of Surveillance Technology and Risk of Abuse of Economic Information\*](#). The Scientific and Technological Options Assessment programme. Directorate General for Research (Directorate A). European Parliament. Luxembourg.



HOME DEPARTMENT (1999): *Interception of Communications in the UK. A Consultation Paper*. Her Majesty's Stationery Office 6/99 19585 J0084211 434250. London, United Kingdom.

KAHN, David (1972): *The Codebreakers*. Macmillan Company. New York, USA.

LIBERTY eds. (1999): *Liberating Cyberspace. Civil Liberties, Human Rights, and the Internet*. Pluto Press. London, United Kingdom.

LYON, David (1996): *The Electronic Eye. The Raising of Surveillance Society*. Polity Press. Cambridge, United Kingdom.

LYON, D. (1994) *The Electronic Eye: The Rise of Surveillance Society*, Cambridge: Polity Press; Malden MA: Blackwell.

LYON, David and Elia ZUREIK [ed.] (1996): *Computers, Surveillance, and Privacy*. University of Minnesota Press. Minnesota, USA.

LYON, D. (2001) *Surveillance Society: Monitoring Everyday Life*, Buckingham: Open University Press.

NOCK, S. L. (1993) *The Costs of Privacy: Surveillance and Reputation in America*, New York: Aldine de Gruyter.

MADSEN, Wayne and David BANISAR (2000): *Cryptography and Liberty 2000. An International Survey of Encryption Policy*. Electronic Privacy Information Center. Washington, DC, USA.

MARTIN, Shannon E. (1995): *Bits, Bytes and Big Brother (Federal Information Control in the Technological Age)*. Praeger Publishers, USA.

MARX, Gary T. (1988): *Undercover. Police Surveillance in America*. University California Press. Berkeley, USA.

ORWELL, George (2000): *Nineteen Eighty-four. Penguin Books*. London, United Kingdom.

PARKER, John (2000): *Total Surveillance (Investigating the Big Brother World of E-Spies, Eavesdroppers and CCTV)*. Judy Piatkus Publishers Ltd, United Kingdom.

RICHELSON, Jeffrey T. (1989): *The US Intelligence Community*. Ballinger. Cambridge, USA.

VIRILIO, P. (1999) *Polar Inertia*, London: Sage.

VIRILIO, P. (1999a) *Interview with John Armitage*, *Theory, Culture, and Society*, 16 (5-6); 24ff.

VIRILIO, P. (1997) *The over-exposed city, in N. Leach (ed.) Rethinking Architecture*, London and New York: Routledge.

VIRILIO, P. (1989) *War and Cinema*, London: Verso.

VIRILIO, P. (1994) *The Vision Machine*, London: British Film Institute / Bloomington IN: University of Indiana Press.

VIRILIO, P. and LOTTRINGER, S. (1997) *Pure War*, New York: Semiotext(e).

WARREN, Jim et al. [ed.] (1991): *The First Conference on Computers, Freedom and Privacy*. IEEE Computer Society Press. Los Alamitos, USA.

WRIGHT, Peter (1987): *The Candid Autobiography of a Senior Intelligence Officer*. Stoddart, Canada.

WRIGHT, Steve (1997): *An Appraisal of Technologies for Political Control*. The Scientific and Technological Options Assessment programme. Directorate General for Research (Directorate B). European Parliament. Luxembourg.

# APELAR A LA RAZÓN: UNA PROPUESTA EPISTEMOLÓGICA PLURALISTA PARA UN CONTEXTO MULTICULTURAL

**Gonzalo Lapuente Sastre\***

## Resumen:

Este trabajo quiere ser una aportación útil para el quehacer y la problemática propia de la resolución de conflictos. No se trata de un modelo operativo ni de un protocolo. Más bien retrocede de la inmediatez de la práctica a una reflexión sobre los fundamentos epistemológicos del diálogo, para volver de nuevo a la praxis replanteándola. El instrumento que se ofrece es una crítica de la racionalidad hecha por la propia razón, con la finalidad de establecer un marco donde el diálogo sea viable. Desde una perspectiva epistemológica se lleva a cabo una revisión crítica de los distintos modelos de razón vigentes en las relaciones humanas y de su pertinencia o impropiedad para generar diálogo. A través de este análisis, se establecen una serie de criterios básicos y se clarifican una serie de conceptos clave para la comprensión de la conflictividad humana. Se ha elegido un terreno particular en el que esta problemática aparece con toda su radicalidad: el pluralismo cultural. Y se han aplicado para su comprensión conceptos clave provenientes del campo de la filosofía de la ciencia, tales como: paradigma, inconmensurabilidad, esquema conceptual, etc. Esta reflexión se lleva a cabo en diálogo crítico con los trabajos del profesor León Olivé y las aportaciones de Thomas Kuhn y Karl Popper relativas a la temática.

Palabras clave: racionalidad, pluralismo, relativismo, paradigma, marco conceptual, diálogo y acuerdo.

## 1. ¿Culturas diferentes *ergo* mundos distintos?

En estas páginas se someterán a revisión distintos modelos de razón, adoptando como criterio de valoración su validez referencial para la resolución de conflictos. El resultado esperado es que la crítica racional de la razón nos muestre que es posible y preferible apelar a la razón.

Una objeción fuerte, que se presenta a la posibilidad de contar con la razón en el terreno de los conflictos, es el hecho de la diversidad cultural. Las diferencias culturales llegan a configurar mundos tan

---

\* Lic. Gonzalo Lapuente Sastre, Dirección de Programa, Preparatoria, ITESM-CCM  
<glapuent@campus.ccm.itesm.mx>

distintos que hablar de un marco común de entendimiento puede resultar gravemente ingenuo o, al menos, carente de fundamento crítico. Ahora bien, afrontar la problemática del entendimiento racional en el contexto de la diversidad cultural cuenta con una gran ventaja: en él se presentan las dificultades y objeciones más graves; por ello, cualquier avance en este conflictivo terreno adquiere una relevancia particular.

Para superar la objeción señalada se darán tres pasos. En primer lugar, se planteará la problemática delimitando el contenido de los conceptos en ella implicados. A continuación se analizarán los argumentos que defienden la pluralidad de mundos a partir de la pluralidad de culturas. Por último, se examinará la cuestión de si la defensa de estas concepciones implica la imposibilidad de establecer una relación racional entre los individuos de distintas culturas. Todo ello se llevará a cabo en diálogo crítico con los planteamientos de León Olivé expuestos en su obra *Multiculturalismo y pluralismo* (Olivé, 1999).

En primer lugar, por “cultura” se entenderá, con León Olivé, una comunidad que tiene una tradición cultivada a lo largo de varias generaciones y que comparte una lengua, una historia, valores, creencias, instituciones y prácticas (educativas, religiosas, económicas, tecnológicas, etc.) y que, manteniendo expectativas comunes, desarrolla un proyecto común (1999, p.42). El término “multiculturalismo” va más allá de la afirmación de que han existido y existen culturas diferentes. En realidad es un término que se interpreta desde el concepto de “pluralidad de mundos”. Hay distintas culturas y cada una de ellas configura su propio mundo. No se trata sólo de afirmar que entre las culturas hay diferencias particulares. Ser miembro de una cultura o de otra, llega a significar pertenecer a “mundos” diferentes. Y es esta vinculación estrecha entre cultura y mundo la que introduce el plural, obligando a hablar no ya de un mundo, sino de mundos.

Por el contrario, afirmar una unicidad de mundos, es decir, un único mundo en el que las distintas culturas se desarrollan, permitiría contar con un marco común, el mundo. Y con ello tendríamos también una referencia unificada para la razón. En todo conflicto habría un juez legítimo -la razón- con autoridad sobre las distintas partes -culturas o sus individuos-, cuyas sanciones estaría universalmente justificado acatar.

La unicidad del mundo simplifica el camino a la razón y, con ello, a la posibilidad de entendimiento entre los individuos, incluso si estos pertenecen a culturas diferentes. Pero si no hay un mundo, sino pluralidad de mundos, si la propia cultura convierte a los individuos de distintas culturas en habitantes de mundos diferentes, entonces cada vez que se crucen entre ellos se generará un conflicto insoluble. Si la realidad es compleja, adoptar un modelo simple impide relacionarse adecuadamente con

ella. Por otra parte, si hay pluralidad de mundos, afirmar que sólo hay uno sería desatar un conflicto violento, una lucha hegemónica por hacer valer mi propio mundo como el único mundo.

Pero, antes de seguir adelante, hay que clarificar que se entiende por “mundo”. La gente llama mundo a aquello que percibe, con lo que interactúa, a lo que se refieren sus teorías, y que manipula y transforma con su tecnología (1999, p.149). Un “mundo” implica una concepción de la realidad y de su fundamento, de lo que existe, del tiempo, de la persona y de su dignidad, de lo que se da y por qué se da por conocido, una concepción ética, un modo de relacionarse con el entorno y con los otros, un modo de hacer y de obrar, etc. Hablar de pluralidad de mundos significa afirmar que a lo largo de la historia, y también en todo momento de ésta, incluido el presente, han existido comunidades con distintas concepciones de la realidad y distintas prácticas.

Pero, ¿qué tan diferentes son estos mundos en realidad? La respuesta que da a esta pregunta León Olivé amerita ser tomada en cuenta. Su tesis fundamental es que se trata de mundos distintos en sentido literal y no meramente metafórico. Son mundos “inconmensurables”. Este término lo toma de las reflexiones de Thomas Kuhn sobre la naturaleza del conocimiento científico, dadas a conocer en su obra *La estructura de las revoluciones científicas* (Kuhn, 1999).

Según Kuhn, las actividades de la comunidad científica se desarrollan dentro de un marco teórico-práctico de validación del conocimiento llamado “paradigma”. Cuando este marco cambia, el nuevo paradigma que se genera resulta inconmensurable con el anterior, en el sentido de que no existe un término de comparación entre ellos. Un cambio tan radical sólo es posible de un modo revolucionario. No se trata de un mismo mundo de datos básicos comunes, reorganizados ahora conforme a una nueva interpretación, sino que la percepción misma de los datos se transforma (1999, cap. X). Ampliando el concepto, puede afirmarse que con un cambio de paradigma los científicos deben responder a un mundo diferente. La comunidad científica, antes y después de una revolución, tampoco es la misma; han cambiado sus referencias teóricas y prácticas y, con ellas, el mundo ante el que se encuentra.

Esta inconmensurabilidad significa que no hay un marco de referencia común superior a los distintos paradigmas, un meta-paradigma, desde el cual puede juzgarse a uno como correcto y a otro como incorrecto. Una misma proposición aparecerá como correcta dentro del contexto de un paradigma y como incorrecta desde otro. Si la diversidad de mundos puede afirmarse de una misma comunidad por el hecho de atravesar una revolución, con mayor autoridad se aplicará al caso de comunidades culturales independientes entre sí. Distintas culturas, con sus respectivos mundos, pueden estar en contradicción sin que pueda establecerse que una tiene razón y la otra no. Y lo que en la comunidad científica se da principalmente a nivel epistemológico, entre las distintas culturas se extiende a todos los niveles de las construcciones humanas (ético, social, político, etc.).

## 2. ¿ Pluralismo ergo relativismo?

La reacción inmediata a estas tesis kuhnianas sobre la inconmensurabilidad de paradigmas, es pensar que nos encontramos con un relativismo absoluto y, por ello, con la disolución de toda posibilidad de diálogo. La fundamentación de cada visión del mundo en la cultura que la genera, hermetiza y cierra el camino a toda revisión, intercambio o negociación que busque apoyarse en una base racional común.

Sin embargo, la originalidad de la posición sostenida por Olivé reside en el hecho de que se presenta como una propuesta epistemológica adecuada para renovar el diálogo que las concepciones absolutistas de la razón y de la realidad han truncado. Denomina a su posición “constructivismo pluralista”. Con el término “constructivismo” indica que el conocimiento no es el resultado de la incidencia del mundo externo sobre la subjetividad pasiva, sino el producto de un quehacer del sujeto, individual o colectivo. Kant hablaba, en este sentido, de una arquitectónica de la razón. Con “pluralista” señala, a diferencia de Kant, que tal construcción no se asienta sobre una estructura subjetiva común a todos los seres racionales, -sujeto trascendental, diría Kant-, sino que esta estructura varía de unos individuos a otros dependiendo de distintos factores. Si se aplica estos conceptos epistemológicos al terreno del análisis cultural, tendremos un protagonismo de la actividad de los distintos sujetos culturales en la configuración de sus respectivas visiones del mundo, actividad irreducible a un parámetro común. Veamos cómo se articula su propuesta.

Una nota importante que diferencia a este constructivismo es que es realista, en el sentido de que afirma la existencia de una realidad estructurada independiente de cualquier sujeto que la conozca. Discrepa, sin embargo, del realismo llamado dogmático, en el que se defiende la posibilidad de llegar a conocer la realidad tal y como es de un modo completo. Esta modalidad es rechazada precisamente porque su pretensión de llegar a conocer la realidad de modo absoluto es la mayor generadora de conflictos y la aniquiladora de todo diálogo. La sola posibilidad de apelar a un conocimiento absolutamente fundamentado en la realidad, más que introducir un parámetro de referencia común que guíe la reflexión, se acaba convirtiendo en la negación de la racionalidad dialógica. Si uno se siente poseedor del modelo de racionalidad que da cuenta completa de la realidad entonces desechará todo otro modelo diferente creando un cortocircuito en la comunicación.

En contraposición, para el constructivismo pluralista no es el caso que sólo una de las visiones del mundo conduzca a creencias correctas, mientras que todas las demás conduzcan al error. De acuerdo con él, las creencias o acciones se juzgan correctas o incorrectas según los criterios de

evaluación de cada marco conceptual. Sin embargo, en virtud de los constreñimientos que impone la realidad no todos los puntos de vista son igualmente correctos o valiosos. Ni todo da igual, ni todo está permitido (Olivé, pp. 122 y 124). Pero dicha realidad existente y estructurada con independencia de todo sujeto, ¿cómo constriñe la construcción del conocimiento en las distintas culturas?, ¿cómo llega a decidir sobre lo que vale y lo que no?

Esta forma de constructivismo da un peso particular al sujeto. Que exista una realidad independiente y estructurada no sólo no quiere decir que el sujeto pueda conocerla tal y como es de un modo unívoco. El constructivista añade que, -y en esto, como hemos visto, Olivé (1999, p.20) sigue literalmente a Kuhn -, el mundo de la percepción depende en gran medida de los recursos conceptuales con los que cuenta cada cultura y de las prácticas mediante las cuales ésta obtiene el conocimiento, hasta tal punto que cada cultura construye sus propios objetos de conocimiento. Sirva de ejemplo lo que el objeto “planeta” significaba para la comunidad científica antes y después de la revolución copernicana:

Los seguidores de Copérnico, que le negaban al Sol su título tradicional de “planeta”, no meramente estaban aprendiendo el significado de “planeta” o lo que era el Sol, sino que en lugar de ello estaban cambiando el significado de “planeta” para poder continuar haciendo distinciones útiles en un mundo en el que todos los cuerpos celestes, no sólo el Sol, estaban siendo vistos de manera diferente a como se veían antes. (Kuhn, 1999, p. 201)

El aspecto pluralista queda radicalmente afirmado. Pero, ¿se sustrae al relativismo absoluto? El relativismo presenta distintas formas. Puede hablarse de relativismo moral, conceptual, perceptivo, de la verdad o de la razón, entre otros. Respecto de la problemática que analizamos, el relativista afirma que palabras como “verdadero” y “falso”, o como “racional” e “irracional”, tienen sentido dentro de la propia cultura; pero que, cuando se compara su significado con el que tienen en otras culturas, le resulta incuestionable que cada uno prefiera el que tienen dentro de la propia y que en ningún caso existe modo de establecer que no deba ser así (Barnes & Bloor, 1982, p.27).

El constructivismo kantiano se libra del relativismo a través de la afirmación de una racionalidad universal y, por ello, supra-cultural. Pero, el constructivismo pluralista rechaza esta vía por considerarla una concepción absolutista de la razón en la que no cabría el pluralismo. De hecho, lo que Kant concibe como razón universal, es decir, como marco unívoco de racionalidad común a todos los seres humanos, es entendido por el pluralista como un marco más, como uno de los múltiples marcos posibles de racionalidad; un marco que se ha vuelto hegemónico a través de la cultura occidental. Pero este marco, como todos los marcos conceptuales, no se deriva de una estructura unívoca de la razón, sino de las prácticas de producción de conocimiento propias de cada comunidad cultural. Entonces, para el constructivismo pluralista ¿dónde reside la objetividad?

Es necesario detenerse ahora en la teoría de la verdad propugnada por esta posición epistemológica. Por lo dicho hasta ahora, se entiende que el constructivismo pluralista no puede aceptar la teoría de la verdad como correspondencia. La verdad no puede consistir en la correspondencia entre las proposiciones y los hechos pertenecientes a una realidad independiente, puesto que los hechos, en tanto que son contruidos dentro de un determinado marco conceptual, no pertenecen a una realidad independiente. Pero, tampoco cabe una concepción de la verdad como consistencia, según la cual la verdad de una proposición resida en su coherencia interna con el marco conceptual en el que se genera.

La verdad de una proposición tiene un carácter no de correspondencia dual (lenguaje-realidad), sino de adecuación entre tres factores, donde debe considerarse, además de la proposición, tanto el hecho al que se refiere ésta como el marco conceptual en el que se construye el hecho y se genera la proposición. Olivé lo expresa del siguiente modo:

En otras palabras, el hecho  $p$  no es independiente de los marcos conceptuales en los que puede formularse la proposición "p". Por lo tanto, la relación entre  $p$  y "p" no es una mera relación diádica entre el lenguaje y la realidad (concebida como si consistiera en objetos independientes de los marcos conceptuales), sino que es una relación triádica entre la proposición "p", el hecho  $p$  y los marcos conceptuales en que "p" puede formularse, y en virtud de los cuales existe el hecho  $p$  (Olivé, 1999, p.164).

Esta teoría de la verdad mantiene el factor realidad independiente, pero asume la importancia del marco conceptual en la constitución de los hechos (éstos nunca existen independientemente de la teoría) y del lenguaje. La importancia de mantener esta tensión tripolar reside en que, de este modo, se mantienen simultáneamente el pluralismo y la posibilidad de una interacción entre las comunidades poseedoras de distintos marcos conceptuales.

Efectivamente, el que los marcos conceptuales sean inconmensurables no implica necesariamente que el diálogo y el intercambio entre ellos sea imposible. Puede establecerse comunicación entre miembros de paradigmas distintos, con tal de que estén interesados en ello. Cierto que el intercambio no consistirá en una mera traducción lingüística de sus cosmovisiones. Esto sería más propio del realismo absoluto, para el que sólo cambiarían los nombres y la gramática, de tal modo que una vez traducida la proposición sería contrastable con la realidad y podría verificarse su correspondencia o no con ésta, es decir, su verdad; también del constructivismo absoluto, donde la universalidad de una proposición de otro paradigma sería establecida en función de su correspondencia o no con el concepto propio de racionalidad. Se tratará más bien en este intercambio posible, de un proceso de aprendizaje y de un diálogo orientado a buscar estándares y criterios de valoración

comúnmente aceptables. Veamos en qué consiste esta búsqueda. Para ello, habrá que diferenciar netamente esta posición del relativismo absoluto.

El constructivismo pluralista comparte con el relativismo la afirmación de que no existen marcos conceptuales que sean absolutos y universales. Tampoco podrán serlo los criterios de evaluación aceptados por cada uno de ellos. Pero, el relativismo sostiene además que la validez de dichos criterios es siempre relativa sólo a un determinado marco conceptual y que necesariamente carecen de validez fuera de él. Las pretensiones de conocimiento, o las valoraciones éticas, deberán hacerse siempre únicamente con los criterios del marco conceptual pertinente. Por lo tanto, esta forma de relativismo claudica ante la posibilidad de realizar evaluaciones de una cultura desde una perspectiva que no sea la de la propia cultura. Y, como consecuencia, cualquier punto de vista puede ser tan bueno como otro (1999, pp. 172 y ss.)

Por su parte, el pluralismo distingue entre el hecho de que la validez de una norma no sea independiente de todo sistema y la tesis relativista de que la norma sea válida sólo en relación con el marco conceptual pertinente y, por ello, no pueda ser criticada. Hay casos en los que los relativistas tienen razón, pero en otros una misma norma puede ser aceptada desde distintos puntos de vista. Pueden juzgarse criterios de evaluación de otros marcos conceptuales desde el propio. Y no todos los criterios de evaluación son igualmente buenos. Que no haya criterios absolutos de evaluación no implica que no puedan hacerse valoraciones. El relativismo, sustrayéndose al absolutismo unívoco de la razón, recae en un forma de absolutismo equívoco. Cada marco conceptual se constituye en una forma absoluta de racionalidad, de tal modo que por apearse a su carácter absoluto renuncia a la comunicación y se autocondena al ostracismo.

Cuando interactúan personas de distintas culturas o marcos conceptuales, la actitud razonable consiste en buscar acuerdos sobre los criterios de evaluación a aplicar; y ello puede requerir transformaciones parciales en cada cultura. Los hechos son contruidos dentro de cada marco conceptual de un modo distinto, pero no son construcciones absolutas, son recortes de la realidad desde distintas perspectivas. Por ello, la realidad sigue construyendo y es posible que, a través del intercambio entre individuos de diferentes marcos conceptuales, se lleguen a establecer criterios de valoración comúnmente aceptables. Éstos puede que se utilicen como mediación en la interacción con otra comunidad o que incluso los adopten como propios por considerarse más válidos desde el propio punto de vista.

Eliminar la razón deja el campo abierto a la violencia. Pero, también restringirla o malentenderla es causa de violencia. Existe una violencia de la razón. Las posiciones absolutistas de la razón, tanto universalistas como relativistas, tienen siempre este efecto. Cuando se identifica toda la razón con un



modelo de racionalidad propiciado por un determinado marco conceptual, entonces los otros modelos dependientes de otros marcos son campo de autoafirmación hegemónica. Análogamente, al aceptar cada marco conceptual como generador de una racionalidad absolutamente propia e incomunicable, no queda espacio para el diálogo, la búsqueda el intercambio y la cooperación. Incluso dentro del propio paradigma desaparece la posibilidad del cambio y ,con ello, el conflictivo mutismo externo va acompañado de violencia absolutista en su interior.

En este sentido, la propuesta epistemológica de Olivé aleja la violencia y abre espacio para muchas acciones comunes:

La cooperación y la coordinación pueden ser metas que persigan los miembros de distintas culturas, para realizar acciones conjuntas tendientes a obtener fines de interés común; para lograrlo basta con tener acuerdos parciales sobre ciertas creencias, normas, valores, procedimientos y estándares específicos, para lograr el propósito común. En estos contextos [...] lo importante es la habilidad de los miembros de las diferentes culturas para interpretar las intenciones de los otros, y para interpretar su lenguaje. (1999, p. 179)

Y él mismo añade un apunte metodológico importante:

Más que el acuerdo total sobre lo que consideren importante, el objetivo primordial que deben plantearse los individuos al interactuar –tanto dentro de una misma comunidad, como en interacciones transculturales- es la cooperación y la realización de acciones coordinadas. La coordinación y la cooperación requieren acuerdos mínimos sobre plataformas de interés común; estos acuerdos son posibles a pesar de que existan creencias, normas, valores y procedimientos diferentes en cada comunidad y para los diferentes individuos. (1999, p.180)

Esta manera de apelar a la razón contribuye con múltiples elementos a un modelo abierto de resolución de conflictos. Con su pluralismo salvaguarda el respeto a la diferencia, a la particularidad propia de cada cultura, grupo o individuo. Pero no de un modo retórico, como quien decide desde fuera que el otro también vale porque de alguna manera ciertos aspectos de su mundo son también aceptados como valiosos dentro del propio. El otro es reconocido como agente no sólo práctico sino teórico, generador de criterios y de estándares de valoración, y legitimador de los mismos. Además el “otro” no es disuelto en su diferencia, haciéndolo definitivamente ajeno a uno, sino que es también aceptado como coautor de la necesaria construcción común.

Cierto que dicha construcción no puede ser sometida a una definición previa de la misma. Si el “otro” es otro, no cabe decidir de antemano a qué debe atenderse. Si el “otro”, o los “otros”, son fuente de

legitimación de los criterios y estándares comunes entonces es necesario que confronten y decidan con sus modelos propios de racionalidad lo que vale y lo que no, lo que les interesa y lo que no, lo que merece la pena construir y lo que no, tanto respecto de lo exterior como, quizá en interacción con ello, de lo propio.

Este modelo es un modelo dinámico y exigente, pues abandona su posibilidad de éxito a la interacción libre y abierta entre distintos sujetos. No diseña un programa ni un proyecto definibles previamente, sino que establece unos apuntes básicos de método. Pero, proponiéndose, pretende que otros se confronten con él y se genere un diálogo.

### ***Post-data crítica***

El modelo de racionalidad aquí presentado, sigue una metodología peculiar. No se plantea primero la cuestión del conocimiento o de la verdad o de la razón, y luego deduce implicaciones para la vida social o política. Este planteamiento parte de un determinado problema, el de las relaciones conflictivas entre seres humanos de distintas culturas, y busca una vía de solución. La salida que normalmente se intenta dar a esta problemática, suelen ser de corte político o sociológico, o incluso antropológico. La peculiaridad de este modelo reside en que antes de llegar a tales niveles, realiza un examen epistemológico de los factores implicados.

Lo dicho lleva a replantear el problema de la verdad en otros términos, en concreto de un modo más adecuado al uso implícito que el autor hace de ella en la construcción del modelo de racionalidad propuesto. Se trata de una concepción realista de la verdad. Pero, quizá el error fue establecer un vínculo indisoluble entre dicha concepción de la verdad y el realismo dogmático que se quería evitar a toda costa, precisamente por su no correspondencia con la realidad del multiculturalismo.

No hay, sin embargo, un vínculo indisoluble y exclusivo entre verdad como correspondencia y realismo dogmático. Karl Popper lo pone de manifiesto al sostener simultáneamente dicha teoría de la verdad y una concepción progresiva y nunca absoluta del conocimiento. En su planteamiento la verdad nunca es plenamente alcanzada ni podemos estar totalmente seguros de poseerla, pero ello no impide que ésta cumpla una función reguladora que nos vaya librando de errores y garantizando un avance hacia la meta.

Por eso, la fuerza propositiva de este modelo racional, no guarda correlación con la teoría de la verdad explícitamente sostenida. La afirmación de la pluralidad de los modelos racionales y la posibilidad de interacción entre ellos, no dependen de ella. Se sostienen con mayor consistencia sobre la teoría de

la verdad como correspondencia, implícitamente manejada. Como consecuencia, las conclusiones alcanzables también se amplían una vez que esta teoría de la verdad se asume conscientemente.

Efectivamente, si el problema de la verdad es el problema de la correspondencia entre la propia cosmovisión, o mundo construido, y la realidad, entonces ésta última adquiere el carácter de un referente común sobre el que se puede discutir desde las diferentes perspectivas. Si uno piensa que su perspectiva es absoluta, ciertamente se rompe el diálogo, pero si cada uno es consciente del carácter limitado y fragmentario de su propia visión, así como de su provisoriedad, se deduce que juntos pueden colaborar para conseguir una mayor aproximación a la verdad, es decir, para adecuar sus visiones cada vez más a la realidad.

Esta posición no es relativista ni dogmática. No decide de antemano que cada cultura está inserta en mundos radicalmente distintos y tampoco que una de ellas deba ser hegemónica. Más bien, al afirmar simultáneamente la especificidad y los límites propios de cada visión particular, introduce un dinamismo natural de apertura en cada una de ellas y les da un marco referencial que propicia el intercambio.

Olivé centraba las posibilidades de interacción entre individuos de diferentes marcos conceptuales en un campo fundamentalmente práctico y de acción, y sólo subsidiariamente en el plano teórico o de conocimiento. Sobre la base de este otro concepto de verdad, los intercambios propiamente cognoscitivos encuentran un sustento más favorable. Y el desarrollo de los mismos será un factor promotor de un dilatado quehacer común.

#### **Bibliografía:**

Barnes, B., and Bloor, D., “Relativism, Rationalism, Sociology of Knowledge”, in Hollis, M., and Lukes, S., *Rationality and Relativism*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982 (1994).

Dewey, J., *Freedom and Culture*, Putnam’s Sons, New York, , 1939.

Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, F.C.E., México, 1999.

McIntyre, A., *Tras la virtud*, Crítica, Barcelona, 1987.

Olivé, L., *Multiculturalismo y pluralismo*, Paidós, México, 1999

Pérez Ransanz, A. R., *Kuhn y el cambio científico*, F.C.E., México, 2000.

Popper, K., “Verdad y aproximación a la verdad”, en David Miller, *Popper. Escritos selectos*, F.C.E., México, 1997, pp.197-214.

Popper, K., *La sociedad abierta y sus enemigos*, Paidós, Barcelona, 2000.

Touraine, A., *¿Podremos vivir juntos?*, F.C.E., México, 2000.

## **La identidad desde lejos: análisis semiótico del proceso de reconstrucción de la memoria en los migrantes ecuatorianos**

Cada cultura crea diversos mecanismos de registro en función de lo que considere pertinente recordar. Las crónicas, las leyes, los diarios, la correspondencia, son depositarios de sucesos excepcionales, relevantes (Lotman 1990, 246); sin embargo, estas no son las únicas formas de registro de la memoria cultural.

Distintas necesidades de recuerdo desarrollarán otros tipos de memoria (Lotman 1990, 247). Nuestra hipótesis es que la persona que se encuentra en un contexto distinto al de origen, debe crear mecanismos de registro alternos que le permitan subsistir en el nuevo entorno y a la vez preservar la cultura de procedencia. Entre los migrantes no será posible, o por lo menos resultará muy difícil, recurrir a los mecanismos tradicionales de registro de la memoria colectiva (escuela, libros, historia, medios), por lo tanto, buscarán las formas de registro que estén a su alcance y que puedan reproducir a la distancia: rituales, prácticas, símbolos, objetos.

La memoria funciona como un recurso para vivir el presente y enfrentarse al futuro. Sin memoria, los individuos y los grupos, no podrían afianzar su identidad. Estudiar los diferentes mecanismos a través de los cuales se registra la memoria cultural de los ecuatorianos en México nos puede dar información que nos permita explicar cómo esos grupos tratan de construir y reconstruirse a sí mismos en contextos ajenos.

# LA HERBOLARIA MÁGICA DE SOR JUANA INÉS DE LA CRUZ

**Armín Gómez Barrios**

La libertad creativa y la independencia espiritual de Sor Juana Inés de la Cruz le permitieron abordar todo tipo de temáticas en el desarrollo de su obra literaria. Sus fuentes de inspiración abarcaron la teología cristiana y los conocimientos científicos tanto como la mitología prehispánica y la sabiduría oculta de astrólogos y magos del siglo XVII. Con su inigualable estilo barroco, la poetisa amalgamó elementos de diferentes disciplinas en ingenioso sincretismo con el discurso católico, ampliando con ello sus posibilidades metafóricas, y evadiendo herejías o ruidos con el Santo Oficio.

Muchos de los trabajos de la Fénix de México evidencian la influencia de dramaturgos cristianos como don Pedro Calderón de la Barca, pero, igualmente, de otras corrientes de pensamiento herméticas como las investigaciones del jesuita Athanasius Kircher sobre los jeroglíficos egipcios y las pirámides mexicanas.

También, se encuentran rastros codificados de la cosmovisión indígena en la lírica y la dramaturgia de la monja jerónima, en la que se sacralizaban y deificaban el entorno y los elementos naturales. Prueba de ello son sus versos escritos en náhuatl, sus loas pobladas de personajes americanos y sus atisbos a la religión y herbolaria ancestrales que afloran súbitamente en sus composiciones poéticas. En alguno de sus villancicos, Sor Juana se revela como toda una conocedora de los poderes extraordinarios que proceden de la utilización apropiada de las plantas curativas. Alude con soltura a la herbolaria mágica y reiteradamente se remonta al Oráculo de Delfos, donde la Pitia vertía premoniciones gracias al influjo de vapores alucinógenos.

La evocación de los saberes antiguos del pueblo mexicano evidencia la disposición de Sor Juana para enaltecer sus raíces, y revela el entendimiento que al respecto tenía. La conciliación de símbolos prehispánicos e historias bíblicas, le permitió a Sor Juana escapar del discurso monotemático del catolicismo, y le dio acceso a una diversidad metafórica vigorosa en la que explicita su sabiduría sobre la cultura de su pueblo y “las mágicas infusiones de los indios herbolarios de su patria”.

**Palabras Clave:** Sor Juana Inés de la Cruz, Herbolaria, Magia, Poesía Novohispana, Villancicos, Siglo XVII, Sincretismo, Calderón de la Barca, Hermetismo, Kircher

## 1. Introducción

Desde su nacimiento en 1648, hasta su traslado a la Ciudad de México en 1656, Sor Juana Inés de la Cruz estuvo rodeada *in situ* de elementos propios de la cultura prehispánica, como la lengua náhuatl, que hablaban los indígenas al servicio de su abuelo Pedro Ramírez, y que ella aprendería a la par que el castellano. Prueba de ese aprendizaje natural sería su precoz composición llamada la “Loa de la Infancia”, escrita a sus ocho años de edad en español y náhuatl, según lo cree el investigador Salvador Díaz Cíntora. Otros villancicos posteriores también patentizarán su bilingüismo, por la desenvoltura con la que desarrolla la versificación en ambos idiomas. (1)

Además de la expresión oral, la niña Juana Inés se habría impregnado de toda una visión del mundo indígena, al presenciar las fiestas y danzas populares en Amecameca, Nepantla o Yecapixtla, al escuchar la música vernácula, al degustar la alimentación regional, al ser curada con hierbas y ungüentos naturales, y al enterarse de las leyendas sobre los dioses prehispánicos como Huitzilopochtli o Quetzalcóatl, protectores del antiguo Imperio Azteca. (2)

Una parte de la cosmovisión prehispánica de Sor Juana está volcada en su loa para el auto de *El Divino Narciso*, escrita a instancias de la Condesa de Paredes, con la intención de representarse en la corte de Madrid, escenificación que ocurriría en junio de 1689. La autora asienta en ella elementos religiosos y rituales de la antigua cultura mexicana, arriesgando un poco su ortodoxia católica, ante la evidencia de sus conocimientos sobre los “olvidados” dioses. En su artículo “Sor Juana Inés de la Cruz y la loa al *Divino Narciso*”, el investigador Alejandro López López señala que la monja estiliza el nombre de Huitzilopochtli identificándolo como “el gran dios de las semillas”, ya que su figura se elaboraba con el amaranto –*huautli*- y se veneraba en el solsticio de invierno, cuando el Sol se dirige hacia el sur. Sutilmente, se recrean con maestría los símbolos autóctonos, eludiendo su mención directa. (3)

La sola mención de la semilla de amaranto pudo haber resultado sospechosa, ya que en su tradicional forma de golosina, llamada comúnmente *alegría*, se ocultaba la identidad del dios Huitzilopochtli, a quien se comía de forma muy similar a la de la hostia cristiana, en un ritual de comunión. La Inquisición prohibió la siembra y utilización del amaranto, considerada como una planta demoníaca. Sin embargo, Sor Juana hace mención de todo ello, pormenorizando la cultura nativa que ella comparte, en forma paralela a las directrices del catolicismo.

La audacia de la monja jerónima al rescatar conocimientos inmemoriales se plasma en sus escritos desde mucho tiempo atrás, cuando compone los villancicos que se cantaron en la Catedral de México, en 1676. A sus 28 años, Sor Juana llevaba ya siete en la profesión religiosa, y necesitaba agregar variedad a las coplas paralitúrgicas, cuya confección se le encomendaba frecuentemente por parte de personalidades como su confesor Antonio Núñez de Miranda. Debido a que las fiestas se celebraban cíclicamente, los poetas trataban de cambiar el estilo de versificación, las metáforas e incluso el sentido del humor, para que el villancico tuviera impacto entre los fieles devotos, según analiza la estudiosa Martha Lilia Tenorio, en su artículo “El villancico novohispano”. (4)

Inspirada por la lectura de uno de los mejores autos sacramentales de don Pedro Calderón de la Barca, titulado *El veneno y la triaca*, donde el dramaturgo alude al árbol de la vida como antídoto contra el pecado original, Sor Juana creó un sincretismo entre la cultura mexicana y el dogma católico de la Purísima Concepción de María. Al igual que el Cuerpo de Cristo es la cura contra el veneno de la serpiente o Demonio, la Virgen María es visualizada por Sor Juana como remedio –*triacas*- contra la maldad, por ser concebida sin pecado original. Mientras Calderón de la Barca incorpora a su trama elementos naturales como frutas y cereales, que le ayudan a restablecer la inocencia perdida del ser humano, Sor Juana adopta la idea de que la religión es un remedio para la salud del hombre, y toma también del mundo vegetal las metáforas adecuadas para realizar la curación. Si en Calderón se hablaba de la manzana del pecado y del trigo de la Eucaristía, en su villancico la monja jerónima se remitirá a las hierbas mexicanas, “*triacas*” regional ampliamente difundida y aceptada, con las que expondrá las virtudes de la Virgen. Así, la monja mexicana logra desarrollar ingeniosamente el giro temático seleccionado para su creación poético-religiosa y, al mismo tiempo, revela sus insospechados conocimientos “ocultos”.

## 2. Metodología

Para demostrar la sabiduría sobre herbolaria mágica de Sor Juana, se analizarán las referencias a las plantas curativas y mágicas que aparecen en un villancico escrito por ella en 1676. A través de la metodología de investigación documental, se relacionará la información apuntada por Sor Juana en su trabajo literario, con la herbolaria real, practicada en México, y se evidenciarán las influencias de autores como Calderón de la Barca y Kircher, que sirven de inspiración y apoyo temático a una creación propia y original, sorprendente y misteriosa. El villancico (número 228, de acuerdo a la clasificación de Alfonso Méndez Plancarte) es el siguiente:

Un herbolario extranjero  
que es todo sabiduría  
para curar de venenos  
muestra una Hierba bendita

Él por su mano la planta  
que de ninguno la fía,  
y porque salga con gracia  
le bendice la semilla

Hace con ella milagros  
de curas tan peregrinas,  
que es Hierba *Sánalo-todo*  
según a todo se aplica

Dicen que es la *Hierba-Buena*  
los que despacio la miran;  
pero Él por nombre le ha puesto  
la Hierba *Santa-María*

Otros, que es la *Hierba-Santa*  
dicen que sola se libra  
de la infición que de Adán  
nos hizo la manzanilla

Otros, que es la *Celidonia*,  
por lo que aclara la vista;  
y otros dicen que es la *Salvia*,  
porque la lengua habilita.

Otros, por su gran virtud,  
que será Romero afirman;  
y otros, por la incorrupción,  
dicen que es la *Siempre-viva*

Ella, aunque es como ninguna  
y a ninguna parecida,  
nace de la *Mejor-Ana*  
y así a su lado se cría.

Es tan contra la ponzoña  
que la mordedura antigua  
del más nocivo Dragón  
en un punto se la quita.

Tal virtud secreta encierra,  
que la Serpiente nociva  
quiere rendirse a su fama  
por no morir a su vista.

Todos los hombres la busquen,  
pues todos la necesitan,  
que aun de Ángeles la Ciudad  
*yerba de la Puebla* cría.

Manuel es el Extranjero:  
a Él vaya quien la codicia;  
que también se da de gracia  
La que en Gracia es Concebida

#### *Estribillo*

Nadie tema ponzoña, de hoy más, Mortales,  
pues con tal Contrahierba, ninguna es grande;  
y aunque lo tenga en el seno,  
ninguno tema el veneno:  
que Ella es la dulce Triaca  
que todo el veneno saca  
y cura de todos males.  
¡ Nadie tema ponzoña, Mortales! (5)

### 3. Discusión y Resultados

Los “Villancicos que se cantaron en la S(anta) I(glesia) Metropolitana de Méjico en los maitines de la Purísima Concepción de Nuestra Señora, año de 1676, en que se imprimieron” están compuestos por tres sonoros y ágiles “Nocturnos” en los que se proclaman las virtudes de la Virgen María en oposición de las villanías del Demonio. La poetisa hace uso de diversos estilos métricos, pasando de las coplas descriptivas a los diálogos y las jácaras, recurriendo al sentido del humor y rematando con vocablos en caló de los esclavos negros.

Para explorar el tema de la Concepción sin mácula de María, Sor Juana recurre a la terminología de la botánica. A lo largo de las estrofas, menciona los nombres y cita las propiedades de diversas hierbas y flores, como excelsa comparación con la gracia divina de la Virgen. En el “Segundo Nocturno”, en el singular cuarto villancico, recurre a sus conocimientos de herbolaria para exaltar las virtudes de la madre de Dios, imitando al auto calderoniano *El veneno y la triaca*. Más allá de la forma poética del conjunto, vale la pena detenerse en su insólita temática, que hace gala de su amplio conocimiento de la herbolaria regional.

Partiendo de una original perspectiva, Sor Juana compara a la Virgen María con una “hierba bendita”, argumentando que posee virtudes para curar a la humanidad, al servir de antídoto contra el veneno de la Serpiente, o Demonio. Esta hierba es mostrada –creada- por un sabio Herbolario, es decir, Dios Padre, que sería extranjero porque su naturaleza se ubica fuera de los límites de la comprensión humana. Además, porque se trata de una referencia al personaje del Peregrino extranjero de *El veneno y la triaca*, que es nada menos que el Hijo de Dios, quien al enterarse de que una Infanta (la humanidad) fue envenenada por el Lucero (el Demonio) acude a rehabilitarla, asumiendo su origen forastero en el siguiente diálogo:



..que os digan mis voces, basta  
ser un sabio peregrino  
que en esta nave cargada  
de riquezas del Oriente  
que es donde yace mi patria  
al Mundo vengo, llamando  
de las gentes que me aguardan  
a dar la salud, y vida  
a una bellísima Infanta (6)

Al plantar Dios la hierba por mano propia, pues es tan valiosa que “de ninguno la fía”, le otorga la gracia de concebir a la “semilla bendita”, su Hijo, de quien requerirán todos los hombres para su salvación. La identidad de esa semilla es la del (peregrino) extranjero Emmanuel – Jesucristo-, que se revela en la duodécima copla, donde Sor Juana alude al pasaje bíblico del Libro de Isaías en el cual se predice el advenimiento del Mesías: “Por tanto, el mismo Señor os dará la señal: Sabed que una Virgen concebirá y tendrá un hijo y su nombre será Emmanuel o Dios con nosotros” (Isaías 7:14). Esta profecía del Antiguo Testamento tiene correspondencia con el episodio de la Anunciación descrito en el Evangelio de San Lucas (1:31), así como con el pasaje registrado por San Mateo (1:22) donde el ángel del Señor le especifica a José que el hijo que concebirá la Virgen María es el llamado Emmanuel, cuyo nombre Sor Juana acorta como Manuel, el extranjero.

Tras de identificar la naturaleza divina que comparten el Herbolario y Manuel, se asienta en la cuarta copla la identidad de la Virgen en correspondencia con una planta curativa, al afirmar que la denominaron “Hierba Santa María”. Así, se establece un inusitado símbolo vegetal para la madre de Jesús, que obra milagros por la salud de la humanidad como si se tratara de una tisana. Sor Juana comienza entonces su ingenioso recuento de las principales especies curativas mexicanas cuyas propiedades servirán de alabanza, siempre insuficiente, a María. Es aquí donde la monja, criolla, empapada del conocimiento mágico de los indios herbolarios de su patria, revela su amplia sabiduría.

Primeramente, Sor Juana equipara a la Virgen con una hierba que los curanderos utilizan con frecuencia: la Sánalo-todo. La hierba Sánalo-todo o Cúralo-todo, es otra denominación de la **Verbena** (*Verbena Officinalis*), definida en el Diccionario Enciclopédico Salvat como una “Hierba vivaz, de la familia de las verbenáceas de hojas opuestas, algo divididas, y flores pequeñas de color rojizo o liláceo, reunidas en largas espigas en el extremo del tallo y de largas ramas. Crece espontánea en los bordes de los caminos, barbechos, ribazos, etc. Se le han atribuido virtudes curativas o mágicas”. En el tratado de *Plantas Medicinales* de Adrián Vander, se encuentran otras aplicaciones de la *Verbena Officinalis*, llamada también “hierba de los hechiceros” o “hierba sagrada”, cuyas hojas y flores se recomiendan para reactivar la función digestiva y depurativa de la sangre. Una infusión de una cucharadita por taza de tisana al día ayuda a curar “los catarros de estómago y de los intestinos, digestión lenta y difícil, inapetencia. Catarros de las vías respiratorias y enfermedades del hígado y de los riñones”. El nombre latino de *verbena* hacía referencia a “cada uno de los ramos de verbena, laurel, olivo o mirto que llevaban ritualmente los sacerdotes paganos en sus sacrificios”. De ahí el posible uso mágico de esta hierba, del que dan cuenta sus singulares apelativos (7,8)

A continuación, “mirándola despacio”, Sor Juana compara a María con la **Hierbabuena** o menta (*Mentha Officinalis*) cuyas hojas aromáticas tienen propiedades desinfectantes, calmantes, digestivas y estimulantes de la bilis. Se usa “al exterior, contra las quemaduras, la misma infusión batida con igual cantidad de aceite de oliva. Se aplica en compresas” (9)

Viene en seguida la mención de una conocida especie, frecuentemente utilizada como remedio digestivo y descongestionante: la **Manzanilla** (*Anthemis Nobilis*), que activa la sudoración y ayuda a curar los resfriados, así como los cólicos de vientre y de matriz. Sor Juana la utiliza para recordar el fruto del árbol de la vida – tradicionalmente se habla de una manzana- que Adán comió indebidamente, y por la cual cometió el Pecado Original junto con Eva, su compañera en el Paraíso Terrenal (Génesis 3: 1-24). Sin embargo, la Virgen María, “hierba santa”, se libra por sí sola de esta “inficción” (corrupción o contagio) que nos hizo Adán con esa *manzanilla*, pues fue concebida sin pecado alguno. (10)

Aparece después la **Celidonia** (*Chelidonium Majus*), que Sor Juana afirma “aclara la vista”. En el manual de *Plantas y yerbas curativas de México*, de Laura Sámano Tajonar, se explica cómo esta planta ayuda a curar las enfermedades de los ojos, aplicándola como colirio dos gotas en cada glóbulo ocular tres veces al día. “El cocimiento de celidueña se prepara con cinco gramos de flores hervidas un minuto en una taza de agua; se deja reposar, se filtra y se aplica en gotas. Sirve para combatir las manchas de la córnea principalmente”. Sin embargo, sobre esta planta, también llamada golondrinuela o hierba de la golondrina, se especifica que no debe usarse sin indicaciones médicas, ya que “en gran cantidad es venenosa”, recomendándose también para curar el asma, la angina de pecho, el exceso de presión sanguínea, las enfermedades del hígado y de la bilis, los cálculos del hígado, la gota y la ictericia. (11)

A continuación, Sor Juana menciona una hierba mágica. Se trata de la bien conocida **Salvia** (*Salvia Dominorum*), o “hierba de la pastora”, cuyas insólitas características se describen en el texto *Plantas de los Dioses. Orígenes del uso de los alucinógenos*, de Schultes y Hofmann: “En el estado mexicano de Oaxaca los indígenas mazatecos cultivan *Salvia Dominorum* para usar sus hojas en rituales adivinatorios debido a sus propiedades alucinógenas: las hojas se muelen en metate y se diluyen en agua; esta solución se bebe y las hojas frescas se mastican. La planta es conocida como hierba de la pastora o hierba de la Virgen y se cultiva en los llanos ocultos de los bosques”. Los autores de este controversial tratado sobre las plantas narcotizantes y su impacto en las religiones y culturas de diferentes épocas y lugares, identifican a la salvia con el legendario “pipiltzintzintli”, planta de efectos intoxicantes muy utilizada en el México antiguo. Schultes y Hofmann mencionan que algunos usuarios del pipiltzintzintli fueron denunciados a la Inquisición en los años de 1696, 1698 y 1706. Dicen también que la curandera oaxaqueña María Sabina utilizaba salvia como sucedánea de los hongos, cuando no era temporada de éstos, con los mismos propósitos adivinatorios. (12)

En el manual de *Plantas y yerbas curativas de México*, se agrega el gentilicio de poblana a la salvia, ya que se afirma que es una “planta que en ocasiones alcanza el tamaño de un arbusto; crece en el estado de Puebla, Morelos y Distrito Federal; sus flores son rosetas, brácteas y pequeñas”. Se afirma que tiene propiedades antiinflamatorias, confirmadas por la tradición oral en diversas regiones del país. Más allá del aspecto curativo, Sor Juana parece estar bien enterada de las propiedades mágicas de esta planta, ya que en su copla menciona que la *Salvia* “la lengua habilita”, es decir, permite hablar milagrosamente, o bien adivinar.

La actividad de los oráculos no le era desconocida a la monja jerónima, ya que en particular gustaba de citar al legendario Oráculo de Delfos, en Grecia, donde la pitonisa, embriagada de vapores alucinógenos, predecía el futuro y adivinaba el destino. Así lo rememora en el romance 38 donde cita “aquel Délfico milagro”, y en el romance 23, en el cual abunda en detalles sobre las actividades del oráculo griego:

Y a la manera que, en Delfos  
con encendida elocuencia  
inflamaba los discursos  
de la Délfica doncella

haciéndole en el Trípode  
(que era aquella rica mesa  
de quien se hallaron indignos  
los siete Sabios de Grecia)

profetizar los sucesos  
de las cosas venideras  
ya en fundadas conjeturas,  
ya en equívocas respuestas

En estos versos, Sor Juana atribuye al dictado de Apolo aquella “encendida elocuencia” que poseía la Pitia para profetizar. Sin embargo, no eran solamente los rayos solares los que hacían funcionar el oráculo, como ella pretende. Se sabe que los vaticinios eran propiciados por un medio artificial: el humo de la combustión de laurel y harina de cebada que aspiraba la adivinadora, como lo explica el arqueólogo griego Basilio Petrarcos en su libro *Delfos*: “Después del sacrificio favorable, entraba la Pitonisa en el templo, tras de haberse purificado en el agua de la Castalia tanto ella como los sacerdotes (profetas) que estarían presentes durante la ceremonia de la predicción. Después de quemar laurel y harina de cebada en forma de incienso sobre el hogar sagrado o vesta con el fuego inmortal, entraba en el subterráneo *ádyton*, bajo el templo, el lugar más sagrado, el antro, al fondo de la cela, mientras que los sacerdotes y los *theópropos* (solicitantes) esperaban en una pequeña cámara, el *okeos* (casa), desde donde estos últimos sometían en voz alta la pregunta para la predicción”. Tan bien conoce Sor Juana lo que ocurría en Delfos, que incluso ella se asume como la pitonisa en el célebre *Epinicio Gratulatorio al Conde de Galve*, en el cual presume que la derrota bélica a la armada francesa en Santo Domingo -ocurrida en julio de 1690-, ordenada azarosamente por el Virrey Gaspar de Sandoval Cerda Silva y Mendoza, conde de Galve, le fue revelada con antelación como si se tratara de una profecía. Sor Juana se asume como receptáculo de una sabiduría que no había buscado, ajena a su voluntad. Sin embargo, el símbolo que seleccionó para hacerse pasar por vidente, incluye aquellos vapores alucinógenos que *la lengua habilitan*, los cuales crearon la fama del oráculo griego. (13).

Volviendo al villancico, aparece a continuación una planta “de grandes virtudes”, el **Romero** (*Rosmarinus officinalis*) o hierba de las coronas, que florece en primavera y verano, y cuyo aroma es aprovechado para confeccionar perfumes. Según el tratado de *Plantas Medicinales* del doctor Vander , el romero estimula la falta de apetito, combate el cansancio cerebral, calma los nervios, descongestiona el hígado y favorece la menstruación. También se recomienda como tintura para golpes y dolores, así como infusión “para fortalecer el pelo”. Su variedad de propiedades justifica su comparación con las múltiples virtudes de la Virgen María. (14)

En las coplas, se nombra en seguida la **Siempreviva** (*Sempervivum tectorum*), que es una “hierba perenne de la familia crasuláceas, con la parte vegetativa reducida a una densa roseta basal de hojas lanceoladas de color rojizo”. Crece entre las rocas silíceas y sus flores rojas asoman en tejados y muros. Las hojas tiernas se usan como infusión refrescante. En el manual de *Plantas y yerbas curativas de México*, se recomienda usar una cataplasma de esta planta en las cortaduras y heridas. Será por eso que Sor Juana habla de la incorrupción de esta hierba y su contribución para restablecer la integridad de la piel. (15)

La última planta a la que alude la poetisa es una hierba aromática, la **Mejorana** (*Origanum majorana*), perteneciente a la familia de las labiadas, de color blanquecino, hojas ovales enteras y cuyas flores son blancas o rosadas. “Se usa en infusiones como tónico estomacal y antiespasmódico”. Sor Juana la aprovecha como un juego de palabras en el que oculta el nombre de la madre de María, Santa Ana, de quien nació “como ninguna y a ninguna parecida” por haber

sido concebida sin pecado original, de acuerdo con la Iglesia Católica. De Santa Ana, “la mejor Ana”, dan noticia los Evangelios Apócrifos, que no la Biblia. En el *Protoevangelio de Santiago* se relata que un afligido varón hebreo de nombre Joaquín, no cesaba de hacer ofrecimientos al Señor por causa de su esterilidad. Su esposa Ana había sido despreciada por el pueblo al pensarse que carecía de méritos para criar descendencia alguna. Esta versión coincide con la del *Libro sobre la Natividad de María*, en el que además se precisa que habían sido veinte los años de esterilidad, y numerosas las injurias de los sacerdotes a la pareja por ser indignos de engendrar la estirpe de Israel. Sin embargo, un ángel se aparece a ambos para anunciarles que al fin concebirán una hija de forma milagrosa. En su vejez, la estéril madre de María también concibió prodigiosamente, por voluntad de Dios, dando lugar así a la “purísima concepción”. (16,17)

Con tantas virtudes botánicas, la Virgen María “es tan contra la ponzoña/ que la mordedura antigua / del más nocivo Dragón / en un punto se la quita” y sin duda “la Serpiente nociva / quiere rendirse a su fama / por no morir a su vista”. Es por eso que todos los hombres y aún los ángeles “*yerba* (salvia) de la Puebla crían” pues todos la necesitan. Las coplas del villancico concluyen mencionando que quien “codicie” la hierba, se remita al extranjero Manuel, quien también “se da de gracia” por contar con “la que en gracia es concebida”. Así, según la magnánima conjetura de Sor Juana, María es el remedio perfecto contra el pecado, el sublime antídoto, la “*triac*” más efectiva.

A continuación, en el estribillo del villancico herbolario, Sor Juana explicita finalmente el homenaje a don Pedro Calderón de la Barca (1600-1681), quien le ha inspirado varios conceptos y personajes con su auto sacramental de *El veneno y la triaca*, representado por primera vez en Valencia, en 1634. Sor Juana, en el estribillo de su composición, llama la atención de los mortales, al igual que el personaje de la Infanta en el auto calderoniano, para proclamar las virtudes de la “*contrahierba*” que en el villancico es la Virgen María: “Ninguno tema el veneno: / que Ella es la dulce Triaca / que todo el veneno saca / y cura de todos males. / ¡ Nadie tema ponzoña, Mortales! ” Es probable que los fieles comprendieran la alusión de la autora, si acaso el auto sacramental se hubiera representado recientemente en la capital de la Nueva España, o hubiera disponible alguna edición de “*sue*ltas”. De otra forma, la referencia sería entendible sólo para Sor Juana y aquellos lectores privilegiados que supieran de la existencia de *El veneno y la triaca*. Se trata de una nueva codificación, del juego de los emblemas y jeroglíficos que tanto agrada a los autores herméticos como Athanasius Kircher. (18)

La definición popular de una “*triac*” (del latín *theriaca*; a su vez procedente del griego *theriaké*, de *theríon*, fiera) era un remedio contra la mordedura de animales ponzoñosos. Consistía en “una confección farmacéutica usada de antiguo y compuesta de muchos ingredientes, siendo el principal el opio. Se ha empleado para las mordeduras de animales venenosos. Remedio de un mal, prevenido con prudencia o sacado del mismo daño”. Así, se cumplía la idea de que el veneno y la *triac* provenían del mismo principio, en ambos casos, del mundo vegetal. Sin embargo, tanto Sor Juana como Calderón elaboraron toda una alegoría, pues en realidad la naturaleza “*extranjera*” de los remedios divinos era la verdadera potencia de estas *triac*as celestiales. (19)

La influencia de don Pedro Calderón de la Barca sobre la monja jerónima perdurará en muchos otros trabajos, desde versos trasplantados íntegramente a sus romances, hasta personajes que aparecen en varias obras de teatro. Por ejemplo, la poetisa denominará Lucero al Demonio en su loa *El Cetro de José*, como lo hizo Calderón en *El veneno y la triaca*.

#### 4. Conclusiones

La utilización de las plantas mágicas como tema de discusión aparece también en otros espacios de la lírica y la dramaturgia de Sor Juana, ejerciendo una poderosa atracción en ella como parte de su cosmovisión mexicana. Por ejemplo, en la loa para el auto intitolado *El mártir del sacramento, San Hermenegildo* la poetisa enfatiza nuevamente la trascendencia de la herbolaria y sus facultades extraordinarias. Esto ocurre en el debate de tres estudiantes, en el que se menciona las artes de la magia como una doctrina equiparable a la patrística y la escolástica. (20)

¿Qué tanto la herbolaria acercó a Sor Juana al mundo de la magia renacentista? Sin duda, mucho más de lo que aparece escrito en sus versos, pero por lo mismo, imposible de comprobar. Sólo nos quedan algunos rastros, como finalmente se resume en aquél romance inacabado (el 51), que escribía seguramente para una nueva edición de sus obras en Europa, agradeciendo los encendidos prólogos y elogiosas autorizaciones eclesiásticas que se incluían en la edición de sus poemas. Súbitamente, aparece la referencia a la astrología, misteriosa influencia del cosmos hacia el ser humano que altera las leyes ordinarias del mundo real, y que posibilita los milagros, como aquellos elogios emanados de los “dulcísimos cisnes” que cubren de gloria literaria a una “ignorante mujer”:

¿Cuál fue la ascendente Estrella  
que, dominando los Astros,  
a mí os ha inclinado, haciendo  
lo violento voluntario?

Y en seguida, surge el reconocimiento a los poderes de las plantas, aquellas que utilizaban sus paisanos en las cercanías de los paisajes volcánicos de Nepantla:

¿Qué mágicas infusiones  
de los indios herbolarios  
de mi Patria, entre mis letras  
el hechizo derramaron?

Al final de su trayectoria, Sor Juana confirma la dimensión prodigiosa del reino vegetal, pues señala que las “mágicas infusiones” hicieron creer a los “númenes divinos” aquello que, según ella, no es cierto: su estatura como gran escritora. Este verso sintetiza el conocimiento de la herbolaria mágica que poseía Sor Juana, y representa el orgullo que le causa esa sabiduría ancestral, distintiva de su patria. La Fénix mexicana no llevaría a la práctica esta sapiencia, pero sí vestiría con ella su majestuosa lírica y exploraría el universo y la naturaleza humana con los recursos a su alcance.

Octavio Paz dice al respecto: “A través de la actitud libre e irreverente de los “magos” ante la naturaleza y gracias a su interés en los fenómenos naturales, emergió la noción capital de *experimentación*. En ese sentido, la autobiografía de Sor Juana es un testimonio impresionante pues en sus páginas aparece, por primera vez, en la historia del pensamiento hispánico, una actitud realmente moderna ante la naturaleza”. (21)

Científica intuitiva, admiradora de todo tipo de sabiduría, intelectual disimulada por su severo hábito de jerónima, Sor Juana Inés de la Cruz encontró en la herbolaria un camino más para la comprensión del mundo. Con ella, impregnó de encanto a toda su portentosa obra, poblada de prodigios estilísticos. El resultado fue un verdadero hechizo derramado entre sus letras, lira barroca plena de alusiones a la magia de su querida patria mexicana.

## 5. Referencias bibliográficas

1. Salvador Díaz Cántora "La loa de la infancia", *Letras Libres* No.34, Año II, México, Octubre 2001, pp. 67-81
2. Octavio Paz, *Sor Juana Inés de la Cruz o Las trampas de la fe*, Editorial Seix Barral, México, 1982
3. Alejandro López López, "Sor Juana Inés de la Cruz y la loa al *Divino Narciso*", *Memoria del Coloquio Internacional Sor Juana Inés de la Cruz y el Pensamiento Novohispano 1995*, Instituto Mexiquense de Cultura, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, 1995, p. 223
4. Martha Lilia Tenorio, "El villancico novohispano", *Sor Juana y su mundo, una mirada actual*, Universidad del Claustro de Sor Juana, Gobierno del Estado de Puebla, Fondo de Cultura Económica, México, 1995, p. 468
5. Sor Juana Inés de la Cruz, *Obras Completas*, Cuarta edición, Editorial Porrúa, México, 1977
6. Pedro Calderón de la Barca, *Obras Completas*, Tercer volumen, Editorial Aguilar, Madrid, 1932, pp.179-197
7. *Diccionario Enciclopédico Salvat*, Tomo 20, Barcelona, 1984, p. 257
8. Adrián Vander, *Plantas Medicinales*, Barcelona, 1977, p. 105
9. Vander, *op.cit.*, p. 65
10. Vander, *op.cit.*, p. 64
11. Laura Sámano Tajonar, *Plantas y yerbas curativas de México*, Tercera edición, Gómez Gómez Hermanos Editores, México, sin fecha, p. 53
12. Richard Evans Schultes y Albert Hofmann *Plantas de los Dioses. Orígenes del uso de los alucinógenos*, Fondo de Cultura Económica, México, 2000, p. 56
13. Basilio Petrarcos, *Delfos*, Ediciones Clío, Atenas, 1997, p. 11
14. Vander, *op.cit.*, p. 69
15. Sámano Tajonar, *op.cit.*, p. 19
16. Salvat, Tomo 14, p. 136
17. *Evangelios Apócrifos*, Segunda edición, Editorial Porrúa, México, 1992
18. Elías Trabulse, "El hermetismo y Sor Juana Inés de la Cruz", *El círculo roto*, Fondo de Cultura Económica, México, 1984, pp.75-91.
19. Salvat, Tomo 19, p. 500
20. Sor Juana Inés de la Cruz, *Obras Completas*, *op.cit.* p. 428
21. Octavio Paz, *Sor Juana Inés de la Cruz o Las trampas de la fe*, *op.cit.* p.225

# LA REGLA DE OSHA: IDENTIDAD Y MEMORIA COLECTIVA

Ana Cristina Braga Morfi

El estudio de la Regla de Osha como texto determina la participación de una construcción discursiva particular dentro de los marcos de la cultura cubana. El análisis de los diversos discursos o textos que la conforman permite en este trabajo acercarnos a los espacios de una memoria colectiva que determina su movilidad en la inserción de un contexto particular. Los diversos discursos que conforman a la Regla de Osha la determinan como una unidad textual de fuertes materialidades ideológicas donde los procesos de actualización textual se definen en los marcos de un diálogo con otros textos y con el contexto mismo. La reconstrucción permanente de los textos de la Regla de Osha impulsa y condiciona las reconstrucciones permanentes de los discursos que originalmente la conformaron y se establecen como parámetros de una discursividad que también actualiza su diversidad y coherencia en los espacios de una Semiosfera que es la cultura cubana.

Los santos yorubas se definen dentro de este espacio como un complejo sistema signico que se inserta como texto dentro de la conformación de una memoria colectiva, donde el desplazamiento geográfico obliga al texto a dialogar en un proceso de traducción desde una perspectiva semiótica. La correlación entre lo traducible y no traducible se individualiza dentro de un espacio semiótico, donde la ubicación del orisha genera movimientos complejos a partir de las asimilaciones y contradicciones que en el espacio de la cultura se crean. El encuentro de diversas culturas en un nuevo espacio semiótico permiten al orisha ser observado e interpretado desde nuevos modelos de asimilación y lecturas del signo como parámetro cultural. El diálogo es aquí un arduo proceso en el que los orishas dialogan desde sus estructuras de concepción original hasta la adecuación a la nueva esfera semiótica, donde se insertan y afianzan en los planos de la memoria colectiva y en la definición de su nueva identidad.

Palabras clave: Semiosfera, Discursividad, Regla de Osha, Orisha, Diálogo

## 1. Introducción

El estudio de las diferentes culturas que hoy forman la cultura cubana ha permitido a diversas disciplinas estudiar la complejidad de una identidad cultural basada en la diversidad y las contradicciones de un proceso dinámico y coherente en su propia estructura. Antecedentes de los

---

Maestra: Ana Cristina Braga Morfi. Profesora del Departamento de Comunicación y Tecnologías de la Imagen. ITESM-Campus Ciudad de México, [abraga@campuus.ccm.itesm.mx](mailto:abraga@campuus.ccm.itesm.mx)

estudios sobre el texto de la Regla de Osha han abordado este fenómeno desde una dimensión sociológica, antropológica y descriptiva del hecho.

Las aportaciones que hoy la cultura analizada nos brinda permite enfocar el estudio desde una postura semiótica, dada la condición de texto que ésta manifiesta. La Semiótica de la Cultura es un modelo que permite comprender este sistema desde la construcción misma del discurso, partiendo del concepto propuesto por Iuri Lotman de Semiosfera como el espacio semiótico fuera del cual es imposible la existencia misma de la semiosis, donde ella manifiesta una profundidad diacrónica, pues está dotada de un complejo sistema de memoria y sin esa memoria no puede funcionar [1]. Es abordado entonces el concepto de economía, mecanismo regulador del sistema comunicativo y pertinente para el análisis de la cultura como sistema semiótico. Y es basándonos en estas definiciones lo que nos permite analizar cómo un texto de esta complejidad debe ser estudiado desde nuevos modelos de análisis que superen la descripción de un texto que pertenece a un sistema diferente y donde los signos manifiestan y son regulados por el sistema mismo. Este trabajo intenta demostrar cómo la Regla de Osha es un texto más de la cultura cubana, imprescindible y sujeta a un análisis pertinente a su condición y que por tener sus orígenes en la cultura negra no debe ser estudiada desde modelos occidentales y donde por su condición de marginada debe reevaluarse en su justa condición de texto semiótico. Los procesos de la memoria colectiva en el análisis de la identidad son consideraciones y parámetros que determinan en los marcos de América Latina el acercamiento de nuestras culturas desde visiones y propuestas que ella misma propone y que le son imprescindibles para la comprensión de su funcionamiento en los marcos de la cultura.

## **2. Metodología**

Como parte importante de la metodología a utilizar particularizamos en las propuestas de Iuri Lotman dentro de la Semiótica de la Cultura, sus estudios sobre la Semiosfera, el diálogo semiótico y la interacción de los códigos en los planos de la Cultura.

Es aquí donde apuntamos que las diversas culturas del Caribe han sido tema de investigaciones para varias disciplinas que han abordado el hecho desde caminos y metodologías diferentes. Para nosotros, la conformación de las culturas en tierras americanas se produjo por el encuentro de varias culturas que desde su posición de dominadas o dominantes participaban en un diálogo donde las contradicciones y aceptaciones partían de las nuevas condiciones en que se encontraban. El presente trabajo intenta analizar la conformación de la cultura cubana a partir de una perspectiva semiótica, mostrando cómo la traducción y el diálogo (partiendo de la propuesta de Iuri Lotman) constituyeron estrategias básicas para su estructuración - especialmente en la cultura yoruba - a partir de su traslado de África hacia nuevos territorios. Este desplazamiento no solo implicó movilidad desde el punto de vista humano, sino procesos de adaptación y diálogo en



la cultura misma. El resultado fue el surgimiento de una semiosfera que delimitaba sus espacios y relaciones. La cultura europea, fundamentalmente la española, se situó dentro del un núcleo que le aseguró su fortaleza como cultura dominante, mientras que aquellas que llegaban en condición de subordinadas por la esclavitud vivieron en la periferia misma. Esta delimitación dentro del espacio de la cultura, definió un sistema de relaciones que imponía desde el centro la creación de códigos y formas de interpretar la realidad.

La necesidad de ubicación espacial como parte importante de la identificación y el reconocimiento de sí mismo, obliga a encontrar el lugar que le otorga a un nuevo espacio. La división y unificación del espacio para el hombre acentúa y perpetúa el sentido de pertenencia y de identidad. Lotman apunta que "...Toda actividad del hombre como *homo sapiens* está ligada a modelos clasificadores del espacio, a la división de éste en propio y ajeno y a la traducción de los variados vínculos sociales, religiosos y políticos, de parentesco, etc. al lenguaje de las relaciones espaciales" [2].

Todos los aspectos apuntados en la cita anterior fueron condiciones determinantes para el africano dentro de Cuba; la identificación del "otro" necesitaba el reforzamiento del "yo" en el nuevo espacio y en el sistema de relaciones que se imponía. Una reconstrucción de un sentido dentro de esta semiosfera, necesitaba la presencia de "viejos códigos" y su reinserción e interpretación coherente y válida a las nuevas condiciones de vida. La correspondencia entre deidades necesitaba no sólo de similitudes, sino también de diferencias, pues en estas últimas recaía la posibilidad de pertenecer y ser dentro del nuevo universo de identificación humana. La necesidad de reproducción análoga dentro de un sistema, asegura la copia de ese universo. Al entrar en esta reproducción el individuo encuentra identidad en la propia analogía. Lotman destacaba la importancia de estas copias dentro de la conciencia o participación del individuo dentro de la cultura:

Precisamente esa propiedad hace al texto un generador de sentido, y no sólo un recipiente pasivo de sentidos colocados en él desde afuera. Esto permite ver en el texto una formación que lleva al lugar que se queda vacío entre la conciencia individual – mecanismo semiótico generador de sentido que se basa en la asimetría funcional de los grandes hemisferios cerebrales- y el del dispositivo poliestructural de la cultura como inteligencia colectiva [3].

Aquí intervinieron manifestaciones culturales, que en menor grado e importancia se situaron en el diálogo y se reestructuraron para participar en el sistema. La cultura cubana se crea a partir de estructuras dialógicas, donde cada texto interviene de manera indistinta según el tiempo y el espacio analizado. La semiosfera como sistema determina movimientos que se desplazan desde el centro y la periferia. El nacimiento de la cultura cubana fue planteado a partir de traducciones de las culturas originarias. Es por esto que no todos los orishas africanos lograron insertarse en los nuevos marcos culturales. Los que resultaron útiles a las nuevas condiciones fueron readactados, reinterpretados y también traducidos a un universo de códigos diferentes. Se establecieron también traducciones entre las culturas africanas que llegaron. Los orishas eran diversos, sin embargo en la cultura cubana se depuraron y coexistieron para un único fin. La actualización de estos textos se produce bajo las reglas que dicta el nuevo espacio semiótico. En la cultura cubana hoy viven orishas de diferentes partes de África, santos católicos, creencias espiritistas, influencias judías, asiáticas, entre otras, pero todas participan y se corresponden bajo procesos de

dialogicidad, de intercambio y de traducción desde una perspectiva semiótica. Sin embargo, no todas intervinieron de igual forma en esta estructura, algunas manifestaciones culturales que desde el inicio eran fuertes y determinantes en el interior del sistema lograron establecer leyes para el propio proceso de traducción; ésta se generó a partir de los textos que cumplían objetivos importantes dentro de las culturas que por su importancia espacial y humana lograban imponerse en el núcleo o la periferia de la nueva cultura. La cultura yoruba se impuso en tierras africanas, antes de ser arrancada de su espacio original ella se establecía entre las más desarrolladas e importantes por nivel económico, político y religioso. Al establecerse en el nuevo espacio como cultura dominada defendió su existencia y se adaptó para lograr sobrevivir. El proceso mismo le permitió aceptar el fenómeno desde una concepción de interpretación, los códigos y su funcionamiento permitieron al negro entrar en un dinámico proceso comunicativo en su nueva semiosfera. Su lugar en este proceso había cambiado radicalmente, entonces sus códigos y relacionales debían sufrir una fuerte transformación.

Es importante entonces determinar que este texto puede definirse como analiza Lotman “como un complejo dispositivo que guarda varios códigos, capaz de transformar los mensajes recibidos y de generar nuevos mensajes, un generador informacional que posee rasgos de una persona con un intelecto altamente desarrollado” [4].

### **3. Resultados y Discusión**

La definición de semiosfera permite acercarnos a este estudio partiendo del movimiento, del desplazamiento, el diálogo y la negación dentro de un sistema coherente de existencia signica. El signo está en constante diálogo y es la definición de su coherencia lo que permite ver la relación entre lo que es aceptado o no dentro de este espacio semiótico. Aquí Lotman apunta la existencia del texto y el no texto. Lo no entendido estará entonces dentro del espacio exterior, del no texto. La Regla de Osha es en nuestro estudio un discurso que se ha desplazado de un espacio marginado y negado hacia la cultura misma. De pertenecer al “mundo del negro”, el esclavo, “el otro”, hoy ha pasado a formar parte de la cultura cubana. El proceso de colonización ubicó este discurso en la frontera, en la categoría de lo no organizado o comprensible, sin embargo, el propio desarrollo de la cultura cubana permitió a las culturas africanas modificarse en un proceso de traducción dentro del espacio de una cultura en formación, y aunque ella manifestó al inicio solidez y perseverancia para sobrevivir, se vio desplazada hacia lo marginal. La Regla de Osha era entonces, parte del mundo del barracón, allí se cerró y a partir del silencio y del encierro logró sobrevivir. Aun hoy veremos que el silencio es parte de la vida que le permite su existencia. Este no decir provoca una sugerencia discursiva hacia la curiosidad o el miedo. Posturas de una misma relación discursiva. Aquí el ocultar permite el desarrollo de la propia legitimación dentro de la semiosfera que lo sostiene: discurso cerrado y abierto a la vez; algunos saben, otros suponen, otros quieren conocer, pocos son los concedores. Pasión ante el discurso, negación ante lo desconocido, negación ante lo que no pertenezco, reafirmación ante lo que formo parte. Aquí el sujeto discursivo determina sus formas de circulación, qué debe circular, cómo y de qué manera.

En las sociedades de discursos la función de conservar y producir discursos está regulada por las propias condiciones que se generan dentro de este espacio. Las reglas tienden a ser estrictas, cerradas, la circulación de los discursos establecerá las condiciones de distribución. La caracterización de la cultura negra en Cuba puede también establecerse a partir de la particularidad de la intercambiabilidad discursiva. La relación entre el secreto y la divulgación constituyen una unidad pertinente dentro del proceso de conservación y permanencia en los

marcos de la cultura. Cada discurso está marcado por su espacio, los códigos son estrictamente establecidos de antemano y el respeto a éstos constituyen organizaciones establecidas en el mismo discurso. Cada sujeto discursivo conoce también su función, el cómo respetar al otro. Olofi, estableció las leyes, es indispensable entenderlas para comprender la propia existencia en la Regla de Osha.

La cultura occidental definió por su lugar y poder dentro de los marcos de la colonización lo civilizado o certero. Su manera del ver el mundo se estableció como el discurso del poder, pero en Cuba el barracón, el mundo del negro sobrevivió y marcó pautas importantes para su sobrevivencia. El negro mintió, continuó defendiendo su visión del mundo, respetó y adoró a sus orishas a partir de materialidades nuevas, reinventadas, adaptadas a las nuevas condiciones de existencia. Se mantuvo en silencio, pero penetró al mundo blanco proponiendo soluciones concretas a problemas que la cosmovisión occidental no podía resolver. Aquí trabajaba en su lengua y entró al mundo que le era impuesto como ajeno. La memoria profunda -apunta Lotman- es garantizada por la presencia de elementos lingüísticos que, en primer lugar, están sometidos a cambios (la completa invariancia hace innecesaria la memoria), y en segundo lugar, poseen la capacidad de conservarse en el sistema tanto en su invariancia como en la diversidad de sus realizaciones [5]. El africano mantuvo su lengua en el barracón y aún cuando necesitaba entender al blanco lo hacía desde su propio lenguaje, aquél que conocía y le permitía comprender el mundo. Se movió y pudo desplazarse hasta el otro espacio, aceptó aquello que la cultura blanca le brindaba y le era factible para preservar la cultura negra. Muchos extraños a la cultura cubana cuestionan la analogía establecida entre orishas y santos católicos en Cuba: Obatalá-La Virgen de las Mercedes, Yemayá-La Virgen de Regla, Changó-Santa Bárbara, Oshún-La Virgen de la Caridad del Cobre, etc. Esta persistencia de conservar la analogía solo puede comprenderse dentro del discurso de la Regla de Osha en Cuba, pues la similitud fue establecida en función de encontrar la identidad misma. No muere una cultura si ésta se adapta a las nuevas condiciones. Aquí la traducción permite entender a dónde pertenecemos y qué lugar ocupamos en el espacio de la cultura. Para los africanos la memoria, la pertenencia constituía un objetivo importante en su nueva realidad. Al respecto de esta problemática Iuri Lotman apunta:

Análogo en sus fundamentos es el proceso del trato entre culturas en los casos en que una cultura recién surgida se tropieza con una vieja cultura. La reserva de textos, códigos y distintos signos que se precipita de la vieja cultura a la nueva, más joven, desvinculándose de los contextos y los nexos extratextuales que le eran inherentes en la cultura madre, adquiere típicos rasgos sinistrohemisféricos. Se deposita en la memoria cultural de la colectividad como un valor autosuficiente. Sin embargo, en adelante es interpretada sobre la base de la realidad de la cultura hija, se produce un enganche de los textos a la realidad extratextual, en el curso de lo cual la esencia misma de los textos se transforma radicalmente [6].

Esta transformación apuntada por Lotman es lo que permite comprender la nueva perspectiva del negro dentro del Caribe. Aquí la concepción del orisha se sitúa y se inserta en la cultura nueva en la que participa. Situada en la periferia determina su propia movilidad y consideración dentro de la cultura:

Las formaciones semióticas periféricas pueden estar representadas no por estructuras cerradas (lenguajes), sino por fragmentos de las mismas o incluso por textos aislados. Al intervenir como "ajenos" para el sistema dado, esos textos cumplen en el mecanismo total de la semiosfera la función de catalizadores. Por una parte, la frontera con un texto ajeno siempre es un dominio de

una intensiva formación de sentido. Por otra parte, todo pedazo de una estructura semiótica o todo texto aislado conserva los mecanismos de reconstrucción de todo sistema. Precisamente la destrucción de esa totalidad provoca un proceso acelerado de “recordación”- de reconstrucción del todo semiótico por una parte de él. Esta reconstrucción de un lenguaje ya perdido, en cuyo sistema el texto dado adquiriría la condición de estar dotado de sentido, siempre resulta prácticamente la creación de un nuevo lenguaje, y no la recreación del viejo, como parece desde el punto de vista e la autoconciencia de la cultura [7].

Estas afirmaciones de Iuri Lotman nos permiten comprender el proceso generado en la propia cultura cubana. En los marcos de la periferia no solo se ubicaron culturas negras. La llegada a la isla de diversas manifestaciones culturales de diversas zonas de África, así como de Asia y de Europa provocaron relaciones y diálogos de entendimiento, aceptación y depuración en virtud del nuevo espacio discursivo. Hablar de cultura cubana no es posible sin hacer referencia a esos fragmentos de textos que se ubicaron para conformar estructuras discursivas de gran complejidad y singularidad. Los discursos necesitaron adaptarse, entenderse y comunicarse bajo otros parámetros comunicativos. Los nuevos lenguajes surgieron dentro y por las propias condiciones de producción discursiva que auguraban nuevas relaciones y materialidades. Discursos diversos, diferentes en su esencia, que vivían bajo relaciones de conflictos y coexistencia, pero que se necesitaban en el nuevo espacio de la cultura. La circulación de los discursos se estableció en diferentes momentos de la cultura, la entrada y salida de los mismos fueron definidos a partir de momentos donde la propia relación entre ellos permitía uno u otro estadio en las relaciones intertextuales. El texto o discurso cumple aquí la función de generar nuevos sentidos, sentidos que nacen en la relación de éstos con los sujetos discursivos dentro de una colectividad. La relación de los textos nuevos con otros textos ocurre dentro del espacio de la semiosfera y es solo dentro de ella que esta relación adquiere sentido dentro de los parámetros de la cultura. En Cuba la relación se estableció de manera singular y es Fernando Ortiz uno de los más importantes estudiosos de la cultura cubana quien sostuvo:

Pero pocos países habrá como el cubano, donde en un espacio tan reducido, en un tiempo tan breve y en concurrencias inmigratorias tan constantes y caudalosas, se haya cruzado razas más dispares, y donde sus abrazos amorosos hayan sido más frecuentes, más complejos, más tolerantes y más augurales de una paz universal de las sangres; no de una llamada “raza cósmica”, que es pura paradoja, sino de un posible, deseable y futura desracialización de la humanidad [8].

Esta diversidad de razas debe entenderse dentro de nuestro estudio como la diversidad de culturas encontradas. Aquí la relación discursiva no solo se genera dentro de las culturas negras llegadas a Cuba, sino dentro de las diversas manifestaciones que de otras partes del mundo encontraron un espacio nuevo para establecerse.

Dentro de las culturas negras, la relación se dio a partir de un diálogo que permitía la existencia de los orishas como deidades que regían la existencia, los rituales como discursos coherentes en la vida cotidiana. Considerando que la presencia de los diversos discursos presupone la supremacía de unos sobre otros es importante considerar que también aquí el discurso yoruba tomó mayor proliferación e importancia, pues por constituir mayoría, pudo determinar patrones y códigos dentro de la cultura negra cubana que nacía.

En estas manifestaciones discursivas, los rituales, las deidades u orishas, así como otros discursos a considerar, establecieron nuevas relaciones en función de un discurso particular. Entender cómo un orisha se relaciona con un iniciado es comprender el discurso de la Regla de Osha, es encontrar sentido a una relación con la vida, con la concepción misma de la existencia. Describir algunos rituales de este discurso puede provocar en nuestras investigaciones acercamientos y meras descripciones carentes de significación. Entender el mundo y las relaciones dentro de la Regla de Osha es creer en un mundo particular, donde el ritual, la adoración y respeto por los santos establece el inicio del proceso. Si este estudio intenta además acercarse a la problemática expuesta, es porque considera el nivel de pertenencia y significación de la cultura negra en y por ella misma. Hoy recurrimos a determinar no una cultura únicamente negra, en Cuba descendientes de negros, asiáticos o europeos creen, practican o aceptan que ella existe y que se establece como un discurso importante dentro de la cultura cubana.

Cuando planteamos que aquí el diálogo es determinante en el análisis es porque comprender y estudiar un discurso aislado provocaría sumergirnos en consideraciones y aseveraciones que describirían un hecho fuera y desprendido del contexto y la semiosfera que lo sostiene. Una danza por ejemplo, no es solo una representación escénica entendida como baile o diversión, es hablar, encontrarse con el orisha. La entrega, el respeto, la adoración están, en este discurso, alejados de la creatividad del ejecutante. Lo importante es la relación del bailarín con su orisha. En esa danza el iniciado entrega todo, alma y cuerpo se funden en la creencia misma. El diálogo y la interrelación superan las expectativas de una entrega formal. Todo se ofrece, el cuerpo responde con las actitudes y características del orisha al que se le baila. La alegría está en una entrega corporal, física, que define la relación del individuo con el mundo. La alegría, la tristeza, el cansancio de la deidad aparece en los pasos, en el ritmo y es el tambor el que marca la pauta. Descripciones de gestualidad o proxemia permitirían ver ritmos y cadencias particulares, pero lo importante radica aquí en la significación del acto, en la importancia que este texto o discurso tiene dentro de un orden mayor. La jerarquización de los textos que participan en el sistema es determinado por el sistema mismo, según las condiciones de producción, circulación y recepción que marca el contexto. Es por esta movilidad que cuando hablamos de memoria en los marcos de la cultura defendemos que los textos no resultan inmovibles, sino que se desplazan y sostienen su permanencia generando nuevos sentidos. También consideramos que en ocasiones fragmentos de estos textos son los que sufren una traducción y según las posibilidades del sistema éstos son olvidados o retomados en el marco de la nueva cultura.

En Cuba el proceso de traducción constante permite ver que la identidad aún hoy debe ser considerada como un proceso vivo y de altos niveles de relación dentro de la cultura como sistema. Acaso se piense que la cubanidad hay que buscarla en esa salsa de nueva y sintética suculencia formada por la fusión de los linajes humanos desleídos de Cuba; pero no, la cubanidad no está solamente en el resultado sino también en el mismo proceso complejo de su formación, desintegrativo e integrativo, en los elementos sustanciales entrados en su acción, en el ambiente en que se opera y en las vicisitudes de su transcurso [9].

#### **4. Conclusiones**

La Regla de Osha no es una cultura africana, es la cultura negra traducida constantemente en la movilidad que la cultura cubana la permite en su desarrollo continuo, un sistema semiótico dinámico que permite hablar de los viejos yorubas y las nuevas generaciones que insertan textos olvidados por sus propios antecesores. Reconstrucción de un sistema que actualiza sus códigos

con las nuevas visiones del mundo que actúan e intervienen en la isla. Las condiciones de producción en que se genera el texto marcarán las traducciones necesarias, los olvidos y las posibilidades de actualización del texto en su relación con los otros textos que también participan en dicha organización. Este sistema es entonces un lenguaje comunicativo que se sustenta en la memoria de un grupo; colectivo que se define por la necesidad de una lectura particular del signo y del sistema sígnico en general y que permite definirse en sí mismo en relación a otros textos que interactúan continuamente modificándolo y determinándolo en su singularidad. La cultura cubana se define en las aceptaciones y las contradicciones que manifiesta un sistema compuesto por individualidades y colectivos que se modifican continuamente en la reafirmación de una identidad.

## 5. Referencias

- [1] Lotman.I. La Semiosfera I. España. Cátedra. 267pp (1996)
- [2] Lotman.I. La Semiosfera II. España. Cátedra. 254pp (1998)
- [3] Lotman.I. La Semiosfera II. España. Cátedra. 254pp (1998)
- [4] Lotman.I. La Semiosfera I. España. Cátedra. 267pp (1996)
- [5] Lotman.I.La Semiosfera II.España. Cátedra.254pp (1998)
- [6] Lotman.I. La Semiosfera I. España. Cátedra.267pp (1996)
- [7] Lotman.I. La Semiosfera I. España. Cátedra. 267pp (1996)
- [8] Ortiz, F. Estudios Etnosociológicos. Cuba. Ciencias Sociales. 280 pp (1939)
- [9] Ortiz, F. Estudios Etnosociológicos. Cuba. Ciencias Sociales. 280 pp ( 1939)

**THE ROADWAY METAMORPHOSIS.** Jorge Angel Diaz Tejada, Departamento de Arquitectura, Campus Estado de México, ITESM.

Symbiosis means living together and in its narrowest form can mean *two species* deriving mutual benefit from the association. The two species are, land use in *retail activities* and *the transportation system*. On the other hand, the relationship can be one of *parasitism*. The essential features are that 1.- The parasite is physiologically *dependent* on the host, 2.- It has a higher *reproductive potential* than the host 3.- It is capable ultimately of killing heavily *infected hosts*, and 4.- The infection process tends to produce an *over dispersed distribution of parasites* within the host population. (C.P Kennedy-Ecological Animal Parasitology.Blackwell Scientific 1975)

So, following the *metaphor* between animal parasitology and its correspond to the urban space, my statement is that *retail activities acts as the parasite* and *the transportation system acts as the host*.

We should therefore expect that in the city centre an abundance of retail activities will inevitably affect, the efficiency of the transportation system (seen as an infected host), the cityscape and of course one of its most important values, the urban heritage.

The *roadway metamorphosis*, means the change of its use, from a space built to allow motorized transportation, to a space for trade, and it is the climax of that over dispersed distribution of parasites (street vendors) within the host population (the roadway), that is capable ultimately of killing the transportation system ( as soon as the road changes to a pedestrian way ), which is affected by a decline in terms of trip volume among other consequences to be analyzed.

**Note:** Keywords are written in bold type.

**Área: Desarrollo Regional y Economía**  
**Coordinador de área: Dr. Jorge Ibarra Salazar**

**Desarrollo regional**

**Coordinador de mesa: Dr. Ismael Aguilar Barajas**



# MODELO DE DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE PARA EL ESTADO DE CHIHUAHUA: MEDICIÓN DEL EMPLEO Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO INDUSTRIAL

Javier Manzanera, Dominique Derijckere, CEE y CIIS

La industria, principal fuente de empleo del Estado de Chihuahua, ha presentado una serie de cambios provocando escenarios de actividad muy distintos. Este proyecto realiza un análisis dinámico de la situación del empleo, mediante el desarrollo de un Modelo de Información Regional que inicia con una descripción de la evolución socioeconómica de los sesenta y siete municipios y las siete regiones desde el año 1990 hasta el 2001, después analiza la tendencia del empleo en los diferentes subsectores de actividad económica durante este mismo periodo y enseguida se desarrolla una ecuación con el método de regresión lineal múltiple, para medir el impacto de la economía nacional e internacional sobre el empleo y contar con una herramienta para la proyección del empleo, de acuerdo a distintos escenarios de situación económica. El Modelo también integra el análisis del nivel de bienestar de los municipios, efectuado mediante el análisis de componentes principales de nueve módulos con sus respectivas variables definidos en este estudio, los cuales son combinables y agrupables, obteniendo una herramienta de información precisa y flexible para adaptar la medición del bienestar a los intereses específicos del análisis. Este Modelo proporciona la información necesaria para evaluar y priorizar las regiones para la implantación de las Estrategias de Desarrollo Industrial, definidas en el respectivo Plan Estatal. Se seleccionaron del Modelo de Información Regional, las quince variables más significativas para cada una de las nueve estrategias y se calificaron en función de su valor reportado. La calificación obtenida se acumula por cada región para después comparar la calificación de las siete regiones e identificar las regiones más propicias para la implantación de cada Estrategia. Así se obtiene un modelo dinámico para la toma de decisiones en materia de empleo que es la base para la generación de Estrategias de Desarrollo Industrial Sustentable.

**Palabras clave:** Oferta de Empleo, Demanda de Empleo, Estrategias de Desarrollo Industrial, Modelo de Información Regional, Bienestar, Estimación, Proyección, Tendencias.

## 1. Introducción

Este proyecto inicia en julio del 2001, en época de fuerte crecimiento económico, en un periodo de casi pleno empleo industrial, por la inquietud del Gobierno del Estado de Chihuahua y de un grupo de organismos privados, al tener que resolver graves problemas de saturación del mercado laboral en algunas zonas y actividades específicas. En septiembre del mismo año, se modifica drásticamente el escenario, al entrar la economía estadounidense en recesión, lo cual repercute de inmediato en la situación de México y en lo particular del Estado de Chihuahua (1).

---

Ing. y M.C. Javier Manzanera Quintana, Director Centro de Competitividad Internacional, ITESM Campus Chihuahua, javier.manzanera@itesm.mx  
Lic. Dominique Derijckere Lonque, Directora Centro de Estudios Estratégicos, ITESM Campus Chihuahua, dominique.derijckere@itesm.mx  
CEE, Centro de Estudios Estratégicos, ITESM Campus Chihuahua  
CIIS, Centro de Ingeniería Industrial y de Sistemas, ITESM Campus Chihuahua

Lo que iba a ser una investigación tradicional del empleo, se rediseñó buscando darle un enfoque dinámico, de tal manera que se pueda ir acomodando a las circunstancias coyunturales y/o incorporando los diferentes supuestos o soluciones de sus usuarios. Este estudio se caracteriza por ser principalmente cuantitativo.

El objetivo del proyecto es realizar un modelo dinámico para la toma de decisiones sobre la situación del empleo en el Estado de Chihuahua, que sea la base para la generación de estrategias de desarrollo industrial sustentable habiéndose definido, por representantes empresariales y del sector público, para fines de este proyecto, el desarrollo sustentable como la generación de estrategias que permitan el desarrollo del empleo industrial. Participaron en él, presidentes municipales y empresarios cuya aportación fue de gran valor para corroborar y complementar los indicadores obtenidos.

## 2. Metodología

Los sesenta y siete municipios del Estado de Chihuahua se agrupan en siete regiones (2). El enfoque analítico de este proyecto parte de lo general hacia lo específico, con especialización en el sector industrial. Se elabora un Modelo de Información Regional que se divide en seis actividades. Las primeras tres actividades tienen un enfoque de análisis descriptivo de la situación del empleo de acuerdo a lo observado en las distintas variables en un periodo de tiempo que abarca desde el año 1990 hasta el año 2001. Las siguientes actividades tienen un enfoque de análisis dinámico que permite hacer supuestos y escenarios para analizar el impacto de las distintas variables sobre el empleo. Esta parte dinámica del estudio permite la generación de proyecciones y la aplicación de distintos criterios para la determinación de estrategias de desarrollo del empleo industrial. Estas actividades son las siguientes:

A) Un diagnóstico de la situación socioeconómica de los municipios y regiones del Estado, integrado por una serie de variables (3), que se conforma por valores absolutos, tasas e indicadores que muestran la tendencia y comportamiento de cada variable (1990-2001), y resulta en un análisis de tendencias y un análisis comparativo que describen la evolución del municipio y la región, y ubican su situación socioeconómica específica con respecto a otros municipios, regiones y con respecto al Estado.

Así el diagnóstico incorpora diversos valores en materia de población, inmigración, educación, ingresos, actividad económica y población ocupada por sectores. Estos últimos datos conducen a la estimación de, entre otros, tres indicadores de la actividad industrial (4):

- (a) Índice de diversificación industrial: Se calculó tomando el número de ramas industriales de la región entre el número de ramas del Estado; para tener un comparativo de la diversificación de la actividad industrial de las regiones. Mientras más cercano sea el valor de este índice a uno, más diversificada es la actividad industrial de la región con respecto al Estado.
- (b) Estabilidad de la estructura industrial: Este índice se calculó tomando el número de ramas que representan más del uno por ciento del empleo industrial de la región entre el número total de ramas industriales de la zona geográfica. Mientras más alto sea el valor de este índice, tendiendo a uno, es mayor la estabilidad del empleo industrial.
- (c) Índice de dependencia del empleo industrial: Este indicador mide el porcentaje de personas que laboran en empresas medianas y grandes. A mayor porcentaje es mayor la dependencia del empleo industrial con unas cuantas empresas y es mayor también el riesgo de desempleo masivo.

La última sección del diagnóstico es la estimación de la disponibilidad de mano de obra para cada región y municipios, la cual se calcula sumando a la población desocupada la estimación del sector informal de la región. Este indicador del sector informal se obtuvo restando a la población ocupada

reportada por el Censo de Población, la población ocupada en el sector primario de esta misma fuente, la población ocupada en el sector manufacturero, comercio y servicios por el Censo Económico de 1999 proyectada al año 2000 y los asegurados promedio durante el año 2000 en el sector minería, construcción y electricidad.

Es importante señalar que el sector informal tiene algunos condicionantes para formar parte de la disponibilidad de mano de obra como son que en este sector se encuentran personas que no desean integrarse al sector formal, también se encuentran quienes no desean integrarse al sector industrial y además se encuentran en este sector las personas que no cumplen con el perfil requerido por las empresas o para quienes las condiciones ofrecidas por las empresas no satisfacen los requerimientos de las personas.

B) El siguiente componente del Modelo de Información Regional es el análisis de tendencias del empleo, el cual se elabora a partir de la información del IMSS acerca del número de asegurados por mes en cada municipio, desde enero de 1990 hasta diciembre del 2001. Se analizan las tendencias de crecimiento o decrecimiento anual del empleo total y del empleo por subsectores en cada región, comparando las tasas de crecimiento promedio anual para detectar movimientos positivos o negativos del empleo y conocer el impacto que tienen los subsectores entre sí y con el empleo total y detectar la sensibilidad de los diferentes subsectores a las situaciones coyunturales.

C) A la par de estas actividades se realiza la investigación de campo, por medio de un sondeo de opinión con los empresarios y presidentes municipales en las distintas regiones del Estado para validar información y complementar el modelo de información regional (5).

D) El siguiente componente del Modelo de Información Regional, y el primero del análisis dinámico, consiste en la medición del impacto de la economía nacional e internacional sobre el empleo. Utilizando el análisis estadístico por medio de la regresión lineal múltiple (6), se elabora un pronóstico del empleo de cada región con base en el análisis de las tendencias de las variables económicas del Estado de Chihuahua, variables económicas nacionales de México, variables económicas nacionales de Estados Unidos de América y variables de Estados del sur de ese país. Se analizaron en total 952 variables distribuidas en cuatro bases de datos de 1990 a la fecha (7).

Utilizando el método de regresión múltiple se analiza la correlación entre variables y la correlación de éstas con el empleo (variable dependiente). Para ello se utilizó el paquete estadístico Statistica para Windows versión 4.5 así como el complemento de análisis de datos, módulo regresión, de Excel.

Con una confiabilidad del noventa y cinco por ciento, se determinan las variables que por su alta correlación con la variable del empleo, registrado por el IMSS en cada región, serán significativas para formar la ecuación que permite estimar el empleo.

Una vez que se tiene la ecuación con las variables correspondientes a la región considerada, es posible hacer estimaciones del empleo pronosticando diversas combinaciones de valores para las variables explicativas, que suponen distintos escenarios de la situación económica en el ámbito nacional e internacional y determinan distintos niveles de empleo. La utilidad de esta ecuación está en función de la experiencia y capacidad para determinar los valores que corresponden a los distintos escenarios. Los valores asignados como punto de partida para hacer una primera estimación del empleo a diciembre del 2002, se basan en cálculos de crecimiento promedio anual y proyecciones elaboradas por expertos analistas (8).

E) El siguiente componente del Modelo de Información Regional, complementa los análisis y proyecciones del empleo. Consiste en el análisis del nivel de bienestar de los sesenta y siete municipios del Estado de Chihuahua, y se lleva a cabo mediante la utilización de la herramienta estadística del análisis de componentes principales (9). Esta herramienta es una técnica estructural cuyo principal objetivo es resumir información, sus variables son métricas y la mayoría de ellas deben estar medidas en escala de intervalo.

Esta técnica analiza las relaciones entre un determinado número de variables y trata de explicarlas por medio de un concepto (atributos, características o dimensiones) que las agrupe. Esto es, resume la información de las variables originales mediante características comunes a dichas variables y que las representan lógicamente.

Se definieron nueve módulos con sus respectivas variables (10) cuya información se analizó utilizando el dicho método, el cual, arrojó un valor individual (índice) para cada municipio. Se agruparon todos los municipios de menor a mayor valor y posteriormente se clasificaron por distribución equitativa de municipios.

El análisis se realizó de manera individual y global a partir de los siguientes módulos con sus respectivas variables:

- |                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| (a) Transporte y comunicaciones. | (b) Medio ambiente.    |
| (c) Integración familiar.        | (d) Salud.             |
| (e) Vivienda.                    | (f) Educación.         |
| (g) Empleo digno e Ingreso.      | (h) Seguridad pública. |
| (i) Instituciones sólidas.       |                        |

De acuerdo a los resultados obtenidos se hizo una clasificación de los niveles de bienestar en cinco grupos:

- (a) Nivel Muy Bajo    (b) Nivel Bajo    (c) Nivel Medio    (d) Nivel Alto    (e) Nivel Muy Alto

Los resultados de bienestar para los municipios y regiones del Estado, se pueden agrupar por módulo, por el conjunto o combinación de varios módulos o por el conjunto del total de módulos analizados. La ventaja de esta capacidad de agrupación de módulos es la flexibilidad para adaptar la medición del bienestar a los intereses específicos del análisis.

F) Por último, el Modelo de Información Regional proporciona la información necesaria para diseñar Estrategias de Desarrollo Industrial para el Estado de Chihuahua.

Se pretende comparar las siete regiones del Estado y ver para cada una de las estrategias definidas en el Plan de Gobierno, en materia de desarrollo industrial, cuáles son las regiones con mayor necesidad de implantación de dicha estrategia. Para ello, se elaboró una lista de estrategias para la generación de empleo industrial en el Estado de Chihuahua; la base para determinar las estrategias fueron las proporcionadas por Gobierno del Estado en el Programa de Desarrollo Industrial 1998-2004.

Las estrategias seleccionadas son las siguientes:

- (a) Nuevas industrias maquiladoras.
- (b) Nuevas empresas agroindustriales
- (c) Promoción industrial (empresas tipo tecnológico).
- (d) Creación de micros y pequeñas industrias.
- (e) Consolidación de micros y pequeñas industrias.
- (f) Vinculación municipal
- (g) Vinculación tecnológica
- (h) Insumos industriales.
- (i) Infraestructura.

De la información se realizó un análisis en el que se compara la situación de cada una de las regiones para determinar en términos relativos la mejor estrategia con base a su calificación.

Ahora bien, para cada estrategia se seleccionaron los quince indicadores económicos y de bienestar más significativos con sus respectivos valores regionales de acuerdo a la estrategia analizada. Se calificaron las regiones del uno al siete en función de su valor reportado, siendo uno, la calificación más favorable a la aplicación de esta estrategia y siete la calificación menos favorable. Finalmente, se sumaron por regiones los diferentes resultados y se ordenaron dichas regiones de menor a mayor, siendo la región con menor suma la más propicia al desarrollo de esa estrategia.

Cabe mencionar que dicho método parte del principio de dar prioridad a ciertas regiones para la implementación de las estrategias y el mismo puede arrojar resultados diferentes en función de la posición política y opinión económica del analista así como del factor tiempo que a un momento dado, pueden ser elementos de influencia en la selección de las quince variables. Por lo mismo, en la base de datos se pueden seleccionar otras variables y aplicar este mismo proceso.

### 3. Resultados y Discusión

**Proyecciones del empleo:** Se realiza la confrontación de los valores estimados de la mano de obra (demanda de empleo) y la estimación del empleo a partir de la ecuación de regresión lineal múltiple (oferta de empleo), para diciembre del 2002.

Para formar la ecuación se detectan las variables que impactan significativamente en el empleo de cada una de las regiones. Una vez que se tiene esta ecuación, se estima el valor de cada variable para diciembre del 2002. El valor de cada variable se estima de acuerdo a alguno de los siguientes dos criterios: el primero, la proyección de Bursamétrica (8) y el segundo criterio para aquellas variables que no cuentan con esta estimación, es el cálculo de los valores de acuerdo a su tasa de crecimiento promedio anual. Se hace énfasis en la utilización de esta ecuación por parte de personas que cuenten con experiencia en la proyección de las variables de acuerdo a su área.

Cada uno de los valores proyectados es multiplicado por el coeficiente de cada variable, obtenido en la ecuación inicial, más la constante de la ecuación. El signo de la variable en la ecuación nos indica el tipo de relación que tienen, por ejemplo: la tasa de desempleo en Nuevo México tiene un signo negativo, por lo que al aumentar su efecto, disminuye el empleo en la región; por otro lado, la tasa de desempleo en Texas tiene signo positivo, por lo que al aumentar tiene el efecto de aumentar el empleo en la región. La ecuación resultante de cada una de las regiones analizadas se muestra en la tabla 1.

Ecuación Región I	$28527.55 + (EUAG029 * 4.58) - (EUAR088 * 1667.07) + (EUAR089 * 3219.75) + (MEXG020 * 1.31) + (MEXG220 * 38.59) + (MEXG231 * 0.0019) + (MEXR072 * 359.42) + (MEXR123 * 0.27)$
Ecuación Región II	$-159662.67 + (EUAG009 * 37.17) - (EUAR088 * 3979.14) - (EUAR89 * 10663.69) + (EUAR094 * 3215.10) - (EUAR105 * 0.0009) + (MEXG092 * 203.43) + (MEXG216 * 7.72) - (MEXG225 * 34.72) + (MEXG313 * 344.20) + (MEXR123 * 0.23)$
Ecuación Región III	$1618.72 + (EUAG004 * 105.82) - (EUAR089 * 720.41) + (EUAR093 * 102.96) + (EUAR104 * 0.0006) + (MEXG001 * 35.28) + (MEXG018 * 142.75) + (MEXG109 * 1.90) + (MEXG223 * 7.68) - (MEXG229 * 0.62) + (MEXR023 * 222.90) - (MEXR036 * 4.58) - (MEXR043 * 0.80)$
Ecuación Región IV	$- 25417.33 + (EUAG004 * 3537.85) + (EUAR086 * 1635.70) - (EUAR089 * 2160.50) + (MEXG003 * 132.77) + (MEXG227 * 8.23) + (MEXR057 * 0.09) - (MEXR071 * 79.45) + (MEXR125 * 0.05)$
Ecuación Región V	$- 26564.65 + (MEXR071 * 42.59) + (MEXR125 * 0.09) - (MEXG015 * 188.53) + (MEXG133 * 18.16) + (MEXG206 * 57.89) - (MEXG231 * 0.0024) - (MEXG006 * 0.02) - (EUAG029 * 4.60) - (EUAR089 * 1280.39) + (EUA093 * 127.35) + (EUA094 * 314.33) - (EUAR105 * 0.0000567)$
Ecuación Región VI	$- 20952.25 + (0.019 * MEXR125) + (0.12 * MEXR127) + (93.77 * EUA093) + (153.85 * EUA094) + (0.001 * EUAR104) + (0.0000164 * EUAR105) + (11.28 * MEXG092) - (0.58 * MEXG221)$
Ecuación Región VII	$1964.61 + (MEXR126 * 0.29) + (MEXG203 * 256.88) + (MEXG220 * 6.98) - (MEXG231 * 0.00036) + (EUAR086 * 281.82)$

**Tabla 1.** Ecuación de regresión lineal múltiple por región para medir el impacto de la economía nacional e internacional en el empleo

Las variables que conforman la ecuación para las siete regiones, son las siguientes:

EUAG004	Remuneraciones por Hora- Ajustada estacionalmente , Total de la industria privada, Dolares corrientes	Bureau of Labor Statistics
EUAG009	Pedidos de Fábricas- Manufactura total, ajustada estacionalmente, nuevas ordenes. Millones US\$	US Census Bureau
EUAG029	Crédito al Consumidor (Bill \$, SA)	Federal Reserve Board
EUAR086	Tasa de Desempleo de California. Ajustada estacionalmente	Bureau of Labor Statistics
EUAR088	Tasa de Desempleo de Nuevo Mexico. Ajustada estacionalmente	Bureau of Labor Statistics
EUAR089	Tasa de Desempleo de Texas. Ajustada estacionalmente	Bureau of Labor Statistics
EUAR093	Producción industrial de Texas. Manufactura de bienes durables. Ajuste estacional mensualmente 1987=100	Federal Reserve Board. Dallas
EUAR094	Producción Industrial de Texas. Manufactura de bienes no durables. Ajuste estacional mensualmente 1987=100	Federal Reserve Board. Dallas
EUAR104	Exportaciones de Estados Unidos a México. Comercio por todos los medios terrestres entre Luisiana y Chihuahua	Bureau of Transportation Statistics
EUAR105	Exportaciones de Estados Unidos a México. Comercio por todos los medios terrestres entre Nuevo México y Chihuahua	Bureau of Transportation Statistics
MEXG001	Actividad Industrial Total. Base 1993=100.	INEGI. Dir. Gral. de Cont. Nacional, Estudios Socioeconómicos y Precios
MEXG003	Actividad Industrial. Industria Manufacturera. Base 1993=100.	INEGI. Dir. Gral. de Cont. Nacional, Estudios Socioeconómicos y Precios
MEXG006	Personal Total Ocupado en las Empresas Constructoras (Personas Ocupadas)	INEGI. Dir. Gral. de Cont. Nacional, Estudios Socioeconómicos y Precios
MEXG015	Empleo y Desempleo. Tasa de Presión General	INEGI. Dir. Gral. de Cont. Nacional, Estudios Socioeconómicos y Precios
MEXG018	Empleo y Desempleo. Tasa de Condiciones Críticas de Ocupación.	INEGI. Dir. Gral. de Cont. Nacional, Estudios Socioeconómicos y Precios
MEXG020	Balanza Comercial. Importaciones. Millones de Dólares	INEGI. Dir. Gral. de Cont. Nacional, Estudios Socioeconómicos y Precios
MEXG092	Índice de Volumen Físico de la Producción Manufacturera por Rama de Actividad Molienda de Trigo. (Base 1993=100)	INEGI: Sistema de Cuentas Nacionales de México
MEXG109	Índice de Volumen Físico de la Producción Manufacturera por Rama de Actividad. Aserraderos, triplay y tableros (Base 1993=100)	INEGI: Sistema de Cuentas Nacionales de México
MEXG133	Índice de Volumen Físico de la Producción Manufacturera por Rama de Actividad. Aparatos electrodomésticos (Base 1993=100)	INEGI: Sistema de Cuentas Nacionales de México
MEXG203	Tipo de Cambio Interbancario Venta (Pesos)	Banco de México. Indicadores Económicos
MEXG206	Créditos Otorgados por la Banca Comercial al Setor Agropecuario, de Silvicultura y Pesca. Millones de Pesos a precios corrientes	Banco de México. Indicadores Económicos

MEXG216	Importaciones Maquiladoras (Millones de Dólares)	SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía, INEGI
MEXG220	Exportaciones de Mercancías por Producto y Actividad Económica de Origen. Ganadería, Apicultura, Caza y Pesca (Millones de Dólares)	SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía, INEGI
MEXG221	Exportaciones de Mercancías por Producto y Actividad Económica de Origen. Industrias Extractivas (Millones de Dólares)	SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía, INEGI
MEXG223	Exportaciones de Mercancías por Producto y Actividad Económica de Origen. Otros (Servicios) Y Productos no Clasificados (Millones de Dólares)	SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía, INEGI
MEXG225	Importaciones de Mercancías por Producto y Actividad Económica de Origen. Agricultura y Silvicultura (Millones de Dólares)	SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía, INEGI
MEXG227	Importaciones de Mercancías por Producto y Actividad Económica de Origen. Industria Extractiva (Millones de Dólares)	SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía, INEGI
MEXG229	Importaciones de Mercancías por Producto y Actividad Económica de Origen. Otros (Servicios) y Productos no Clasificados (Millones de Dólares)	SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía, INEGI
MEXG231	Personal Ocupado en la Industria Maquiladora de Exportación	INEGI. Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación
MEXG313	Índice de Precios al Consumidor. Índice General. Base 1994=100	Banco de México. Índices de Precios
MEXR023	Producción de Oro en Hidalgo del Parral. Kilogramos	INEGI. Estadística de la Industria Minerometalúrgica
MEXR036	Producción de Plomo en Hidalgo del Parral. Toneladas	INEGI. Estadística de la Industria Minerometalúrgica
MEXR043	Producción de Cobre en Santa Bárbara. Toneladas	INEGI. Estadística de la Industria Minerometalúrgica
MEXR057	Personal Ocupado Total en las Empresas Constructoras en el Estado de Chihuahua (Personas Ocupadas)	INEGI. Encuesta Nacional de la Industria de la Industria de la Construcción
MEXR071	Índice del Personal Ocupado en los Establecimientos Comerciales al Mayoreo de Ciudad Juárez, Chih. (Base 1994=100)	INEGI. Encuesta Mensual sobre Establecimientos Comerciales
MEXR072	Índice del Personal Ocupado en los Establecimientos Comerciales al Mayoreo en la Ciudad de Chihuahua (Base 1994=100)	INEGI. Encuesta Mensual sobre Establecimientos Comerciales
MEXR123	Personal Total Ocupado en la Industria Maquiladora de Exportación en el Estado de Chihuahua	INEGI. Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación
MEXR125	Obreros Mujeres Ocupados en la Industria Maquiladora de Exportación en el Estado de Chihuahua	INEGI. Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación
MEXR126	Técnicos de Producción Ocupados en la Industria Maquiladora de Exportación en el Estado de Chihuahua	INEGI. Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación
MEXR127	Empleados Administrativos Ocupados en la Industria Maquiladora de Exportación en el Estado de Chihuahua	INEGI. Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación

**Tabla 2.** Variables que impactan significativamente en el empleo de las regiones del Estado.

Al resultado de la ecuación para diciembre del 2002 se le sustrae el empleo registrado por el IMSS en diciembre del 2001, para obtener el incremento (decremento) en la oferta de empleo. El incremento (o decremento) en la demanda de mano de obra se calcula proyectando el número de personas desempleadas y agregando el crecimiento natural de la población económicamente activa. La confrontación de estos dos valores, resulta en el déficit o superávit de empleo estimado en la región para diciembre del 2002 (Tabla 3).

Estimación para Diciembre del 2002	Región I	Región II	Región III	Región IV	Región V	Región VI	Región VII
Incremento en la Oferta de empleo	9,388	15,310	-306	1,765	46	-742	994
Incremento en la Demanda de empleo	23,376	89,887	2,192	4,566	1,040	1,838	1,133
Superávit o Déficit de empleo	-13,988	-74,577	2,498	2,801	994	2,580	139

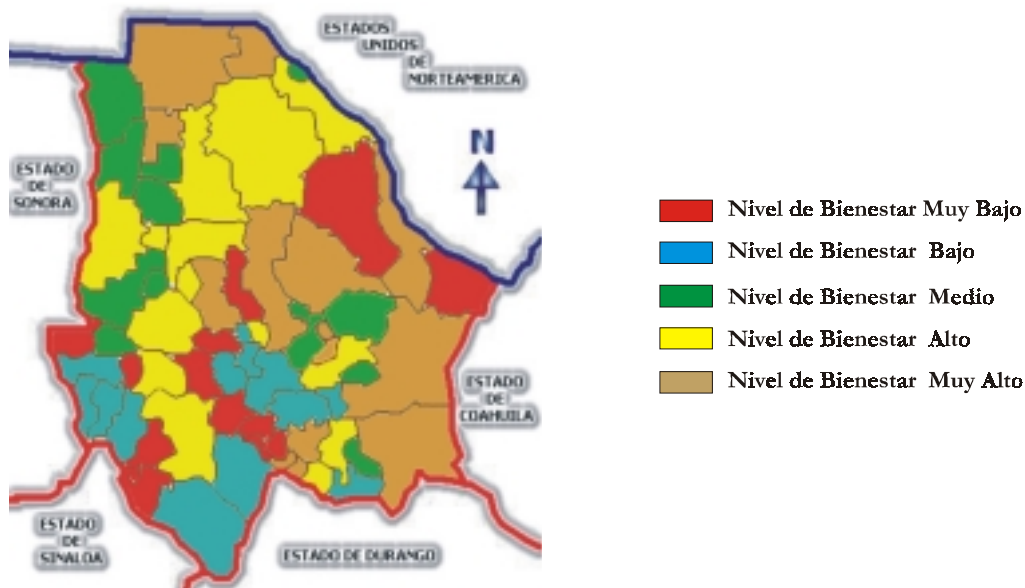
**Tabla 3.** Proyección de la disponibilidad de mano de obra para diciembre del 2002.

**Medición del nivel de bienestar (combinaciones por módulos):** La medición de bienestar proporciona panoramas específicos para los 67 municipios del Estado y varía de acuerdo a la combinación elegida de módulos. En efecto, la facilidad de combinar los módulos al poder considerar de 1 hasta los 9 módulos propuestos, ofrece generar un total de 511 definiciones diferentes de bienestar en función del interés del estudio o de los criterios del usuario. De esa forma, se pueden generar índices de bienestar global o especializados por ejemplo en aspectos social, empresarial, económico o de medio ambiente. Lo convierte por lo tanto en una herramienta flexible que brinda información precisa para evaluar la implementación de las Estrategias de Desarrollo Industrial.

Esta herramienta está a disposición en una base de datos generados por diversas fuentes primarias y secundarias, tales como el INEGI, el Gobierno del Estado, las Presidencias Municipales, Organismos Privados y el ITESM; con un sistema de archivos que ordenan y proporcionan el nivel de bienestar de acuerdo a la selección hecha por el usuario.

Complementa cálculos similares hechos por otras instituciones como el Inegi, Sedesol y Conapo principalmente por su diversidad de temas y de fuentes estadísticas, por su permanente actualización de información y como ya se mencionó por su adaptabilidad a las necesidades de cada usuario. Es compatible con la política del Sector Federal de querer medir el desarrollo humano más allá de la eliminación de la pobreza, al introducir conceptos como integración familiar, empleo digno, seguridad pública, instituciones sólidas y medio ambiente.

Finalmente, el índice global incluyendo los nueve módulos, arroja los siguientes resultados del nivel de bienestar para el Estado de Chihuahua.



**Figura 1.** Índice global del nivel de bienestar por municipios en el Estado de Chihuahua

**Viabilidad de las Estrategias de Desarrollo Industrial en cada región:** Se obtiene el Modelo de Información Regional con toda la información seleccionada, analizada en forma descriptiva y dinámica;



de este Modelo se compila una base de indicadores para analizar las Estrategias de Desarrollo Industrial. Esta base de indicadores proporciona las quince variables más adecuadas para evaluar la viabilidad de la estrategia de que se trate en cada región y es útil para efectuar la comparación entre regiones y definir las regiones más propicias para la aplicación de cada una de las Estrategias de Desarrollo Industrial

La evaluación y comparación de las distintas estrategias en cada una de las regiones se resumen en los resultados de la tabla 4. En esta tabla se localizan las Estrategias de Desarrollo Industrial y se asigna un orden a las regiones, recibiendo el número uno la región mas propicia al desarrollo de esa Estrategia y así sucesivamente hasta asignar el número siete a la región menos propicia.

Las regiones Norte y Centro Noreste en donde se localizan las ciudades de Juárez y Chihuahua respectivamente, representan el 65% de la población del Estado y su actividad económica acapara todas las Estrategias de Desarrollo Industrial posibles debido a su número de habitantes. Esta característica debe ser considerada al realizar el análisis comparativo de las regiones, el cual se vuelve más uniforme y proporciona información comparativa más interesante, separando estas dos regiones de las cinco regiones restantes.

Estrategias de Desarrollo Industrial	Región I Centro Noreste	Región II Norte	Región III Sur	Región IV Centro Sur	Región V Suroeste	Región VI Noroeste	Región VII Sureste
1. Industria Maquiladora	2	1	4	3	5	6	7
2. Agroindustrias	2	1	3	4	5	7	6
3. Promoción Industrial	2	1	4	3	5	7	6
4. Creación de micro y pequeñas empresas	2	1	4	5	3	7	6
5. Consolidación de micro y pequeñas empresas	2	1	5	4	3	6	7
6. Vinculación Municipal	7	5	1	6	2	3	4
7. Vinculación Tecnológica	1	2	5	3	6	7	4
8. Insumos Industriales	2	1	5	3	6	4	7
9. Infraestructura	6	5	1	7	2	3	4

**Tabla 4.** Evaluación y comparación de la viabilidad de aplicación de las Estrategias de Desarrollo Industrial de Gobierno del Estado en las siete regiones del Estado de Chihuahua.

#### 4. Conclusiones

La principal ventaja del Modelo de Desarrollo Regional es que permite la toma de decisiones de estrategias para el desarrollo industrial que se pueden adaptar a las distintas condiciones de coyuntura que afectan al Estado. Su metodología proporciona flexibilidad en el enfoque para el análisis de distintas hipótesis con base en la experiencia y necesidades de los usuarios del modelo.

Por su capacidad de adaptación, el Modelo de Desarrollo Regional no pierde en el tiempo su viabilidad y vigencia gracias a la concentración y unificación de un banco de información actualizada regional y estatal (tanto en la medición del empleo, como del bienestar). Asimismo introduce y relaciona el concepto de bienestar social, comunitario, empresarial y económico como condición de éxito de un proyecto de desarrollo industrial a largo plazo.

Actualmente se está empleando este modelo en las distintas regiones fomentando acciones específicas y coordinadas, generando una visión global de desarrollo, donde se optimizan los esfuerzos empresariales con las políticas de los gobiernos estatal y municipal.

Tan es así que se ha puesto en evidencia la necesidad de ampliar la definición de desarrollo sustentable, e implementar un modelo hacia un desarrollo integral y armónico promoviendo y manteniendo el crecimiento socioeconómico a través del fortalecimiento y diversificación de cadenas productivas.

#### 5. Referencias

- (1) Instituto Mexicano del Seguro Social, Estadística de Asegurados por mes.
- (2) Gobierno del Estado de Chihuahua, Secretaría de Desarrollo Industrial. Distribución de los municipios del Estado de Chihuahua.
- (3) Fuentes:  
INEGI, XI XII Censo General de Población y Vivienda, México 1990 y 2000.  
INEGI, Conteo de población 1995.  
INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Chihuahua, edición 2001  
Gobierno del Estado de Chihuahua, Secretaría de Educación y Cultura, Centro de Información Económica y Social (CIES) de la Secretaría de Desarrollo Industrial.
- (4) Estimaciones ITESM Campus Chihuahua, con datos del Censo Económico 1999.
- (5) Pope, J.,, "Investigación de Mercados", Ed. Norma, México D.F. 1995. p.29-118.
- (6) Walpole, R., Myers, R., "Probabilidad y Estadística", Ed. Mc Graw Hill, México D.F. 1994, p. 419-474.
- (7) Fuentes de información nacional: INEGI, Banco de México; Subdelegación de Agricultura (SAGARPA);CIES; SEMARNAT; Secretaría de Economía; Petróleos Mexicanos; Bolsa Mexicana de Valores S.A. de C.V.; Secretaría de Hacienda y Crédito Público; IMSS.  
Fuentes de información de Estados Unidos de América: Bureau of Economic Analysis; Bureau of Labor Statistics, Transportation Statistics; Federal Reserve Board; Agriculture Census of Texas; Texas A&M; Massachusetts Institute for Social and Economic Research; Dallas Federal Reserve Bank; US Census Bureau; Dismal Science Institute; National Association of Purchasing Management, The Report on Business; NAPM: Non-Manufacturing Report on Business, Daily Press; Change in source at Jan1998
- (8) Fuente: Bursamétrica Management, proyecciones económicas y financieras.
- (9) CONAPO (1990) Indicadores Socioeconómicos e Índices de Marginación Municipal, 1990. México, D.F. Anexo A p. 290-299.
- (10) Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Chihuahua, edición 2001

# INTEGRADORA CLUSTERS AND THE GLOBAL ECONOMY: PROMOTING REGIONAL DEVELOPMENT IN CENTRAL MEXICO?<sup>1</sup>

EDGAR R. ARAGON MLADOSICH

ITESM. Campus Ciudad de México. Departamento de Economía

E-mail: [earagon@campus.ccm.itesm.mx](mailto:earagon@campus.ccm.itesm.mx)

## ABSTRACT

In the central state of Aguascalientes, Mexico, a cluster of small firms was able to manufacture products for global markets under the principals of *flexible specialization*. The association of firms was fostered by the local government willing to support firms to overcome the 1994/95 financial crisis that brought the 'tequila effect' to Latin America. The cluster of firms was able to export \$ 2 million worth of products creating over 250 new jobs. This paper questions whether this type of clusters can become an engine of regional development by analyzing the impacts on the local economy, and on human resources. The first category looks into the way exporting firms have supported the local economy by promoting the formation of networks, local purchases of inputs and services, technology transfers and financial assistance to local firms. The second category compares working conditions, skill upgrading, job tenure, and gender disparities among workers in different groups of exporting firms, including integradora firms. Fieldwork took place in the central state of Aguascalientes Mexico for a period of nine months during 1997, as part of Ph.D fieldwork research. A structure questionnaire was applied to a random sample of 290 workers employed in a diversity of exporting firms, 40 of them employed in small firms of an *integradora* cluster. In addition, deep interviews were conducted with the owners of the firms, and with public officials. Results indicated that small firms were benefited from export revenues during the period of the contracts, going back to their domestic operations when the contracts ended. Their regional impact, however, was limited because most firms under integradoras did not create local networks (spin-offs and subcontracting); they tended to buy from out-of-state suppliers when conducting *common purchases*; they transfer little technology and did not provide financial assistance to other firms from the region. Regarding their impact on human resources, the jobs offered were temporal; training was not offered because of the short cycle of export contracts, and women were starting to be hired as carpenter assistants, area reserved usually for young men. In short, in this study we suggest that (a) public officials can not rely only on the organization of flexible specialized firms into integradoras as a way to compete on a permanent basis for global markets; (b) integradoras have limited impact on the local economy in terms of networking, local purchases of inputs and services, and technological and financial support to other firms; and (c) the development impact of integradoras on workers was the least favorable among the groups of exporting firms, questioning whether this strategy is the proper one to incorporate small firms into the global economy.

---

<sup>1</sup> This paper was originally presented in the 4<sup>th</sup> International Conference on Technology Policy and Innovation, Curitiba 2000 (Brazil).

**IMPACTO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN LA DISMINUCIÓN DE LAS DESIGUALDADES SOCIOECONÓMICAS EN MÉXICO.** Dra. Olga López Ríos, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Campus Ciudad de México, ITESM.

El análisis de los indicadores de los últimos 20 años, sobre condiciones de vida de la población mexicana, muestran una agudización de las desigualdades, sin una perspectiva de mejoría. Tal parece que el impacto de las políticas públicas no ha sido suficiente para disminuir las desigualdades o mejorar las condiciones de vida. Una de las características de las políticas públicas en los últimos sexenios ha sido el fuerte apoyo social a los estratos más vulnerables de la población (con programas más innovadores que en el pasado, PROGRESA, Programa CONTIGO), sin que se haya podido implementar alguna solución con alcances de más largo plazo como la generación de empleo. Para mejorar la educación y la salud de la población se han hecho esfuerzos importantes para dar una respuesta a los sectores menos favorecidos. En particular sobre el tema de salud, las políticas buscan un cambio en cuanto a la oferta de servicios de salud, con el objeto de hacerlos más eficientes, y para que existan diferentes alternativas de financiamiento, sin que el gobierno tenga toda la responsabilidad de ofrecerlos a la población.

En el trabajo se analizan, para los últimos 20 años, indicadores socioeconómicos, para mostrar las desigualdades que vive la población, tratando de explicar como las políticas públicas han afectado esas condiciones y cuáles serían las perspectivas futuras. Se observa que los estados más rezagados han mejorado su posición de desarrollo, pero aún persisten grandes problemas. En particular sobre el tema de salud, analizamos el cambio que el gobierno ha buscado en éstos años sobre su posición paternalista para ofrecer los servicios de salud, hacía una postura de semi-privatización.

# UBICACIÓN DE LA MARGINACIÓN EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

Verónica J. Montes, Eric Ortega

En la presente investigación se lleva a cabo una estratificación socioeconómica, en base a las condiciones de marginación de la población del Área Metropolitana de Monterrey (AMM) para el año 2000. Los indicadores fueron seleccionados en base a un comparativo con otros estudios. Se utiliza la técnica de componentes principales que se deriva del análisis factorial, a través de la cual se clasifica a las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBs) (agrupaciones de manzanas) en cinco estratos que van de muy baja a muy alta marginación. Los resultados se georeferencian ubicando y clasificando a las AGEBS según su grado de marginación. Finalmente, se obtiene y analiza el porcentaje y la ubicación de la población que vive en condiciones de muy alta marginación en el AMM.

Palabras clave: Marginación, pobreza urbana, análisis factorial, AGEBS, Área Metropolitana de Monterrey.

## 1. Introducción

“La economía moral es convocada a existir como resistencia a la economía de libre mercado: el alza del precio del pan puede equilibrar la oferta y la demanda de pan, pero no resuelve el hambre de la gente.” [1].

Mil millones de los pobres en el mundo viven en zonas rurales, pero para el año 2005 se estima que una de cada dos personas vivirá en ciudades o pueblos, trayendo la llamada “urbanización de la pobreza” [2]. En el cuadro de la pobreza urbana, la insuficiencia de vivienda y el crecimiento de asentamientos humanos con acceso mínimo a necesidades sociales básicas es la parte más lamentable del rostro que identifica a las megaciudades y a muchas de las ciudades intermedias de México y el mundo.

Por población marginada se entiende a aquella que ha quedado al margen de los beneficios del desarrollo y de los beneficios de la riqueza generada, pero no necesariamente al margen de la generación de esa riqueza ni mucho menos de las condiciones que la hacen posible [3]. También se define como un fenómeno estructural que se origina de un patrón histórico y que surge durante el proceso de crecimiento económico como una dificultad para propagar el progreso técnico en el conjunto de los sectores productivos; socialmente se expresa como la persistente desigualdad en la participación de ciudadanos y grupos sociales en el proceso de desarrollo y el disfrute de sus beneficios [4].

Los conceptos de pobreza y marginación, se encuentran íntimamente ligados. Sin embargo, ~~Lic. Verónica J. Montes Investigadora Centro de Desarrollo Estratégico Metropolitano, Centro de Estudios Estratégicos, ITESM Campus Monterrey. Estudiante de la Maestría en Administración Pública y Políticas Públicas (MAP), ITESM Campus Monterrey. vmontes@itesm.mx~~

Lic. Eric Ortega Jefe de información para el Comercio, Departamento de Mercadotecnia, Villacero. Investigador Centro de Desarrollo Estratégico Metropolitano, Centro de Estudios Estratégicos, ITESM Campus Monterrey. ericortega@itesm.mx

éstos presentan ciertas diferencias. La pobreza puede concebirse como la ausencia de las capacidades básicas (nutrición, salud, educación, y vivienda) que le permiten a cualquier individuo insertarse en la sociedad, a través del ejercicio de su voluntad [5]. A su vez, la marginación implica un problema en el que se aparta de la sociedad a un sector de ella o a una o varias personas con repercusiones de tipo cultural, social, educacional, laboral, entre muchas otras; resultado de las condiciones económicas y estructurales; de ahí que haya marginación a nivel personal y marginación social, inclusive puede existir una marginación sin pobreza [6]. Lo que conlleva a concluir que la pobreza puede ser un estado de la marginación y viceversa, aunque el hecho de que exista una, no necesariamente significa que exista la otra. Sin embargo, su definición marcará la diferencia o similitud entre ambas y por lo tanto si son buenos indicadores de referencia. Tanto la pobreza como la marginación son fenómenos multidimensionales, cuyo análisis y medición es una tarea de extrema complejidad que se deriva de los diferentes marcos analíticos y criterios utilizados en su estudio. En cuanto a la metodología utilizada para medir su dimensión, no existe una sola forma, ni acuerdo en cuanto al tipo de indicadores que deban utilizarse. Algunos estudios subrayan más los aspectos económicos de la marginación, otros dan mas importancia a los sociales, tampoco existe una única manera de combinar los indicadores para obtener una sola expresión del grado de marginación. Por último, no existe un concepto único universalmente aceptado [3].

Desde su creación, en 1977, la Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (Coplamar), inició un programa de estudios para conocer mejor la realidad de los grupos marginados y de las zonas deprimidas del país, entre sus publicaciones destacan “Mínimos de bienestar”, “Necesidades esenciales de México” y “Geografía de la marginación”. Para 1986 y 1987 se lleva a cabo el proyecto “Comportamiento reproductivo y marginación en áreas rurales y urbanas de México” realizado por CONAPO. Posteriormente, con el objeto de dar continuidad a esta última serie de investigaciones, se elaboran los índices de marginación [7], siendo uno de los estudios de mayor difusión y reconocimiento a nivel nacional. Dicho estudio, se da a la tarea identificar asentamientos humanos según el impacto global de las carencias que padece la población, así como apoyar el proceso de descentralización de la política social y de esta forma aportar información para la planeación del desarrollo a nivel nacional, estatal, municipal y por localidades. La construcción de estos índices se realiza mediante técnicas de análisis multivariado, como es la de componentes principales, la cual permite obtener una medida-resumen que diferencia unidades (estados, municipios y localidades) según su nivel de marginación.

Los índices de marginación para estados y municipios han sido realizados también en 1990, 1995 y 2000, estos consideran cuatro dimensiones de la marginación que son la educación, la vivienda, la dispersión de población y los ingresos monetarios, para lo cual se utilizan nueve indicadores (a excepción de 1995, año en que se utilizan sólo 7 indicadores para la marginación municipal). De los resultados se observa que, para el caso específico de Nuevo León, en el año 2000, el estado se encuentra clasificado con el menor índice de marginación, después del Distrito Federal. En los tres años citados sólo resalta en 1995 un municipio con grado de marginación muy alto, General Zaragoza con 0.17% de la población del estado de Nuevo León. En cuanto a los municipios del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), Apodaca, García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Pedro Garza García, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina, todos se clasifican en el año 2000, con grado de marginación muy bajo.

Entre otros estudio realizados, se pueden mencionar “Niveles de Bienestar” [8], en éste el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) estratifica a los municipios del país considerando 36 indicadores sociales, económicos y demográficos que describen la educación, salud, ocupación, vivienda, servicios a la vivienda, etc. En este caso, se presenta en un ordenamiento de 7 estratos o niveles, el grado de desarrollo socioeconómico o de bienestar en relación a los municipios de todo el país, en donde 1 representa el menor nivel de bienestar y 7 el mayor. La proporción de la población viviendo en el nivel de bienestar 7, es decir el de mayor grado, es de 58.50% en los municipios de México y el 91.01% en los municipios de Nuevo León. Lo anterior confirma que un porcentaje mucho mayor de la población de Nuevo León goza de un nivel de bienestar más alto con relación a todo el país. En cuanto a los niveles de bienestar de los municipios del AMM, todos presentan él nivel más alto de 7, a excepción de Juárez que se clasifica dentro del nivel 6.

Una limitante de los índices municipales calculados es que representan la situación promedio de sus habitantes. Aún y cuando un municipio tenga un promedio catalogado como satisfactorio, pueden existir disparidades significativas entre la población que lo habita, tal y como sucede en las grandes urbes, en las que existe un gran número de localidades, barrios o áreas marginadas, las cuales para ser localizadas requieren de información más desagregada. Esto sucede en el AMM, en donde los municipios comparados a nivel nacional y entre sí, no muestran altos grados de marginación, pero al analizarlos de manera exhaustiva se puede constatar dicha problemática en áreas más pequeñas, como son las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBs), (agrupaciones de manzanas que utiliza el INEGI para recabar información censal). De esta manera se puede ubicar la marginación en metrópolis “prósperas” como Monterrey, en las que es evidente e inegable la población indigente y con altos rezagos socioeconómicos.

Desde un tiempo a la fecha se han realizado estudios para ubicar la marginación en el AMM [9, 10], entre los esfuerzos más recientes y que han tenido una mayor divulgación y uso por parte de las dependencias oficiales en el AMM, se puede mencionar el estudio elaborado por INEGI [11]. En dicho estudio se realizó una estratificación socioeconómica a nivel AGEB en siete de los nueve municipios del AMM, basado en las condiciones de la vivienda para el año de 1990. Dentro del estrato marginal se incluyó el área en donde predomina la vivienda de condiciones precarias cuya construcción y/o materiales son deficientes, y se estimó que 2.27% de la población se ubicaba en dicho estrato. Posteriormente el Consejo Estatal de Población del Estado de Nuevo León (COESPO) [12], elaboró un índice de marginación también para los mismos 7 municipios y al mismo nivel de desagregación, basado en un análisis factorial y utilizando 11 indicadores. Los resultados determinaron que la población considerada con grado de marginación muy alto era de 3.70% de la población en 44 AGEBs.

La investigación “Geografía de la pobreza urbana” [13] se realizó en 347 ciudades, en donde se concentra el 60% de la población del país. De acuerdo con los resultados, en estas ciudades viven 1,178,769 personas con rezagos sociales clasificados como muy altos y 3,147,861 con rezagos altos en los servicios de salud, vivienda, agua, drenaje y electrificación. Según dicho estudio, de total de la población de Monterrey y su zona metropolitana, 2.36% de las personas se consideran en condiciones de rezago social alto y muy alto ubicadas en 46 AGEBs.

En otro estudio realizado por Ruvalcaba y Chavarría [14] se obtienen los grados de marginación de los nueve municipios del AMM, considerando en este caso siete indicadores. La población clasificada con muy alto grado de marginación fue de 5.85% del total del AMM en 1990, ubicada en 52 AGEBs. Por su parte, Garza y Solís [15] llevaron a cabo un estudio exclusivo para el Municipio de Monterrey, en el que se considera igualmente el análisis factorial y se utilizan 6 indicadores. Los resultados mostraron que 15.6% de la población de dicho municipio estaba clasificado en el nivel socioeconómico marginal y ubicado en 44 AGEBs.

La presente investigación considera a los municipios de Apodaca, García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina que conforman al AMM. Se utilizan datos del año 2000, desagregados a nivel AGEB y teniendo como fuente de información el XII Censo de Población y Vivienda. El objetivo de este trabajo es realizar una estratificación socioeconómica de la población que habita en el AMM, identificando su ubicación geográfica, con la finalidad de localizar particularmente los grupos con el más alto grado de marginación.

Esta investigación puede ser el punto de partida para estudiar a detalle la condición socioeconómica de los grupos identificados, con mayor grado de marginación y forma parte de un proyecto integral que busca atenuar los rezagos y desigualdades que prevalecen actualmente en el AMM. El conocer las necesidades y rezagos que de dichas áreas, permitiría un diseño efectivo de políticas públicas.

## 2. Metodología

La calidad de los índices de marginación depende en gran medida de las fuentes de información utilizadas y de las variables empleadas en su construcción. En este caso, el índice fue realizado a partir de variables socio-económicas y físico-espaciales, las cuáles pertenecen a tres dimensiones perfectamente definidas, que son la educación, los ingresos monetarios, así como la calidad de la vivienda y los servicios de la misma. El punto de partida para la selección de indicadores fue lo realizado por otros autores e instituciones en la materia [7, 14 y 15]. En el siguiente cuadro pueden apreciarse las variables empleadas en cada investigación, incluida la presente.

Datos generales	[ 15]	[ 14]	Montes- Ortega	[ 7]
Área base del estudio	AGEB	AGEB	AGEB	Municipio
<b>Variables</b>				
<b>Nivel educativo</b>				
Porcentaje de población de 15 años y más, analfabeta				<input type="checkbox"/>
Porcentaje de población de 15 años y más sin primaria completa				<input type="checkbox"/>
Población de 15 años y más con instrucción post-primaria		<input type="checkbox"/>		
Población de 15 años y más sin instrucción post-primaria			<input type="checkbox"/>	
Población de 18 años y más sin instrucción media superior	<input type="checkbox"/>			
<b>Nivel de ingresos</b>				
Población ocupada con ingresos menores a dos salarios mínimos	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Población ocupada con ingresos mayores a cinco salarios mínimos		<input type="checkbox"/>		
<b>Vivienda y servicios</b>				
Viviendas con techo de lámina, asbesto, cartón o metal	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Viviendas particulares con techo de losa de concreto, tabique o ladrillo		<input type="checkbox"/>		
Viviendas con drenaje conectado a la red pública	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Viviendas sin drenaje conectado a la red pública			<input type="checkbox"/>	
Porcentaje de ocupantes en vivienda particular sin disponibilidad de drenaje				<input type="checkbox"/>
Porcentaje de ocupantes en vivienda particular sin disponibilidad de energía eléctrica				<input type="checkbox"/>
Viviendas con agua entubada adentro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Viviendas sin agua entubada adentro			<input type="checkbox"/>	
Porcentaje de ocupantes en vivienda particular sin disponibilidad de agua entubada				<input type="checkbox"/>
Viviendas con un dormitorio	<input type="checkbox"/>			
Densidad por dormitorio. Población entre total de dormitorios		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento				<input type="checkbox"/>
Porcentaje de ocupantes en vivienda particular con piso de tierra				<input type="checkbox"/>
Viviendas particulares con cocina exclusiva		<input type="checkbox"/>		
<b>Distribución espacial</b>				
Porcentaje de población en localidad de menos de 5,000 hab.				<input type="checkbox"/>

**Figura 1.** Variables empleadas en la construcción de índices de marginación.

En el presente estudio se utilizaron seis indicadores, en todos los casos el indicador se adecuó de tal forma que entre mayor fuera su valor, mayor es la marginación, es decir, una relación de causalidad directa, esto se hizo meramente por cuestiones metodológicas. A continuación se describe la construcción de los seis indicadores utilizados en nuestro índice de marginación, así como el (los) cuadro(s) y la manera del cálculo.

**Porcentaje de la población de 15 años y más sin instrucción post-primaria.** Este indicador es una ligera variante del utilizado por Rubalcava y Chavarría [14], puesto que ellos analizaron a la población con instrucción postprimaria, mientras que en este estudio se analiza a las personas que no tienen este tipo de instrucción. La educación es una variable que influye de manera significativa en el nivel de ingresos de un individuo, más aún en una ciudad, en la cual la competencia por los puestos de trabajo disponibles se basa en la preparación de las personas. Consideramos que las personas que no cuentan con educación básica completa (primaria y secundaria), se encuentran en una seria desventaja para acceder al mercado de trabajo de la urbe regiomontana, por lo que esta condición es ciertamente una limitante a su desarrollo.



$$\text{Indicador 1} = \frac{\text{Población de 15 años y más sin instrucción postprimaria}}{\text{Población de 15 años y más}} * 100$$

**Porcentaje de la población ocupada con ingresos menores a dos salarios mínimos.** El nivel de ingresos es también determinante en el grado de marginación que enfrente una persona o una familia. Este indicador es similar al utilizado por Garza y Solís [14] en su estudio, así como el de CONAPO [7]. La variable fue definida por AGEB de la siguiente forma:

$$\text{Indicador 2} = \frac{[(\text{Población ocupada que no recibe ingreso por trabajo} + \text{Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo} + \text{Población ocupada que recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo}) / (\text{Población económicamente activa} - \text{población desocupada})] * 100.$$

**Porcentaje de viviendas con techo de lámina, asbesto, carbón o metal.** Las condiciones físicas de la vivienda son relevantes en la determinación de la marginación de los individuos. Este indicador es similar al empleado por Garza y Solís [15] en su investigación. La precariedad de las viviendas con un techo de estas características es manifiesta, puesto que son materiales no durables, ante un fenómeno meteorológico (lluvias, viento, etc), se ven regularmente destruidas, por tanto, no son una construcción que brinde protección y resguardo a sus moradores.

$$\text{Indicador 3} = \frac{\text{Viv. particulares con techos de materiales ligeros, naturales y precarios}}{\text{Viviendas particulares habitadas}} * 100$$

**Porcentaje de viviendas sin drenaje conectado a la red pública.** El presente indicador es el complemento del presentado por varias investigaciones [14 y 15]. Ciertamente, las viviendas que no tienen drenaje conectado a la red pública tienen condiciones de higiene precarias, lo que se traduce en una mayor incidencia de enfermedades que merman la salud de sus pobladores.

$$\text{Indicador 4} = \frac{[(\text{Viviendas particulares con drenaje conectado a la fosa séptica, barranca o grieta, río, lago o mar} + \text{Viviendas particulares sin drenaje}) / \text{Viviendas habitadas}] * 100$$

**Porcentaje de viviendas sin agua entubada adentro.** Diversos autores emplearon el porcentaje de viviendas con agua entubada en la construcción de sus índices de marginación [14 y 15]. En este caso, se utiliza un ligera variante de este indicador. Las personas que habitan en viviendas sin agua entubada se ven forzadas a conseguir el vital líquido de otra forma, ya sea mediante acarreo o bien, surtirse de pipas u otro medio. Por tanto, se encuentran en una clara desventaja con respecto a los grupos que si cuentan con agua entubada

$$\text{Indicador 5} = \frac{[(\text{Viviendas particulares con agua entubada en el predio} + \text{viviendas particulares con agua entubada por acarreo}) / \text{Viviendas particulares habitadas}] * 100$$

**Densidad por dormitorio.** Este indicador es utilizado por Rubalcava y Chavarría [14] en su estudio de marginación metropolitana. Se considera que esta forma de medir el hacinamiento es mejor que la realizada por Garza y Solís [15], en donde se emplearon el porcentaje de viviendas con un dormitorio, ya que quizá hay viviendas en las que viven sólo una o dos personas con un dormitorio, por lo que se estaría sobreestimando el hacinamiento. El hacinamiento refleja

marginación, pues representa la imposibilidad de la familia por vivir de una manera más cómoda, teniendo cada quien su “espacio vital”. Para la construcción de la densidad por dormitorio se realizó lo siguiente:

$$\text{Densidad por dormitorio} = \frac{\text{Población total por AGEB}}{\text{Número de dormitorios por AGEB}} \quad \text{Donde,}$$

$$\text{Nº de dormitorios por AGEB} = [(\text{Viviendas particulares con un dormitorio}) + (\text{Viviendas particulares con dos dormitorios}) * 2 + (\text{Viviendas particulares con tres dormitorios}) * 3 + (\text{Viviendas particulares con cuatro dormitorios}) * 4]$$

Debido a que los indicadores utilizados se encuentran en unidades diferentes (los primeros cinco son porcentajes, mientras que el último es una densidad), se realizó una estandarización de los mismos con base en sus medias y desviaciones estándar para de esta forma construir el índice. Los valores estandarizados de los indicadores de cada unidad geográfica fueron sometidos a un proceso de análisis factorial a partir del cual se obtuvo la ponderación para cada indicador.

Indicador	Ponderación
Sin instrucción postprimaria	0.227
Ingresos menores a 2 SM	0.252
Viviendas con techo precario	0.237
Viviendas sin drenaje	0.211
Viviendas sin agua	0.216
Densidad por dormitorio	0.139

**Figura 2.** Ponderación obtenida de cada uno de los indicadores considerados en la elaboración del índice de marginación del AMM, utilizando la técnica de análisis factorial.

A partir de la suma ponderada de los valores de las variables de cada unidad geográfica (AGEB) se obtuvo el índice de marginación, la fórmula es la siguiente:

$$IM_j = \sum_{i=1}^6 F_{Pi} \cdot \frac{X_{ij} - X_i}{d_i} \quad j = 1 \dots N$$

IMj = Índice de marginación de la unidad geográfica j

Xij = Valor de indicador i, de la unidad geográfica j

Xi = Valor de la media del indicador i

di = Desviación estándar del indicador i

FPi = Factor del indicador i

N = Número de unidades geográficas

Dicho índice tuvo como valor mínimo -1.4253 y como valor máximo 4.0965. El índice cumple con las propiedades estadísticas de media cero y varianza uno, es decir, tiene una distribución normal. La metodología para determinar el tipo de marginación fue similar a la seguida por Ruvalcava y Chavarría [14]. A partir de los valores mínimos y máximos se definieron diez clases, de las cuáles se obtuvo su frecuencia. A partir de las frecuencias se obtuvo la raíz cuadrada de cada clase, posteriormente, se calculó la raíz cuadrada acumulada. El total de la raíz cuadrada acumulada

fue de 88.26, cifra que se dividió entre cinco para determinar los puntos de corte. Estos puntos se ubican en una clase determinada con la condición de que deben de ser mayores a la raíz cuadrada acumulada de dicha clase. De esta forma se logra la estratificación en cinco tipos de marginación.

Clase	Frecuencia de clase	Raíz cuadrada de la frecuencia de la clase	Raíz cuadrada acumulada	Limites que determinan los puntos de corte	Número de AGEB's en cada grupo	Tipo de Marginación	Rango
(1.4253) a (0.8731)	198.00	14.07	14.07	17.65	198.00	Muy baja	(1.4253) a (0.8731)
(0.8731) a (0.3209)	297.00	17.23	31.30	35.30	297.00	Baja	(0.8731) a (0.3209)
(0.3209) a 0.2312	175	13.23	44.53	52.96	175.00	Media	(0.3209) a 0.2312
0.2312 a 0.7834	171	13.08	57.61				
0.7834 a 1.3356	87	9.33	66.94	70.61	258.00	Alta	0.2312 a 1.3356
1.3356 a 1.8878	41	6.40	73.34				
1.8878 a 2.4400	26	5.10	78.44				
2.4400 a 2.9922	21	4.58	83.02				
2.9922 a 3.5444	9	3.00	86.02				
3.5444 a 4.0965	5	2.24	88.26	88.26	102.00	Muy alta	1.3356 a 4.0965
Total	1,030						
					1,030		

**Figura 3.** Obtención de la clasificación de los AGEB según tipo de marginación

### 3. Resultados y discusión

El índice de marginación para el Área Metropolitana de Monterrey fue construido para 1,030 AGEB's , que representaron el 97.8% de la población de la metrópoli en el año 2000. De acuerdo con el índice, el porcentaje de población que vive en condiciones de muy alta marginación es de 4.7% del total, lo que equivale a, 149,038 personas. Las variables utilizadas para la construcción de este índice son muy similares a las de Rubalcava y Chavarría [14], por lo que la comparación entre estas dos investigaciones tiene fundamento.

Al comparar las figuras 4 y 5 puede notarse lo siguiente. El porcentaje de población con muy alta marginación en el AMM disminuyó del 6.1% en 1990 a un 4.7% en el año 2000, sin embargo, en términos absolutos se mantuvo prácticamente sin cambio. En la década de los noventa se registró un incremento sustancial en el número de personas que viven en condiciones de alta marginación, las cuáles pasaron de 569,331 en 1990 hasta 930,522 en el 2000, en términos porcentuales pasaron a representar el 29.3% de la población total en el 2000, siendo que diez años antes sólo eran el 23.0%. Este aumento fue consecuencia de la disminución de la población con marginación media, por lo que se concluye que las diferencias entre los estratos sociales del AMM se han incrementado en los últimos años, lo que ha dado como consecuencia una distribución bimodal en los estratos de la población.

Grado de marginación	Población		Número de AGEBs		Número de viviendas	
	Total	%	Total	%	Total	%
Total	2,476,392	100.0	734	100.0	510,711	100.0
Muy bajo	427,755	17.3	171	23.3	100,236	19.6
Bajo	727,637	29.4	199	27.1	153,779	30.1
Medio	600,954	24.3	148	20.2	119,957	23.5
Alto	569,331	23.0	164	22.3	105,469	20.7
Muy alto	150,715	6.1	52	7.1	31,270	6.1

**Figura 4.** Población, número de AGEBS y viviendas de acuerdo al grado de marginación en el AMM, 1990. (Rubalcava y Chavaría, [14])

Grado de marginación	Población		Número de AGEBS		Número de viviendas	
	Total	%	Total	%	Total	%
Total	3,174,571	100.0	1,030	100.0	717,118	100.0
Muy bajo	511,254	16.1	198	19.2	129,021	18.0
Bajo	972,181	30.6	297	28.8	226,933	31.6
Medio	611,576	19.3	175	17.0	135,389	18.9
Alto	930,522	29.3	258	25.0	191,587	26.7
Muy alto	149,038	4.7	102	9.9	34,188	4.8

**Figura 5.** Población, número de AGEBS y viviendas de acuerdo al grado de marginación en el AMM, 2000.

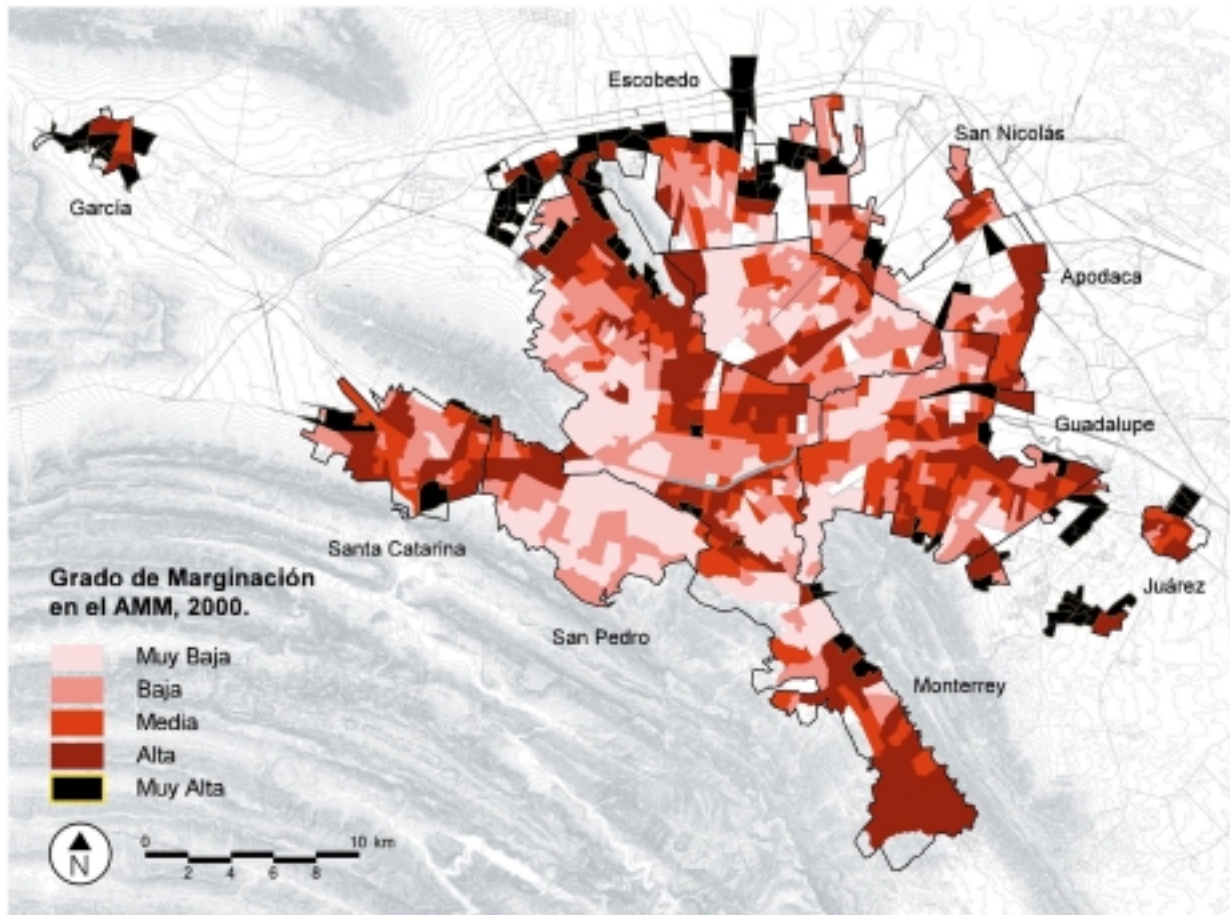
En la figura 6 pueden observarse diversos indicadores de cada uno de los grados de marginación analizados. Con respecto a las personas que no cuentan con instrucción postprimaria debe notarse que en el estrato de marginación muy alta, esta proporción asciende a más del 50% de los individuos, lo que explican en gran medida su rezago. El número de personas que ganan menos de dos salarios mínimos tiene una distribución más homogénea entre los diferentes estratos, la variabilidad es menor de la que se presenta en otros indicadores. En lo tocante a las condiciones físicas de la vivienda, existen diferencias abismales entre las diferentes grupos, mientras que en los de marginación muy baja el porcentaje de población con viviendas con techo precario, sin drenaje y sin agua potable es mínimo, en el caso de los de alta marginación es muy elevado el número de personas que no cuentan con estos satisfactores 44.5, 75.7 y 40.3% respectivamente.

Grado de marginación	Sin instrucción postprimaria %	Ingresos menores a 2 SM %	Viviendas techo precario %	Viviendas sin drenaje %	Viviendas sin agua %	Densidad por dormitorio %
Total	31.3	26.1	15.2	18.8	12.4	2.3
Muy bajo	9.0	10.5	0.4	0.2	0.4	1.7
Bajo	20.7	20.0	2.0	0.6	1.2	1.9
Medio	31.6	26.8	9.9	4.6	5.0	2.1
Alto	42.3	34.6	19.0	13.0	15.3	2.5
Muy alto	52.9	38.5	44.5	75.7	40.3	3.3

**Figura 6.** Indicadores seleccionados de acuerdo al grado de marginación en el AMM, 2000.

Al analizar donde se localiza la población del AMM con grado de marginación muy alto por municipios, el primer lugar lo ocupa Monterrey, dentro del cual se localiza el 32.70% de la población del AMM en esta categoría, esto debido a que este municipio concentra el 34.2% de la población de

la metrópoli. En segundo, tercer y cuarto lugar aparecen Escobedo, Juárez y Guadalupe con 24.09, 14.71 y 12.08% del total de la población del AMM. Sin embargo, si se analiza la población más marginada como proporción de la población de cada municipio, García seguido de Juárez son los municipios con los porcentajes más altos de 44.67 y 32.97% respectivamente. Enseguida, se localizan Escobedo y Santa Catarina con 15.38 y 4.71% de su población clasificada con grado de marginación muy alto. Los municipios restantes presentan porcentajes menores a 4.39%, como es el caso de Monterrey y hasta nulo como es el caso de San Nicolás y San Pedro.



**Figura 7.** Distribución espacial de la marginación a nivel AGEB en el AMM, 2000.

#### 4. Conclusiones

A través de este estudio se puede identificar y confirmar que las áreas del AMM en donde se ubican los habitantes que pertenecen al grado de marginación más alto se encuentran principalmente en la zona periférica, como son diversas colonias de Santa Catarina en la salida hacia a Saltillo, barrios en Escobedo adjuntos al periférico, así como colonias en Apodaca, Guadalupe y Juárez de reciente creación. También se observa que gran parte de los AGEBs con el grado de marginación más alto se ubican en las faldas de algún cerro, situación que ocurre sobretodo en el municipio de Monterrey en las colonias adyacentes al Topo Chico, la Loma Larga, Sierra Ventana así como San Ángel y La Estanzuela en el Cerro de la Silla.

De los 1,030 AGEBs urbanos del AMM que se encuentran ubicados en 1,666 colonias y en donde viven 3,174,571 personas (749,531 hogares), se obtuvo que existen 102 AGEBs con grado de marginación muy alto que pertenecen a 230 colonias y en donde habitan 149,038 personas (34,188 hogares) o el 4.7% de la población del AMM.

La investigación ha encontrado que en los últimos años se ha producido una pauperización de la sociedad regiomontana. El número de personas que viven con alta marginación se ha incrementado de manera notable con respecto al existente en 1990.

El presente trabajo tiene profundas implicaciones de políticas públicas puesto que ha detectado las áreas de mayor marginación en el Área Metropolitana de Monterrey. Los municipios, el estado y las autoridades federales pueden diseñar a partir de este trabajo un esquema de apoyos y programas de integración que busquen mejorar las condiciones de vida de la población con mayor grado de marginación.

## 5. Referencias

- [1] Boltvinik, J. Economía moral. La jornada (14 de julio). México, D.F. (2000).
- [2] Organización de las Naciones Unidas (Onu). 1996, Año internacional para la erradicación de la pobreza. Centro de Información de las Naciones Unidas para México, Cuba y República Dominicana. 9 pp (1996).
- [3] Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (Coplamar). Necesidades esenciales en México, geografía de la marginación. Presidencia de la República. México, D.F. 22 pp (1998).
- [4] Consejo Nacional de Población (CONAPO) y Programa de Educación, Salud y Alimentación (Progres). Índices de marginación, 1995. 17 pp (1998).
- [5] Sen, A. Individual freedom as a social commitment. The New York Review, junio. pp. 49-54 (1990).
- [6] Consejo Estatal de Población del Estado de Baja California. La marginalidad en Baja California. Secretaría General de Gobierno. Baja California. (1995).
- [7] Consejo Nacional de Población (CONAPO). Indicadores socioeconómicos e índice de marginación municipal 1990. México, D.F. (1993).
- [8] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Niveles de bienestar [En línea]. Disponible: <http://www.inegi.gob.mx> (2001).
- [9] Anso, R., y Gómez, P. Implicaciones socio-económicas de la marginación en el Área Metropolitana de Monterrey. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Fomento Metropolitano (FOMERREY). Monterrey, México. (1978).
- [10] Garza, R. Estratificación del Área Metropolitana de Monterrey. Un análisis efectuado con la aplicación de la técnica discriminante. Monterrey, México. (1985).
- [11] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) Zona Noreste. Estratificación socioeconómica a nivel AGEB en el AMM. Datos no publicados. Monterrey, México. (1991).
- [12] Consejo Estatal de Población (COESPO). Índice y grados de marginación por AGEB incluyendo aproximación de colonias del Área Metropolitana de Monterrey. 1990. Datos no publicados. Monterrey, México. (1993).
- [13] Consejo Nacional de Población y Vivienda. Geografía de la pobreza urbana. México, D.F. (1999).
- [14] Rubalcava, R. y Cavaría, J. La marginación en Puebla, Guadalajara y Monterrey. En G. Garza (ED.), Atlas demográfico de México. Consejo Nacional de Población (CONAPO) y Programa de Educación, Salud y Alimentación (Progres). pp 63-85 (1999).
- [15] Garza, G., y Solís, M. Municipio de Monterrey: geografía de las desigualdades socioeconómicas. Instituto de Estudios Urbanos de Nuevo León (INSEUR-NL). Monterrey, México. pp. 41-43 (1995).

Datos generales	[ 15]	[ 14]	Montes- [ 7]	Ortega
Área base del estudio	AGEB	AGEB	AGEB	Municipio
<b>Variables</b>				
<b>Nivel educativo</b>				
Porcentaje de población de 15 años y más, analfabeta				<input type="checkbox"/>
Porcentaje de población de 15 años y más sin primaria completa				<input type="checkbox"/>
Población de 15 años y más con instrucción post-primaria		<input type="checkbox"/>		
Población de 15 años y más sin instrucción post-primaria			<input type="checkbox"/>	
Población de 18 años y más sin instrucción media superior	<input type="checkbox"/>			
<b>Nivel de ingresos</b>				
Población ocupada con ingresos menores a dos salarios mínimos	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Población ocupada con ingresos mayores a cinco salarios mínimos		<input type="checkbox"/>		
<b>Vivienda y servicios</b>				
Viviendas con techo de lámina, asbesto, cartón o metal	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Viviendas particulares con techo de losa de concreto, tabique o ladrillo		<input type="checkbox"/>		
Viviendas con drenaje conectado a la red pública	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Viviendas sin drenaje conectado a la red pública			<input type="checkbox"/>	
Porcentaje de ocupantes en vivienda particular sin drenaje				<input type="checkbox"/>
Porcentaje de ocupantes en vivienda particular sin disponibilidad de energía eléctrica				<input type="checkbox"/>
Viviendas con agua entubada adentro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Viviendas sin agua entubada adentro			<input type="checkbox"/>	
Porcentaje de ocupantes en vivienda particular sin disponibilidad de agua entubada				<input type="checkbox"/>
Viviendas con un dormitorio	<input type="checkbox"/>			
Densidad por dormitorio. Población entre total de dormitorios		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento				<input type="checkbox"/>
Porcentaje de ocupantes en vivienda particular con piso de tierra				<input type="checkbox"/>
Viviendas particulares con cocina exclusiva		<input type="checkbox"/>		
<b>Distribución espacial</b>				
Porcentaje de población en localidad de menos de 5,000 hab.				<input type="checkbox"/>

**Figura 1.** Variables empleadas en la construcción de índices de marginación.

Indicador	Ponderación
Sin instrucción postprimaria	0.227
Ingresos menores a 2 SM	0.252
Viviendas con techo precario	0.237
Viviendas sin drenaje	0.211
Viviendas sin agua	0.216
Densidad por dormitorio	0.139

**Figura 2.** Ponderación obtenida de cada uno de los indicadores considerados en la elaboración del índice de marginación del AMM, utilizando la técnica de análisis factorial.

Clase	Frecuencia de clase	Raíz cuadrada de la frecuencia de la clase	Raíz cuadrada acumulada	Límites que determinan los puntos de corte	Número de AGEBS en cada grupo	Tipo de Marginación	Rango
(1.4253) a (0.8731)	198.00	14.07	14.07	17.65	198.00	Muy baja	(1.4253) a (0.8731)
(0.8731) a (0.3209)	297.00	17.23	31.30	35.30	297.00	Baja	(0.8731) a (0.3209)
(0.3209) a 0.2312	175	13.23	44.53	52.96	175.00	Media	(0.3209) a 0.2312
0.2312 a 0.7834	171	13.08	57.61				
0.7834 a 1.3356	87	9.33	66.94	70.61	258.00	Alta	0.2312 a 1.3356
1.3356 a 1.8878	41	6.40	73.34				
1.8878 a 2.4400	26	5.10	78.44				
2.4400 a 2.9922	21	4.58	83.02				
2.9922 a 3.5444	9	3.00	86.02				
3.5444 a 4.0965	5	2.24	88.26	88.26	102.00	Muy alta	1.3356 a 4.0965
Total	1,030				1,030		

**Figura 3.** Obtención de la clasificación de los AGEB según tipo de marginación

Grado de marginación	Población		Número de AGEBs		Número de viviendas	
	Total	%	Total	%	Total	%
Total	2,476,392	100.0	734	100.0	510,711	100.0
Muy bajo	427,755	17.3	171	23.3	100,236	19.6
Bajo	727,637	29.4	199	27.1	153,779	30.1
Medio	600,954	24.3	148	20.2	119,957	23.5
Alto	569,331	23.0	164	22.3	105,469	20.7
Muy alto	150,715	6.1	52	7.1	31,270	6.1

**Figura 4.** Población, número de AGEBs y viviendas de acuerdo al grado de marginación en el AMM, 1990. (Rubalcava y Chavaría, [14])

Grado de marginación	Población		Número de AGEBs		Número de viviendas	
	Total	%	Total	%	Total	%
Total	3,174,571	100.0	1,030	100.0	717,118	100.0
Muy bajo	511,254	16.1	198	19.2	129,021	18.0
Bajo	972,181	30.6	297	28.8	226,933	31.6
Medio	611,576	19.3	175	17.0	135,389	18.9
Alto	930,522	29.3	258	25.0	191,587	26.7
Muy alto	149,038	4.7	102	9.9	34,188	4.8

**Figura 5.** Población, número de AGEBs y viviendas de acuerdo al grado de marginación en el AMM, 2000.

Grado de marginación	Sin instrucción postprimaria %	Ingresos menores a 2 SM %	Viviendas techo precario %	Viviendas sin drenaje %	Viviendas sin agua %	Densidad por dormitorio %
Total	31.3	26.1	15.2	18.8	12.4	2.3
Muy bajo	9.0	10.5	0.4	0.2	0.4	1.7
Bajo	20.7	20.0	2.0	0.6	1.2	1.9
Medio	31.6	26.8	9.9	4.6	5.0	2.1
Alto	42.3	34.6	19.0	13.0	15.3	2.5
Muy alto	52.9	38.5	44.5	75.7	40.3	3.3

**Figura 6.** Indicadores seleccionados de acuerdo al grado de marginación en el AMM, 2000.



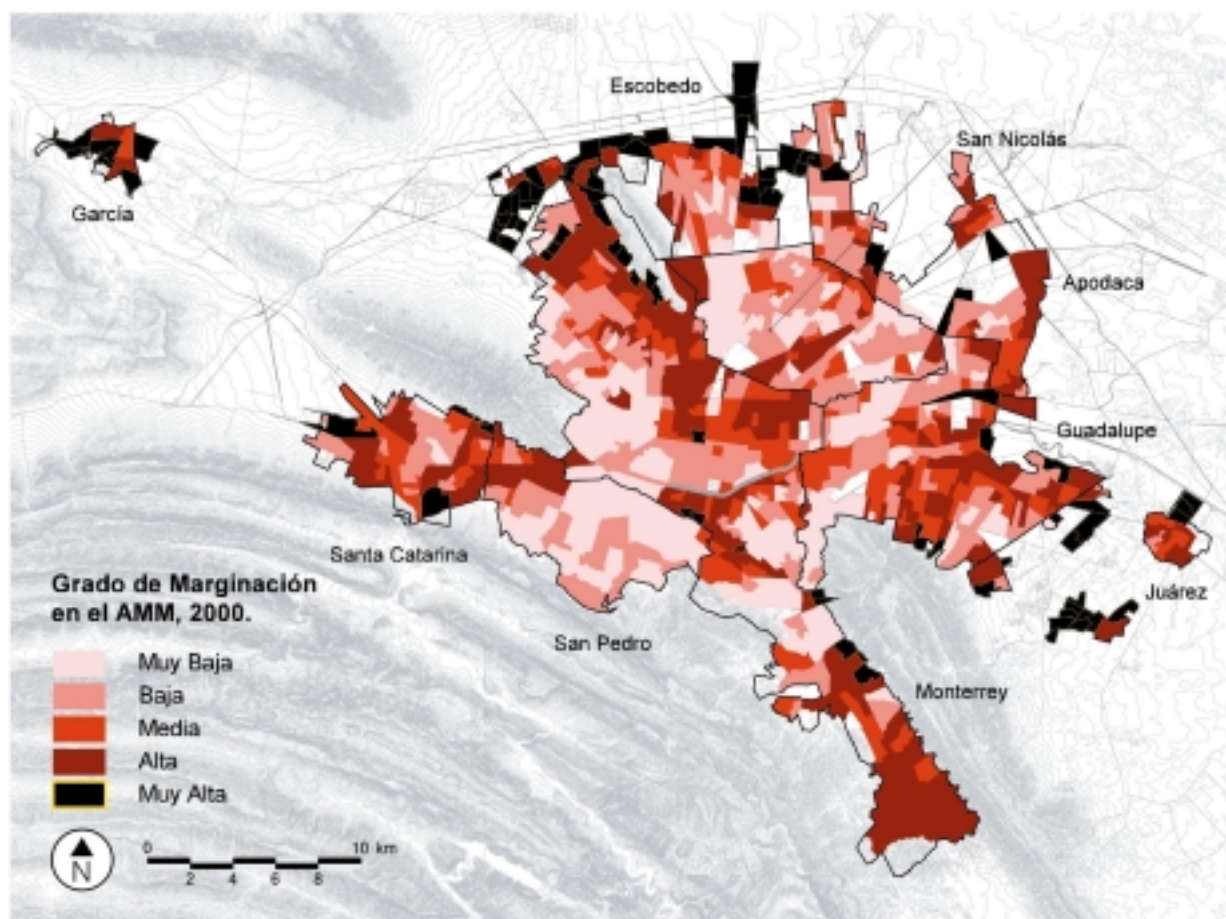


Figura 7. Distribución espacial de la marginación a nivel AGEB en el AMM, 2000.

**CONTRIBUCION DE LAS FUENTES DE INGRESO EN LA DESIGUALDAD EN MEXICO 1992 – 2000.** Dr. Miguel Lechuga, Dra. Olga López Ríos, Lic. Gabriel Vargas Vilchis, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Campus Ciudad de México, ITESM.

En este proyecto efectuamos un análisis, iniciado hace cuatro años, de la Distribución del Ingreso en México y sobre el impacto sobre el mismo a través de las diferentes fuentes de ingreso que puede tener un hogar mexicano. La información básica para la elaboración de este trabajo fue obtenida de las Encuestas Nacionales de Ingreso y Gasto de los Hogares del INEGI de 1992 al 2000.

Nuestro análisis nos permite ver cual ha sido la evolución de la distribución del ingreso en México al correr de los últimos 10 años. Nos apoyamos del índice de descomposición de GINI, desagregado por fuente de ingreso, lo que nos permite medir qué fuentes de ingreso son más importantes que otras en la descomposición del ingreso y por ende en la desigualdad. La utilidad de esta descomposición y análisis es que nos permite identificar dónde precisamente debe incidir una política pública para tener máximo impacto si se pretende disminuir la desigualdad existente en el país.

Se extiende esta técnica para incluir una discusión acerca de la sensibilidad del índice de Gini a cambios marginales en las fuentes de ingreso.

# DIFERENCIAS REGIONALES Y DEPENDENCIA FINANCIERA: EL CASO DE LOS ESTADOS FRONTERIZOS MEXICANOS

Jorge Ibarra Salazar<sup>†</sup>

Los estados mexicanos ubicados en la frontera norte del país enfrentan un ambiente económico y social que contrasta con el resto del país. En este artículo pruebo la hipótesis de que tales diferencias hacen que las haciendas públicas estatales fronterizas muestren un menor grado de dependencia en las participaciones federales, en comparación con el resto de los estados mexicanos. Para probar tal hipótesis, empleo una base de datos que combina series de tiempo anuales (1993 a 1999) para 31 estados mexicanos. Propongo y estimo dos modelos de regresión lineal para explicar las variaciones en el grado de dependencia financiera estatal. Los resultados muestran evidencia de que los estados fronterizos tienen un menor grado de dependencia en comparación con el resto de los estados mexicanos. Tal resultado sugiere modificaciones en el campo de las relaciones fiscales intergubernamentales.

Palabras clave: Federalismo fiscal, participaciones federales y dependencia financiera estatal.

## 1. Introducción

La dependencia que tienen los gobiernos estatales en las participaciones federales ha sido objeto de diferentes estudios empíricos. Ibarra Salazar *et al.* [1] analizan los determinantes de la dependencia agregada de los estados mexicanos en el período 1975-1995, mientras que Ibarra Salazar y Pérez Alanís [2] utilizan una base de datos desagregada por estado para tratar tal fenómeno. En ambos casos, el asunto central es determinar el efecto sobre la dependencia de un cambio institucional en las relaciones fiscales intergubernamentales: la implantación del Sistema Nacional de Coordinación Fiscal (SNCF) a partir de 1980.

La dependencia financiera estatal, además de ser influida por aspectos institucionales, también puede presentar variaciones en estados que compartan características regionales comunes, tal como son los estados ubicados en la frontera norte de México. En este artículo analizo la dependencia financiera en las participaciones federales de los gobiernos estatales localizados en la frontera norte de México. La hipótesis fundamental que planteo es que tanto la dinámica económica fronteriza, principalmente influida por la industria maquiladora, como los movimientos migratorios causados por tal dinámica, así como la migración hacia los Estados Unidos de Norteamérica, provocan una demanda por infraestructura y servicios públicos que deben atender los gobiernos subnacionales de la frontera. Ante esta realidad, los gobiernos fronterizos se ven forzados a explotar su limitada capacidad fiscal para contar con los ingresos suficientes y cubrir tal necesidad de servicios públicos. De esta forma, se esperaría que el grado de dependencia financiera en las participaciones federales sea menor que la observada en el resto de los estados mexicanos.

Para probar tal hipótesis defino dos modelos empíricos en los que la dependencia es una función lineal de variables económicas, institucionales y fiscales, donde variables dicotómicas son aplicadas para capturar el efecto diferencial en la dependencia de los estados fronterizos. Estos modelos son aplicados a una base de datos compuesta por una combinación de series de tiempo anuales, de 1993 a 1999, y corte transversal, para los 31 estados mexicanos.<sup>1</sup> El período de tiempo que considero toma ventaja de la disponibilidad de información para algunas variables que afectan el grado de dependencia estatal y que no han sido incorporadas en estudios previos. En tal sentido, este artículo construye sobre la evidencia

---

<sup>†</sup> Profesor Asociado, Departamento de Economía, ITESM Campus Monterrey, [jaibarra@campus.mty.itesm.mx](mailto:jaibarra@campus.mty.itesm.mx)

<sup>1</sup> El Distrito Federal no es incluido en el análisis debido al peculiar tratamiento fiscal que enfrenta.

existente para analizar los factores fronterizos que influyen sobre la estructura de ingresos estatales en general, y sobre la importancia de los ingresos por participaciones en particular.

Los resultados de las estimaciones confirman la hipótesis planteada, al mostrar evidencia de que la dependencia financiera de los estados fronterizos es significativamente menor que la del resto de los estados mexicanos. Desde el punto de vista de política fiscal intergubernamental, este resultado sugiere, por un lado, la modificación de los criterios de asignación de las participaciones federales, si acaso es deseable que dichos criterios reflejen la necesidad fiscal de los estados. Por otro, conduce a proponer la ampliación en las facultades fiscales de los gobiernos estatales que pueden tener incentivos o reclamos de su población por mayor cantidad y calidad de servicios públicos. Este aspecto, si bien ha sido considerado en diferentes foros y propuestas de reforma [3,4,5], no se ha traducido en cambios substanciales de las leyes fiscales correspondientes.<sup>2</sup> Es esperanzador, sin embargo, que en los últimos tres años ha estado en la agenda de discusión la posibilidad de otorgar a los estados la facultad de fijar un impuesto a las ventas. En particular, para que los estados fronterizos puedan enfrentar la demanda por servicios públicos e infraestructura en su región en forma flexible y autónoma, es necesario que cuenten con potestades tributarias más amplias a las actuales.

Son dos las principales contribuciones del artículo. Por un lado, al considerar los efectos de características comunes de una región particular, la fronteriza, sobre la dependencia financiera, extiende los estudios empíricos existentes en ésta área. Por otro lado, aporta al estudio de las finanzas públicas de estados fronterizos en un campo que no ha sido explorado anteriormente.

El artículo está organizado de la siguiente manera: en la segunda sección se presentan argumentos que justifican la hipótesis central de este trabajo; en la tercera se comenta la literatura relacionada; la cuarta describe los mecanismos de asignación de las participaciones federales; la quinta presenta la metodología empleada; la sexta los resultados; y la última sección contiene las conclusiones.

## **2. Dependencia financiera y la región fronteriza**

La hipótesis fundamental en este artículo es que, por las marcadas diferencias de tipo económico y social en la frontera norte, los requerimientos y demanda de bienes y servicios públicos en esa región son mayores al resto de los estados de la República Mexicana. Tales demandas son enfrentadas por los gobiernos subnacionales fronterizos con una capacidad fiscal que no pueden explotar, debido al arreglo intergubernamental que se suscribió con el gobierno federal desde 1980.<sup>3</sup> Por otro lado, el esquema de reparto de las participaciones federales, no contiene criterios que reflejen íntegramente las diferencias entre la región fronteriza y el resto de los estados. Ante tal situación, los gobiernos estatales de la frontera norte se ven orillados a explotar al máximo sus limitadas fuentes de ingresos propios para enfrentar la demanda por infraestructura y servicios públicos. Por tal motivo sería previsible que el grado de dependencia en las participaciones federales fuera menor que el observado en el resto de las haciendas públicas estatales.

Para justificar la hipótesis central del artículo, en esta sección documento diversos estudios que acusan diferencias significativas en la dinámica económica y demográfica de los estados fronterizos. Argumentamos también que tales diferencias se traducen en demandas adicionales por servicios públicos e infraestructura, resultando en rezagos importantes en dichos ámbitos.

Diferentes estudios reconocen que la frontera norte de México muestra mayor dinamismo económico que el resto de los estados mexicanos e incluso en comparación con las fronteras en el resto del mundo [6,7,8,9,10]. El alto dinamismo demográfico, otro aspecto distintivo de la frontera norte, ha sido documentado, también, en diferentes trabajos [6,8,9,11,]. Margáin [12] anota que la emigración de mexicanos a los Estados Unidos de Norteamérica, junto con quienes buscan oportunidades en la frontera

---

<sup>2</sup> Cabe decir que la Ley de Ingresos para 2002 otorga la facultad a los gobiernos estatales para fijar un impuesto a las ventas y un impuesto sobre el ingreso. Dado el proceso tan penoso que pasó la denominada reforma fiscal propuesta por el gobierno federal y los tiempos en que fue aprobada, junto con el hecho de que los artículos que contienen tales modificaciones en la ley de ingresos aparecen como artículos transitorios, es poco probable que algún estado se dé a la tarea de ejercer tales potestades.

<sup>3</sup> Se describe en la sección 4 del artículo.

misma, ha provocado un rápido crecimiento urbano. Este ritmo de crecimiento es considerado como primordial por Ganster [6] y Cruz Piñeiro [9] para denominar a la frontera como una región predominantemente urbana.

Relacionado con la problemática urbana, otros autores consideran que el programa de maquiladoras ha dotado de nuevas funciones urbanas a las ciudades fronterizas en términos de infraestructura [13], requerimientos de educación y capacitación de personal [14], normatividad y control del medio ambiente [13, 15]

La problemática general de los servicios públicos en la frontera norte se ha tratado en diferentes estudios [16,17,18]. En general, se coincide en que la infraestructura no es suficiente y que la dinámica demográfica ha rebasado a la correspondiente a la inversión pública en infraestructura. En mi opinión la dinámica económica fronteriza, aunque significativa, tiene poca influencia en la generación de recursos propios y en los recursos que obtienen los gobiernos estatales por participaciones federales. Esto es, si los estados fronterizos experimentan un crecimiento económico por encima del observado en el resto del país, el incremento en recursos fiscales no necesariamente crecerá en la proporción observada en la economía debido a las limitadas facultades fiscales con que cuentan. Por el lado de las participaciones federales, en la medida que los criterios de asignación no reflejen esta dinámica en forma plena, crecimiento económico no necesariamente se traducirá en más recursos por participaciones<sup>4</sup>. De esta forma, los estados fronterizos no tienen capacidad de respuesta ante la demanda de servicios públicos e infraestructura, con lo que subsiste una reducida capacidad gubernamental para atender la demanda de equipamiento urbano [17].

Guillén López [8] resume la problemática para el ámbito de gobierno municipal, que en mi opinión se aplica en su competencia a los gobiernos estatales de la frontera y los hace que muestren menor grado de dependencia financiera en las participaciones federales: “Los efectos visibles de esta tendencia [el cambio en la estructura económica hacia las manufacturas] se concentran en el espacio urbano, en la ampliación de sus límites físicos y en la modificación de los usos del suelo. Se incrementa también la demanda de servicios públicos, se altera su localización, se crean y modifican vialidades e infraestructura urbana y, sobre todo, se incrementa la exigencia de un uso racional y de largo plazo de la planeación y control urbanos. En el escenario del ayuntamiento, el crecimiento económico y los cambios de su estructura han transcurrido sin una capacidad real de respuesta, tanto por limitaciones instrumentales (recursos) como normativas (atribuciones)” (p. 33).

### **3. Literatura relacionada**

Este artículo está relacionado con la literatura que ha abordado, para el orden de gobierno estatal, aspectos de finanzas públicas en la frontera norte y con la literatura que ha estudiado el fenómeno de la dependencia financiera en las participaciones federales.

Algunos temas relacionados con las finanzas públicas de los estados fronterizos han sido abordados en diferentes estudios. Zepeda Miramontes [18] presenta una descripción del gasto público de los diferentes ámbitos de gobierno en la región fronteriza. Cabello [20] realiza un estudio comparativo de las finanzas públicas de los municipios de las fronteras norte y sur de México. La dependencia financiera de los gobiernos en esta región es un tema que no ha sido tratado en esta literatura.

El efecto de la coordinación fiscal sobre el grado de dependencia estatal, ha sido el aspecto que principalmente ha analizado la literatura relacionada con la dependencia. El SNCF al suspender facultades de los gobiernos estatales y municipales y otorgar al gobierno federal las principales fuentes de ingreso fiscal, aumentó en forma substancial el grado de concentración vertical de los ingresos gubernamentales y dejó muy pocas, y limitadas, fuentes de ingreso para los gobiernos subnacionales mexicanos. Tal como lo han hecho notar diferentes estudios [1,21,22,23,24,25,26,27], esto ha resultado

---

<sup>4</sup> Una de las características del sistema de asignación implementado desde 1991 es que las entidades federativas con mayor dinámica económica relativa, han observado que su coeficiente de participación en el FGP muestra una tendencia decreciente, por lo que la asignación de participaciones y el crecimiento de la entidad están en general poco vinculados. Ver Ibarra Salazar *et al.* [19].

que en el agregado, los gobiernos estatales muestren mayor dependencia financiera en las participaciones federales a través del tiempo y también en comparación con otros países [28<sup>5</sup>]. Este fenómeno muestra patrones diferenciados entre las entidades federativas, tal como ha sido notado por Sempere y Sobarzo [24] y probado empíricamente en Ibarra Salazar y Pérez Alanís [2]. De acuerdo a esta literatura, los efectos de esta creciente dependencia han sido: la limitación de la libertad y soberanía de los estados [27]; ha exacerbado las disparidades regionales y no ha permitido la aparición de iniciativas locales dirigidas a mejorar el desarrollo regional [25]; también ha traído como consecuencia una falta creciente de incentivos en los gobiernos estatales para ejercer su capacidad fiscal, haciendo el grado de dependencia todavía mayor [26].

Por el alto grado de dependencia financiera y sus efectos, se considera que es urgente revisar en detalle el acuerdo de coordinación fiscal entre los gobiernos estatales y el gobierno central mexicano [21,22]. Además, se ha propuesto ampliar las atribuciones fiscales de los gobiernos estatales para que compartan con el gobierno federal el esfuerzo fiscal para allegarse recursos [4,5,26].

Si bien la literatura relacionada con dependencia financiera ha tratado este fenómeno, que caracteriza a la coordinación fiscal mexicana, en forma agregada y por estado, hasta la fecha no se han estudiado las características regionales que pueden explicar las variaciones en dependencia. A diferencia de estudios anteriores, en este trabajo se analiza la dependencia en las participaciones federales de los gobiernos estatales localizados en la frontera norte de México.

La postura adoptada en este artículo es que mayor autonomía financiera es una característica deseable en las haciendas públicas subnacionales mexicanas. Considero que la reducción en la dependencia financiera puede promover la eficiencia en la administración pública; la responsabilidad fiscal y rendición de cuentas del gobierno; además de propiciar una mejor capacidad de respuesta de los gobiernos estatales hacia las necesidades de la ciudadanía. Tal como lo reconoce el principio de descentralización en federalismo fiscal [29], la autonomía fiscal redundaría en más beneficios si acaso es posible que los ciudadanos identifiquen la provisión de bienes y servicios por parte del gobierno con las fuentes de financiamiento. Relacionado con esto, Merino [4] conjetura que la dependencia estatal excesiva en las transferencias federales puede causar distorsiones en el uso de recursos públicos, ya que los gobiernos subnacionales no enfrentan los costos asociados con la recaudación de ingresos fiscales. Por su parte Castells [30] considera que la excesiva dependencia financiera limita la autonomía e inhibe la responsabilidad fiscal. Por las implicaciones políticas de la dependencia financiera, "... asegurar la democracia y la autonomía local va de la mano con la necesidad de contribuir a hacer a los gobiernos locales efectivamente responsables de sus acciones (*accountable*) ante sus ciudadanos" [30, p. 291].

#### 4. La coordinación fiscal en México

El sistema nacional de coordinación fiscal es un arreglo institucional a través del que los diferentes órdenes de gobierno en México comparten las tareas y frutos de la recaudación de los ingresos fiscales. El acuerdo que fue signado a fines de 1979, y entró en vigor a partir de 1980, tuvo como propósito evitar la concurrencia impositiva y adecuar el aparato fiscal al nuevo impuesto al valor agregado. Con los convenios de adhesión, las entidades federativas mexicanas suspendieron atribuciones fiscales a favor del gobierno federal, quien a cambio establecería un sistema para compartir los ingresos recaudados en forma centralizada con los gobiernos estatales y municipales.<sup>6</sup> *Ceteris paribus*, se podría esperar que tal modificación en las atribuciones fiscales resultaría en la reducción de los ingresos propios, y consecuentemente en la mayor contribución de los ingresos por transferencias. Si por un lado se participan cantidades crecientes, y por otro lado se limitan las facultades fiscales de los gobiernos subnacionales, sería de esperar que el grado de dependencia aumentara, tal como lo hizo, a partir de la implantación de este acuerdo intergubernamental.

Actualmente las participaciones federales se constituyen por siete fondos: el fondo general de participaciones, el más importante de ellos, se integra con el 20% de la recaudación federal participable

<sup>5</sup> Al comparar la razón de ingresos por participaciones a ingresos estatales encuentra que mientras en México es 82%, en Canadá es 19%, en los Estados Unidos 20% y en Argentina 5%. Estas cifras corresponden a 1993. Arellano [28], Tabla 1, p. 212.

<sup>6</sup> Arellano [21 y 28] presenta la evolución histórica del Sistema de Coordinación Fiscal en México.

(RFP)<sup>7</sup>. La fórmula que se aplica para distribuir el fondo general de participaciones fue implementada a partir de 1991. Se aplican tres criterios: la población de cada estado, la dinámica y estructura de los impuestos asignables<sup>8</sup> y un componente compensatorio. El peso actual de los dos primeros criterios es de 45.17% cada uno y un 9.66% el tercero.<sup>9</sup>

Después de 1995, se han presentado otras modificaciones relacionadas con el sistema de transferencias mexicano, y que pueden influir en el grado de dependencia de los gobiernos estatales. Por un lado, desde 1996 la integración del FGP se incrementó para pasar del 18.51% al 20% de la RFP. Por otro lado, desde 1998 una modificación en la Ley de Coordinación Fiscal instituyó las Aportaciones Federales: transferencias condicionadas hacia los gobiernos estatales dirigidas a los sectores educativo, salud, seguridad e infraestructura social, entre los renglones más importantes. Esta modificación implicó la creación del Ramo 33 del presupuesto federal. Antes de ese año, sin embargo, y por medio de otros ramos presupuestarios, se otorgaban transferencias condicionadas y con reciprocidad que eran negociadas por el gobierno federal con cada una de las entidades federativas a través de los Convenios de Desarrollo Social.

## 5. Metodología

En este artículo empleo una combinación de datos de series de tiempo anual, de 1993 a 1999, con corte transversal, para los 31 estados mexicanos. La Tabla 1 presenta la descripción de las variables y las fuentes de información.

El modelo empírico aplicado en el artículo es una versión ampliada del empleado en Ibarra Salazar *et al.* [1]. En su caso, ellos consideraron datos desagregados por estado en el período 1975-1995 para determinar los efectos de la entrada en vigor del acuerdo de coordinación fiscal en 1980. El período de tiempo analizado no les permitió incluir algunas otras variables que pueden influir sobre la dependencia financiera. Incluyeron como variables explicativas los cambios en la fórmula de distribución de participaciones de 1988-90 y el de 1991, la implantación del acuerdo fiscal de 1980, la concentración vertical del ingreso fiscal y una variable para controlar por la evolución de la actividad económica (el número de trabajadores registrados en el Instituto Mexicano del Seguro Social).

En este caso, incorporo como variables dependientes el Producto Interno Bruto Estatal<sup>10</sup> (*PIBE*) en términos reales, la concentración vertical del ingreso fiscal en cada estado (*CV*), una variable dicotómica para cuantificar el efecto del aumento en la integración del FGP a partir de 1996 (*D96*), el monto recibido por concepto de otras transferencias (*T*), diferentes a las participaciones federales, el monto de la deuda pública estatal y municipal (*DEU*), otra variable dicotómica para identificar a las entidades fronterizas de las no – fronterizas (*DF*) y el grado de dependencia rezagado un período (*DEP<sub>t-1</sub>*).

Tomando ventaja de la naturaleza desagregada de la base de datos, postulo dos modelos diferentes. El primero, denominado *Modelo 1*, supone que todos los parámetros son iguales entre los estados mexicanos [34,35]. Este modelo se puede escribir como:

$$DEP_{it} = \alpha + \beta_1 DF_{it} + \beta_2 CV_{it} + \beta_3 D96_{it} + \beta_4 T_{it} + \beta_5 DEU_{it} + \beta_6 PIBE_{it} + \beta_7 DEP_{t-1} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

donde  $\varepsilon_{it}$  representa el término del error.

<sup>7</sup> La integración del fondo general ha cambiado desde su creación. Durante 1980 representó un 16.89% de la RFP; desde 1991 el fondo se integró con el 18.51%; y desde 1996 representa el 20% de la RFP. Ver Indetec [31] para más detalles e información del resto de los fondos.

<sup>8</sup> Su propósito es identificar el estado en el que se genera el impuesto. Los impuestos asignables actuales son: el impuesto sobre automóviles nuevos, el impuesto sobre tenencia de vehículos y el impuesto especial sobre producción y servicios (gasolina, tabaco, cerveza y bebidas alcohólicas).

<sup>9</sup> Estos criterios de distribución y su integración están contenidos en los Artículos 2° y 3° de la Ley de Coordinación Fiscal. Courchene y Díaz Cayeros [32] analizan el sistema mexicano de transferencias, Arellano [21] presenta una revisión histórica de los esquemas de distribución de las participaciones federales y Ortiz Ruiz [33] presenta el mecanismo para calcular los coeficientes de distribución de las participaciones federales.

<sup>10</sup> El período bajo consideración estuvo determinado por la disponibilidad de información relacionada con el PIB estatal.

**Tabla 1.** Descripción de las variables y sus fuentes de información

Variable	Descripción	Fuente de Información
$DEP_{it}$	Representa el grado de dependencia en las participaciones federales. Se calculó como el cociente de los ingresos por participaciones del estado $i$ por sus ingresos ordinarios (impuestos, participaciones, derechos, productos y aprovechamientos) en el año $t$ .	INEGI. <i>Finanzas Públicas Estatales y Municipales de México</i> : Aguascalientes, varios años.
$DF_{it}$	Es una variable dicotómica para incorporar el efecto sobre la dependencia en los estados fronterizos. Toma el valor de 1 si el estado $i$ es Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León o Tamaulipas para todos los años $t$ . Para cualquier otro estado toma el valor de cero.	Construcción propia.
$CV_{it}$	Se refiere a la concentración vertical del ingreso fiscal. Se calculó como el cociente de los ingresos tributarios del gobierno federal recaudados en el estado $i$ por la suma de los ingresos tributarios totales recaudados en el estado $i$ en el año $t$ . Los ingresos tributarios totales son la suma de los federales y los ingresos por impuestos del estado correspondiente.	INEGI. <i>Cuaderno de Información Oportuna Regional</i> : Aguascalientes, varios años INEGI. <i>Finanzas Públicas Estatales y Municipales de México</i> : Aguascalientes, varios años.
$D96_{it}$	Variable dicotómica para cuantificar el efecto del aumento en la integración del fondo general de participaciones del 18.51% al 20% de la recaudación federal participable. Toma el valor de cero de 1993 a 1995 y toma el valor de 1 de 1996 a 1999 para cada estado $i$ .	Construcción propia.
$T_{it}$	Es la cantidad recibida por el estado $i$ en el año $t$ como transferencia del gobierno federal para desarrollo social a pesos de 1994. Estos fondos provinieron del Ramo 26 del presupuesto federal hasta 1997. Para 1998 y 1999 se tomó la suma de los recursos transferidos por el Ramo 26 y los fondos de aportaciones múltiples y el fondo de aportaciones de infraestructura social estatal del Ramo 33.	Presidencia de la República. <i>Sexto Informe de Gobierno de Ernesto Zedillo</i> (Sept. 2000) Presidencia de la República. <i>Primer Informe de Gobierno de Vicente Fox</i> (Sept. 2001). Diario Oficial de la Federación, varios números.
$DEU_{it}$	Es el saldo de la deuda estatal y municipal en el estado $i$ en el año $t$ a pesos de 1994.	SHCP. <i>Saldos de la Deuda de Estados y Municipios</i> , en <a href="http://www.shcp.gob.mx/index01.html">http://www.shcp.gob.mx/index01.html</a>
$PIBE_{it}$	Es el producto interno bruto del estado $i$ en el año $t$ a pesos de 1994.	INEGI. <i>Sistema de Cuentas Nacionales de México y Producto Interno Bruto por Entidad Federativa</i> : Aguascalientes, varios años y en <a href="http://www.inegi.gob.mx">http://www.inegi.gob.mx</a>
$DES_i$	Es una variable dicotómica para identificar los efectos individuales de cada estado fronterizo en comparación con los estados no fronterizos. Toma el valor de 1 en 1993-1999 para el estado $i$ = Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, y es cero para todos los demás estados.	Construcción propia.

El *Modelo 2* incorpora un intercepto diferente para cada estado de la frontera norte, permitiendo efectos fijos independientes para este grupo, aunque mantiene el supuesto de que los demás parámetros estimados son iguales. Este modelo se escribe como:

$$DEP_{it} = \alpha + \sum_j \alpha_j DES_j + \beta_2 CV_{it} + \beta_3 D96_{it} + \beta_4 T_{it} + \beta_5 DEU_{it} + \beta_6 PIBE_{it} + \beta_7 DEP_{t-1} + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

donde  $j$  = Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. La variable dicotómica  $DES$  captura los efectos de aquellas variables que se omiten en el modelo y que son específicas para los estados de la frontera norte [35]. El intercepto para cada estado no fronterizo será igual a  $\alpha$ , en tanto que para cada estado fronterizo será igual a  $\alpha + \alpha_j$ . Reconozco que además de los efectos regionales, tales variables pueden captar las diferencias de tipo político e institucional que no incluyo en la especificación.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> La literatura relacionada con el efecto de instituciones fiscales y aspectos políticos ha mostrado evidencia de que tales factores influyen en variables relacionadas con las finanzas gubernamentales. Ver Poterba y von Hagen [36] y Kirchgassner [37].



La afiliación política del gobernador en turno y la realización de elecciones locales, por ejemplo, pueden influir en el monto de transferencias otorgadas a un estado, y como consecuencia esto podría influir también en el grado de dependencia financiera. Relacionado con esto, Kraemer [38] encontró evidencia de que el gobierno mexicano usó el sistema de transferencias con fines políticos. Igualmente, los gobernadores de los estados tomando ventaja de su poder de negociación con el gobierno federal, pudieron no haber explotado su capacidad fiscal en vistas de transferencias extraordinarias del gobierno central, si acaso fueran requeridas.

El esfuerzo fiscal<sup>12</sup> es otro factor que puede influir en el grado de dependencia, y que no está incluido explícitamente en el modelo. *Ceteris paribus*, si un estado aumenta la tasa de algún impuesto, se esperaría que aumentaran sus ingresos propios y que se redujera la dependencia de ingresos por transferencias. Por ejemplo, para aquellos estados mexicanos que lo han implementado, el impuesto sobre nómina se ha convertido en la principal fuente de recursos por impuestos.

El método de estimación aplicado a los modelos fue el de mínimos cuadrados generalizados, empleando el paquete estadístico E-Views.

La principal hipótesis que quiero probar en este artículo tiene que ver con la diferencia en dependencia de los estados de la frontera norte en comparación con el resto de los estados mexicanos. Por las razones expuestas en la sección 2 de este artículo, espero que el parámetro  $\beta_1$  en el *Modelo 1* sea negativo y estadísticamente significativo. Adicionalmente, espero que los parámetros  $\alpha_j$ , para  $j =$  Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, en el *Modelo 2* sean también negativos y estadísticamente significativos. En el primer caso estaré probando que los estados fronterizos muestran menor dependencia que el resto de los estados, en tanto que en el segundo se probará la hipótesis de que cada estado fronterizo muestra una menor dependencia en relación con el resto de los estados.

Las variaciones en el cociente de ingresos por participaciones a ingresos efectivos ordinarios<sup>13</sup> o dependencia financiera tal como se mide en este artículo, se deben a cambios en los ingresos propios<sup>14</sup> o en el monto de participaciones recibidas. La literatura de finanzas públicas que trata los efectos de las transferencias en los gobiernos subnacionales brinda una referencia para relacionar las estructuras de ingresos y egresos de éstos ámbitos de gobierno<sup>15</sup>. Un aumento en una transferencia general, tal como lo son las participaciones, puede causar un aumento o una reducción en la cuantía de los ingresos propios. El resultado depende del incremento de los egresos en relación con el monto de la transferencia. Por ejemplo, si el aumento en la transferencia general provoca un aumento de mayor magnitud en los egresos estatales, entonces los ingresos propios del gobierno estatal deben ser mayores [45]. Durante el período 1993-1995, el FGP se integró con el 18.51% de la RFP. A partir de 1996 pasó a representar el 20% de la RFP. Esto significó un aumento en el monto de participaciones recibido por cada estado. El aumento en el monto de una transferencia puede hacer que los ingresos propios de los gobiernos estatales aumenten o disminuyan, dependiendo del efecto en los gastos gubernamentales de la transferencia. La evidencia agregada [1] y las limitadas facultades tributarias de los gobiernos estatales, apuntan sin embargo, a que el incremento en el monto de participaciones provocarían un aumento en el grado de dependencia financiera. Esto significa que espero un signo positivo para el parámetro  $\beta_3$  en ambos modelos.

Siguiendo Sempere y Sobarzo [24], así como la evidencia internacional analizada por Tijerina Guajardo y Medellín Ruiz [46], espero que exista una relación positiva entre la concentración vertical del ingreso fiscal y la dependencia estatal.

---

<sup>12</sup> Definido por Musgrave y Musgrave [39], y empleado empíricamente por Badu y Li [40] y Mercer y Gilbert [41], como el cociente de los ingresos observados por impuestos y el ingreso por impuestos si se fijara la tasa estándar de impuesto. Es equivalente al cociente de la tasa observada de impuesto y la tasa estándar del impuesto.

<sup>13</sup> Los ingresos efectivos ordinarios incluyen impuestos, participaciones, derechos, productos y aprovechamientos.

<sup>14</sup> Incluyen impuestos, derechos, productos y aprovechamientos.

<sup>15</sup> Stine [42] es uno de los primeros estudios empíricos que analizan el efecto de las transferencias sobre los ingresos propios. Wilde [43] y Oates [29] son de las primeras contribuciones teóricas en ésta área. Gramlich [44] presenta un recuento de estudios empíricos relacionados con los efectos de las transferencias.

El ingreso recibido por concepto de transferencias condicionadas<sup>16</sup>, diferentes a las participaciones federales, pudo influir en la dependencia financiera a través de los ingresos propios de los estados. “La respuesta esperada en los ingresos propios ante la ayuda federal puede ser positiva o negativa. Esto depende de si el gasto gubernamental aumenta más o menos que la transferencia, lo que a su vez depende de los efectos precio e ingreso del renglón de gasto que corresponda. Si, por ejemplo, el aumento en la transferencia estimula el gasto público estatal por una cuantía mayor que la transferencia, entonces los ingresos propios tendrán que aumentar” [42, p. 804]. En consecuencia, la dependencia estatal tendrá también que disminuir. De otra manera, tales transferencias podrían influir en los gastos estatales, pero sin requerir de la generación de ingresos propios adicionales. En tal escenario, el gobierno estatal aplica el monto de la transferencia en el renglón de gasto para el que fue diseñada. Por otro lado, la cantidad recibida por el gobierno estatal puede desincentivar la generación de ingresos propios, ya que el gobierno central se encarga de las necesidades fiscales del gobierno estatal, y por tanto aumentaría el grado de dependencia. Por lo tanto, y en general, el efecto sobre el grado de dependencia de los gobiernos estatales dependerá de la reacción hacia la transferencia federal, y en particular de la elasticidad precio del gasto. Por tal motivo no anticipo el signo del parámetro  $\beta_4$ , aunque considero importante incluir esta variable en el modelo a estimar.

La deuda contratada con instituciones de crédito nacionales es una fuente alternativa de financiamiento para los gobiernos estatales. Durante el período contemplado en este artículo se presentó la crisis de deuda subnacional de los noventa. De acuerdo a Gamboa [48], la deuda acumulada durante ocho años, junto con el aumento en las tasas de interés, condujo a los gobiernos a serios problemas financieros. Con un mercado financiero sin disciplina y ante la posibilidad de rescates del gobierno central, la deuda puede inducir a los gobiernos estatales a financiar su gasto con esta fuente, en lugar de verse forzados a usar recursos propios, y/o a extender su gasto por encima de su capacidad fiscal. En cualquier caso, y con la posibilidad de obtener un rescate financiero del gobierno federal, se esperaría que los ingresos propios representaran una menor proporción de los ingresos de operación, lo que se traduciría en mayor dependencia. El resultado esperado sería contrario si la restricción presupuestaria subnacional es efectiva (dura), o ante la imposibilidad de un rescate financiero federal. En tal caso los gobiernos estatales tendrían que explotar su capacidad fiscal para enfrentar la carga de su deuda, lo que resultaría en menor dependencia financiera. Dado que los gobiernos subnacionales no enfrentaron una restricción efectiva para limitar sus créditos en el período bajo estudio, espero que exista una relación directa entre el monto de la deuda y el grado de dependencia financiera.

Espero que el signo del parámetro  $\beta_6$  sea negativo. Mayor nivel de actividad económica estatal, *ceteris paribus*, incrementará la recaudación de ingresos propios, particularmente impuestos, y como consecuencia se reducirá el grado de dependencia en las participaciones federales. Por último, espero que la variable de dependencia rezagada un período muestre una relación directa con la dependencia del período actual.

## 6. Resultados

Los resultados de la estimación aparecen en la Tabla 2. En primera instancia comento los resultados relacionados con la hipótesis central del artículo. El parámetro de la variable dicotómica para los estados fronterizos en el *Modelo 1* es negativo y estadísticamente significativo. Adicionalmente, los parámetros que capturan las diferencias individuales de cada estado fronterizo, en el *Modelo 2*, son negativos para los seis estados fronterizos, aunque no son estadísticamente significativos para Coahuila y Sonora. Aunque no se confirman plenamente las hipótesis planteadas en el estudio, existe clara evidencia

---

<sup>16</sup> Durante el período de análisis los estados Mexicanos recibieron transferencias selectivas con reciprocidad para financiar infraestructura social y alivio de la pobreza; transferencias selectivas para educación y salud en apoyo al programa de descentralización en dichos sectores; y también recibieron transferencias extraordinarias del gobierno federal. En 1995 dichas transferencias se dirigieron principalmente a pagos de deuda con el sistema financiero nacional. El poder de negociación de los gobernadores y los tiempos políticos determinaron en buena medida la distribución de éstas transferencias. No hay normatividad o acuerdos escritos de los criterios de asignación de las transferencias extraordinarias. El presupuesto federal contempla transferencias extraordinarias a los gobiernos subnacionales en dos capítulos: el 4700 de apoyo a estados y municipios, asigna fondos para fortaleza financiera, desastres naturales, contingencias económicas y para cumplir con acuerdos de cooperación; y el 7300 de gasto contingente, es empleado bajo la autorización del presidente, y se ha denominado como la “partida secreta” [47]. Desgraciadamente, los datos sobre transferencias extraordinarias no se publican.

de que la dependencia financiera en los estados fronterizos es menor que la de los estados no - fronterizos. Es interesante hacer notar que en Ibarra Salazar y Pérez Alanís [2] se encontró evidencia de que los estados fronterizos de Baja California, Nuevo León y Sonora no cambiaron su grado de dependencia con la entrada en vigor del acuerdo de coordinación fiscal de 1980.

**Tabla 2.** Resultados de las estimaciones

	<i>Modelo 1</i>		<i>Modelo 2</i>	
	Coefficientes	Estadístico t	Coefficientes	Estadístico t
<b>Intercepto</b>	0.2201	1.1285	0.2308	1.1286
<b>Baja California</b>			<b>-0.0720</b>	<b>-5.7937</b>
<b>Coahuila</b>			-0.0362	-0.9305
<b>Chihuahua</b>			<b>-0.0891</b>	<b>-2.0790</b>
<b>Nuevo León</b>			<b>-0.1421</b>	<b>-3.5453</b>
<b>Sonora</b>			-0.0691	-1.3461
<b>Tamaulipas</b>			<b>-0.1155</b>	<b>-2.1409</b>
<b>PIBE</b>	<b>-1.0645E-12</b>	<b>-2.7144</b>	<b>-9.9473E-13</b>	<b>-2.4837</b>
<b>CV</b>	<b>4.3842E-01</b>	<b>2.0670</b>	<b>0.4606</b>	<b>2.0818</b>
<b>D96</b>	<b>0.0886</b>	<b>6.9624</b>	<b>0.0962</b>	<b>8.0818</b>
<b>T</b>	-3.1241E-11	-0.4862	-3.9701E-11	-0.6021
<b>DEU</b>	1.3301E-11	1.5777	1.3569E-11	1.5071
<b>DF</b>	<b>-0.0693</b>	<b>-5.4210</b>		
<b>DEP<sub>t-1</sub></b>	<b>0.1875</b>	<b>3.0020</b>	<b>0.1401</b>	<b>2.2624</b>
R <sup>2</sup> ajustada	0.9767		0.9853	

La concentración vertical muestra una relación directa y significativa con la dependencia financiera en los dos modelos estimados. Este resultado, además de ser esperado, es consistente con los resultados encontrados en Ibarra Salazar *et al.* [1] e Ibarra Salazar y Pérez Alanís [2].

Tal como lo esperaba, el parámetro de la variable dicotómica que incorpora el efecto del aumento en la integración del fondo general de participaciones en 1996 resultó con un signo positivo, además de ser estadísticamente significativa en ambos modelos. Este resultado sugiere que si bien existe la posibilidad, por lo menos en teoría, de que al aumentar el monto de una transferencia general puedan aumentar los ingresos propios en tal magnitud que se reduzca la dependencia financiera, esta reacción sería difícil de encontrar en el agregado de los estados mexicanos, debido a las limitadas facultades fiscales en materia de ingresos con que cuentan. Seguramente este efecto pudiera presentar variaciones entre estados, sobre todo para aquellos que no han explotado siquiera las facultades que han sido otorgadas por la autoridad fiscal federal.<sup>17</sup>

Es interesante notar que la variable que consiga una parte del monto de transferencias diferentes a las participaciones federales, muestra un signo negativo en ambos modelos, aunque no es estadísticamente significativa en ninguno de los modelos estimados. Probablemente este resultado pueda no ser definitivo ya que ésta variable no incluye las cantidades que han recibido los estados como transferencias hacia el sector educativo y salud, que como comenté, son sectores que se descentralizaron en la década de los noventa.

Consistente con estudios empíricos previos, la variable de actividad económica, resultó con un signo negativo y estadísticamente significativa en ambos modelos. Por otro lado, el saldo de la deuda subnacional en cada estado muestra una relación directa con el grado de dependencia, aunque el parámetro no es estadísticamente significativo en ninguno de los modelos. Por último, la variable rezagada de dependencia es positiva y estadísticamente significativa, tal como lo esperaba.

<sup>17</sup> Las facultades que se han otorgado en la década de los noventa a los estados han sido los impuestos: sobre nómina; sobre adquisición de inmuebles; sobre hospedaje; estatal sobre tenencia; sobre ingresos derivados de rifas, loterías y concursos.

## 7. Resumen y conclusiones

En este artículo he controlado por los efectos de variables económicas e institucionales para determinar si los estados fronterizos muestran una menor dependencia financiera en las participaciones federales en comparación con los estados no - fronterizos de la República Mexicana. Postulé y estimé dos modelos empíricos con una base de información que contiene datos que combinan series de tiempo, de 1993 a 1999, con corte transversal de los 31 estados mexicanos.

La hipótesis central del artículo fue que la dependencia financiera de los estados fronterizos es menor que la de los no - fronterizos debido a que las diferencias económicas y sociales imponen requerimientos de servicios públicos e infraestructura que no enfrentan éstos últimos. Ante esto, las haciendas públicas de los estados fronterizos se ven movidas a ejercer sus facultades fiscales para explotar su capacidad fiscal y satisfacer la demanda por servicios que enfrentan. Por tanto, se espera que la dependencia financiera en las participaciones federales sea menor. Los resultados muestran evidencia de que la dependencia del conjunto de estados fronterizos es menor al resto de los estados. Adicionalmente, encontré evidencia de que los estados de Baja California, Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas presentan un menor grado de dependencia que el conjunto de estados no – fronterizos.

Esta evidencia tiene implicaciones de política, relacionadas con el funcionamiento del federalismo fiscal mexicano. En estados como los ubicados en la frontera norte, donde por la evolución económica y los flujos migratorios excesivos se requiere de acciones y decisiones a escala local, la falta de autonomía para influir sobre los ingresos fiscales del gobierno estatal ha resultado en un rezago importante en los servicios públicos demandados por la población. Si bien es cierto que la frontera enfrenta una situación peculiar, también existirán otras regiones en nuestro país que no tienen la capacidad de respuesta ante las demandas de los diferentes sectores económicos y la ciudadanía. Identificar tales regiones y averiguar si enfrentan limitaciones puede ser objeto de posteriores estudios. Lo que el caso fronterizo evidencia, es la imperiosa necesidad de replantear la distribución de las funciones de recaudación entre los diferentes ámbitos de gobierno. Los gobiernos subnacionales requieren facultades fiscales para poder responder a las necesidades de sus regiones; tener la facultad y suficiente flexibilidad para modificar tasas de impuestos y enfrentar las demandas por servicios públicos. El problema fundamental no es solamente aumentar la recaudación de impuestos, como ha sido planteado por el gobierno federal en la propuesta de reforma fiscal más reciente, sino que en ampliar las facultades de los gobiernos subnacionales.

Seguramente, al ampliarse las atribuciones fiscales de los gobiernos estatales, se reducirá la concentración vertical del ingreso fiscal. Por la relación positiva, y estadísticamente significativa, que se ha encontrado en este artículo y otros relacionados [1,2], sería previsible que se redujera el grado de dependencia de los estados mexicanos.

La principal contribución de este artículo es que presentamos evidencia empírica que ayuda a obtener una visión regional sobre el fenómeno de la dependencia financiera de los gobiernos estatales, aislando características comunes de ciertas entidades en la región norte del país. En particular, estos resultados pueden ilustrar sobre la necesidad de aplicar políticas gubernamentales orientadas a que los gobiernos estatales en la frontera norte tengan facultades para poder responder a los requerimientos de servicios públicos e infraestructura en su región.<sup>18</sup>

La opción de ampliar las potestades tributarias de los gobiernos estatales ha sido analizada en diferentes estudios. Merino [48] propone que los estados deben fijar un impuesto adicional en los impuestos especiales a las bebidas alcohólicas, tabaco y gasolina; un impuesto a las ventas con crédito fiscal sobre el IVA, que en su opinión debería de ser voluntariamente establecido por los estados; que el impuesto a la tenencia de vehículos sea estatal. Diaz Cayeros y McLure [5] proponen considerar la opción de permitir a los estados establecer una sobre - tasa a los ingresos personales que sea administrada por

---

<sup>18</sup> Guillén López [8] argumenta que la problemática enfrentada por los gobiernos municipales de la frontera norte, no solamente los ha motivado a reclamar el incremento de transferencias, sino también a que se reconozcan nuevas potestades fiscales y mayor capacidad de decisión, esto es, mayor autonomía financiera.

el gobierno federal. Porque promueven la subsidiariedad y la rendición de cuentas, Díaz Cayeros y McLure [5] consideran que los impuestos especiales son candidatos ideales para que sean potestad de los estados. Consideran también apropiado que los estados se hagan cargo del impuesto sobre automóviles nuevos, del impuesto sobre la tenencia de vehículos y en instituir un impuesto a las ventas. Finalmente, Sempere y Sobarzo [3] discuten la descentralización de impuestos con alto potencial para generar ingresos fiscales, tales como el impuesto sobre la renta y el IVA. Ellos consideran que el candidato ideal para descentralizar a los estados es el impuesto sobre la renta a las personas físicas.

Otra forma de aumentar los recursos de los gobiernos fronterizos, para que tengan capacidad financiera de enfrentar la demanda por servicios públicos, es modificar los criterios de distribución de las participaciones federales, incluyendo variables que midan la dinámica económica y los flujos migratorios. Los inconvenientes de esta opción son, en mi opinión, dos: el primero es, que si bien los gobiernos estatales tendrían más recursos en sus tesorerías, también aumentaría su dependencia financiera y podría causar incentivos por reducir su esfuerzo fiscal; el segundo es que cualquier modificación en los criterios de reparto traerá como consecuencia que haya estados ganadores y estados perdedores. Para darle viabilidad política a una propuesta de esta naturaleza sería necesario implementar un mecanismo compensatorio para los estados que resulten perjudicados [3, 19, 49].

De acuerdo a la postura adoptada en este artículo, creo que resulta más conveniente la alternativa de descentralización de los ingresos fiscales. Retomando la recomendación de Zepeda Miramontes [18], en mi opinión no solo se requiere descentralizar el gasto, sino que también de la descentralización del ingreso, para que los estados fronterizos tengan herramientas para responder con mayor flexibilidad y efectividad a las demandas de su región. Si ambas cosas suceden, es predecible que mejore la rendición de cuentas y la responsabilidad fiscal de los gobiernos estatales en la región.

Los resultados relacionados con el efecto del aumento en el porcentaje de integración del FGP merecen especial atención en vista de la discusión reciente de reforma fiscal a escala federal. La propuesta de reforma tributaria que inicialmente envió el gobierno federal al Congreso de la Unión proponía, entre otras cosas, fijar el IVA en bienes que hasta ahora no son gravados con ese impuesto (alimentos, medicinas, colegiaturas), junto con una reducción en la tasa del impuesto sobre la renta. Como resultado se esperaba que el ingreso fiscal aumentara en cerca de \$129 miles de millones de pesos. Si no hubiese cambios en las facultades fiscales de los gobiernos estatales, ni modificaciones en la fórmula de distribución de las participaciones, mayor recaudación federal resultaría en una mayor cuantía de participaciones federales a los gobiernos estatales. Ante esto, y en vistas del resultado encontrado en este artículo, anticiparía un aumento en el grado de dependencia financiera de los estados. Este aspecto no ha sido considerado por quienes proponen reformas fiscales en México. El centro de la discusión parece ser únicamente el monto de recursos que recaudaría eventualmente el gobierno federal.

El efecto de las transferencias condicionadas sobre la estructura de ingresos en general, y sobre la dependencia financiera en particular, es un tema que merece mayor estudio. A partir de 1998 se creó el Ramo 33 del presupuesto federal, creando las aportaciones federales. Estas transferencias no tuvieron como objetivo influir sobre la dependencia financiera estatal. Sin embargo, en la medida que modifiquen la estructura de ingresos estatales, influirán en el grado de dependencia. Considero que este es un asunto de política crucial, que no fue considerado por quienes diseñaron las aportaciones federales, que definitivamente merece mayor análisis.

Este artículo se puede ampliar incluyendo en el modelo estimado variables independientes que controlen por las diferencias políticas y de esfuerzo fiscal entre los estados mexicanos.

## 8. Referencias

- [1] Ibarra Salazar, J., A. Sandoval Musi y L. Sotres Cervantes; "México: Ingresos Estatales y Dependencia de las Participaciones Federales", Comercio Exterior 49 (5); 438-444 (1999).
- [2] Ibarra Salazar, J. y R. Pérez Alanís; "Revenue Sharing Transfers and Dependence of State Governments in Mexico", Serie de Documentos de Trabajo del Departamento de Economía del ITESM 17; (2001).

- [3] Sempere J. y H. Sobarzo; "Federalismo Fiscal en México", en Sempere J. y H. Sobarzo, (compiladores), Federalismo Fiscal en México, El Colegio de México, México; 15-72 (1998).
- [4] Merino, G.; "Federalismo Fiscal: Diagnóstico y Propuestas," Gaceta de Economía ITAM Número especial Una Agenda para las Finanzas Públicas en México (Primavera); 145-185 (2001).
- [5] Diaz Cayeros, A. y C. McLure; "Tax Assignment," en Giugale, M. y S. Webb (editores), Achievements and Challenges of Fiscal Decentralization: Lessons from Mexico, The World Bank, Washington D.C.; 177-199 (2000).
- [6] Ganster, P.; "La Región Fronteriza entre Estados Unidos y México" Border PACT Report, <http://www.borderpact.org/>; (1998).
- [7] Arroyo García, F.; "Dinámica del PIB de las Entidades Federativas de México, 1980-1999", Comercio Exterior 51 (7); 583-599 (2001).
- [8] Guillén López, T.; Gobiernos Municipales en México: Entre la Modernización y la Tradición Política, El Colegio de la Frontera Norte y Miguel Angel Porrúa, México; (1996).
- [9] Cruz Piñeiro, R.; "Mercado de Trabajo y Migración en la Frontera Norte: Tijuana, Ciudad Juárez y Nuevo Laredo", Frontera Norte 2 (4); 61-93(1990).
- [10] Mendoza, E. y G. Martínez; "Globalización y Dinámica Industrial en la Frontera Norte de México", Comercio Exterior 49 (9); 795-806 (1999).
- [11] Marmolejo, F. y F. León; "La Educación Superior en la Frontera México-Estados Unidos", Border PACT Report, <http://www.borderpact.org/>; (1998).
- [12] Margáin, E.; "Globalización y Desarrollo Sustentable en la Frontera de México y Estados Unidos", en Comercio Exterior 49 (10); 871-877 (1999).
- [13] Fuentes Flores, C.; "El Manejo del Suelo Urbano en las Ciudades Fronterizas Mexicanas", Comercio Exterior 51 (3); 189-195 (2001).
- [14] Mungaray, A., P. Moctezuma y R. Varela; "Educación Superior para la Especialización Industrial de Baja California", Comercio Exterior 51 (3); 225-233 (2001).
- [15] Mungaray, A. y C. Calderón; "La Economía Fronteriza como Umbral de una América del Norte de las Regiones", Comercio Exterior 51 (3); 179-180 (2001).
- [16] Calvo Pontón, B.; "La Frontera desde una Optica Histórico-Cultural", Border PACT Report, en <http://www.borderpact.org/>; (1998).
- [17] Guillén López, T.; "Servicios Públicos y Marginalidad Social en la Frontera Norte", Frontera Norte 2 (4); 95-119 (1990).
- [18] Zepeda Miramontes, E.; "El Gasto Público en la Frontera Norte", Frontera Norte 4 (7); 5-43 (1992).
- [19] Ibarra Salazar, J. A. Sandoval Musi y M. Solís García; "Propuesta para Distribuir las Participaciones Federales entre las Entidades Federativas Mexicanas", Memorias del XXXI Congreso de Investigación y Extensión del Sistema Tecnológico de Monterrey; 585-600 (2001).
- [20] Cabello, A.; "Los Municipios de la Frontera Norte y Sur de México: Características y Finanzas Municipales", Artículo presentado en la 42° Conferencia de la Association of Borderland Studies; (2000).
- [21] Arellano, R.; "Necesidades de Cambio en las Relaciones Hacendarias Intergubernamentales en México", en Arellano Cadena R. (Compilador), México Hacia un Nuevo Federalismo Fiscal, Gobierno del Estado de Puebla y Fondo de Cultura Económica, México; 121-149 (1996a).
- [22] Flores Hernández, J. y R. Caballero de la Rosa; "Estrategias para Transformar la Coordinación Hacendaria y Renovar el Federalismo Fiscal", en Arellano Cadena R. (Compilador), México Hacia un Nuevo Federalismo Fiscal, Gobierno del Estado de Puebla y Fondo de Cultura Económica; México; 151-164 (1996).
- [23] Aguilar Villanueva, L.; "El Federalismo Mexicano: Funcionamiento y Tareas Pendientes", en Hernández Chávez, A. (Coordinadora), ¿Hacia un Nuevo Federalismo?, El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, México; 109-152 (1996).
- [24] Sempere, J. y H. Sobarzo; "La Descentralización Fiscal en México: Algunas Propuestas", en Arellano Cadena R. (compilador), México Hacia un Nuevo Federalismo Fiscal, Gobierno del Estado de Puebla y Fondo de Cultura Económica, México; 165-196 (1996).
- [25] Cabrero Mendoza, E.; "Las Políticas Descentralizadoras desde el Ambito Regional. Análisis de Desequilibrios Regionales, Gasto e Ingreso Público y Relaciones Intergubernamentales 1983-1993", en Cabrero Mendoza, E. (coordinador), Las Políticas Descentralizadoras en México 1983-1993, CIDE y Miguel Angel Porrúa, México; 101-187 (1999).
- [26] Moreno Razo, A.; "Política Fiscal y Descentralización", El Economista Mexicano 2; 94-99 (1999).

- [27] Cabrero Mendoza, E. y A. Carrera; "Fiscal Decentralisation and Institutional Constraints. Paradoxes of the Mexican Case", Documento de Trabajo del CIDE, División de Administración Pública 85; (2000).
- [28] Arellano, R.; "Nuevas Alternativas a la Descentralización Fiscal en México", en Hernández Chávez, A. (Coordinadora), ¿Hacia un Nuevo Federalismo?, El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, México; 203-224 (1996b).
- [29] Oates, W.; Fiscal Federalism, Harcourt Brace Jovanovich, New York; (1972).
- [30] Castells, A.; "Haciendas Locales, Autonomía y Responsabilidad Fiscal", Gestión y Política Pública 8 (2); 277-298 (1999).
- [31] Indetec; "Evolución de la Integración del Fondo General de Participaciones 1980-1992", Revista Indetec 100; 199-208 (1996).
- [32] Courchene, T. y A. Díaz Cayeros; "Transfers and the Nature of the Mexican Federation", en Giugale, M. y S. Webb (editores), Achievements and Challenges of Fiscal Decentralization: Lessons from Mexico, The World Bank, Washington D.C.; 200-236 (2000).
- [33] Ortiz Ruiz, M.; La Mecánica de la Distribución de Participaciones en Ingresos Federales a los Estados y Municipios (Un Ejemplo Numérico), Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas, Guadalajara; (1996).
- [34] Greene, W.; Econometric Analysis, Second Edition, Macmillan Publishing Company, New York; (1993).
- [35] Hsiao, C.; Analysis of Panel Data, Econometric Society Monographs, Cambridge University Press, Cambridge; (1999).
- [36] Poterba J. y J. von Hagen (eds); Fiscal Institutions and Fiscal Performance, Chicago University Press y NBER, Chicago; (1999).
- [37] Kirchgassner, G.; "The Effects of Fiscal Institutions on Public Finance: A Survey of the Empirical Evidence", Center for Economic Studies & Ifo Institute for Economic Research, Working Paper Series # 617; (2001).
- [38] Kraemer, M.; "Intergovernmental Transfers and Political Representation: Empirical Evidence from Argentina, Brazil and Mexico", Inter-American Development Bank, Working Paper 345; (1997).
- [39] Musgrave, R. y P. Musgrave; Public Finance in Theory and Practice, Third Edition, McGraw-Hill, Tokyo; (1980).
- [40] Badu, Y. y S. Li; "Fiscal Stress in Local Government: A Case Study of the Tri-Cities in the Commonwealth of Virginia", The Review of Black Political Economy 22 (3); 5-17 (1994).
- [41] Mercer, T. y M. Gilbert; "A Financial Condition Index for Nova Scotia Municipalities", Government Finance Review October; 36-38 (1996).
- [42] Stine, W.; "Estimating the Responsiveness of Local Revenue to Intergovernmental Aid", National Tax Journal 38; 227-234 (1985).
- [43] Wilde, J.; "Grants in Aid: The Analysis of Design and Response", National Tax Journal 24; 143-155 (1971).
- [44] Gramlich, E.; "Inter-governmental Grants: A Review of the Empirical Literature", en Oates, W., The Political Economy of Fiscal Federalism, Lexington Books, Lexington; (1977).
- [45] Stine, W.; "Is Local Government Revenue Response to Federal Aid Symmetrical? Evidence from Pennsylvania County Governments in an Era of Retrenchment", National Tax Journal 47; 799-816 (1994).
- [46] Tijerina Guajardo, J. y A. Medellín Ruiz; "Dependencia Financiera de los Gobiernos Locales en México", Centro de Análisis y Difusión Económica, Documento de Investigación # 15; (1999).
- [47] SHCP; Clasificación por Objeto del Gasto, Subsecretaría de Egresos, Dirección General de Política Presupuestal, México; (1995).
- [48] Gamboa, R.; "El Rescate Financiero de los Gobiernos Estatales por el Gobierno Federal: Comparación de los casos de Estados Unidos, Brasil y México", Banco de México, Documento de Investigación 9704; (1997).
- [49] Díaz Cayeros, A.; "Sobrevivencia Política y Asignación de Recursos en el Sistema Federal Mexicano", en Arellano, R. (compilador), México: Hacia un Nuevo Federalismo Fiscal, Gobierno del Estado de Puebla y Fondo de Cultura Económica, México; 105-119 (1996).

# UN ÍNDICE DE LA CALIDAD FÍSICA DE LA VIDA EN EL ESTADO DE MÉXICO

M. Mercedes Muñoz y Eduardo Carbajal

Este trabajo presenta un índice de calidad de vida, utilizando la técnica de componentes principales para los municipios del Estado de México. A través del estudio se observa como variables de ingreso per capita y crecimiento productivo de una región no pueden ser considerados exclusivamente como indicadores de calidad de vida. Se construyen cuatro componentes principales: educación, mortalidad, morbilidad y atención médica; y finalmente a través de un promedio se calcula el índice de calidad física de la vida para los 122 municipios mexiquenses, lo cual permitirá un ordenamiento entre ellos de acuerdo a su nivel de calidad de vida.

Palabras clave: Economía, Desarrollo regional, Calidad de vida, Estado de México, Municipios

## 1. Introducción

El estudio del desarrollo humano requiere cuidadosa atención. Desde el punto de vista de los métodos cuantitativos, se han hecho intentos por medir el desarrollo de la manera más aproximada a la realidad. Entre otros métodos, existe uno que hace una aproximación a la medida del desarrollo humano midiendo la calidad de la vida. Este método es el indicador de la calidad de vida conocido como *Physical Quality of Life Index* (Índice de Calidad Física de la Vida, PQLI). Dicho índice intenta medir las condiciones de desarrollo en las que se encuentra una unidad de observación con respecto de todas las demás. Por eso, los resultados del índice sólo reflejan las posiciones relativas de las unidades experimentales con respecto al total del universo de observación.

El propósito del presente ensayo es el de construir este índice para los municipios del Estado de México y revisar cuales son las regiones que requieren más atención en Bienestar. Para elaborar el índice, se usará como universo de observación a los 122 Municipios del Estado de México. Las variables que se utilizan son para el año de 1997.

El resultado podrá dar una luz sobre la correcta medición de la calidad de la vida en México y una aproximación a la explicación de la pobreza en los diferentes municipios del estado. Asimismo los resultados de este trabajo pueden ser utilizados para coadyuvar en la toma de decisiones en el establecimiento de una política social porque, a través de los indicadores obtenidos, es posible determinar las áreas de oportunidad en cuestión de bienestar de cada región o municipio.

---

ME María Mercedes Muñoz Sánchez, Profesora del Departamento de Economía, ITESM Campus Estado de México, [marmunoz@itesm.mx](mailto:marmunoz@itesm.mx)

ME Eduardo Carbajal Huerta, Profesor del Departamento de Finanzas, ITESM Campus Estado de México, [edcarbaj@itesm.mx](mailto:edcarbaj@itesm.mx)



## 2. Revisión de Literatura

Los indicadores de bienestar y de calidad de vida internacionales ofrecen una importante variedad de alternativas de análisis. Estos indicadores utilizan variables socioeconómicas y demográficas muy diversas e interesantes, que deben ser mencionadas antes de presentar una metodología propia.

A principios de los años setenta, aún era común el uso exclusivo de variables macroeconómicas para medir el progreso o el atraso económico y hacer una aproximación del bienestar de acuerdo a ese progreso o retroceso. Entonces, el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) constituía el mejor indicador del desempeño económico de los países o regiones y el PIB per capita era el mejor indicador del desarrollo humano.

A mediados y finales de esa década, comenzaron los estudios donde se resaltaba la importancia de usar más variables para medir el bienestar y la necesidad de usar variables que reflejaran condiciones sociales. Es así que en 1974 Jan Drewnowski<sup>[11]</sup> (1974) publica su plan para medir la calidad de vida, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)<sup>[12]</sup> publica a partir de 1976 sus reportes sobre el desarrollo de indicadores sociales del bienestar (1976, 1982), tres años más tarde Morris D. Morris<sup>[13]</sup> construye el PQLI donde se aproxima a un índice de la Calidad Física de la Vida (1979).

Más recientemente el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) ha elaborado anualmente el Human Development Report<sup>[14]</sup> (1990), donde se calculan varios índices de bienestar, pobreza, desigualdad, niveles de educación, seguridad, etc., entre ellos, el Índice de Desarrollo Humano (HDI). En 1992, Daly H. Cobb (Holland, 1998) construye su Índice de Bienestar Económico Sostenible<sup>[11]</sup> (ISEW). Derivado de este índice, se construye el GPI, que es el indicador del progreso genuino. En ese mismo año Ruut Veerhoven (Holland, 1998) publica su indicador de Esperanza de Vida Feliz (HLE). Al siguiente año, Desai<sup>[15]</sup> (1993) construye el Índice de Progreso Social (SPI), donde utiliza variables de extrema importancia social (sociodemográficos, estratos y clases sociales, religión, etc.) y no económica. En 1995 el Banco Mundial<sup>[16]</sup> (1995) produce dos indicadores de calidad de vida: el índice de Bienestar (WI) y el Índice de Ahorro Genuino (GSI). En 1997, Van der Lijn<sup>[17]</sup> publica el índice de Bienestar Básico (BWI) y hace comparaciones con el PQLI de Morris<sup>[13]</sup> y el HDI de Naciones Unidas<sup>[14]</sup>.

VARIABLES	ÍNDICES	PQLI	HDI	HLE	SPI	WI	GSI	ISEW	GPI	BWI
<b>Factores Sociodemográficos</b>					X					
Preparación Educativa			X	X						
Mortalidad Infantil	X									X
Esperanza de Vida	X	X	X	X						X
Tasa de Alfabetismo	X									X
Ingreso per cápita			X	X				X	X	
<b>Factores Subjetivos</b>				X						
Consumo								X	X	
Daño Ambiental								X	X	
Capital Económico						X	X		X	
Capital Natural						X	X			
Capital Humano						X				
Matricula Escolar										X

**Tabla 1.** Resumen de las variables de cada uno de los índices que se usan para medir el bienestar y

la calidad de vida en el Mundo.

De acuerdo a la visión de Bienestar que se encuentra en algunos estudios en México, este debe ser un conjunto de elementos que cubren las necesidades básicas de los seres humanos. Estas necesidades básicas se deben cubrir para sobrevivir en condiciones socialmente aceptables, por lo menos, a un nivel mínimo. Estas necesidades son "...alimentación, vivienda, salud y educación. Cuando estas condiciones no se satisfacen se habla de Marginalidad" <sup>[2]</sup>

Más allá del término de Bienestar, Blanco<sup>[18]</sup> y otros (1994), son más audaces y establecen los componentes para hacer una aproximación de la Calidad de Vida cuando dicen que se deben expresar condiciones objetivas y subjetivas en las que se realiza la reproducción social del ser humano. Dentro de las dimensiones que abarca el término usado por ellos, está el de Bienestar, que debe reflejar "...las condiciones de trabajo remunerado y no remunerado (trabajo doméstico), la cantidad y la calidad de las formas de consumo de bienes, servicios y valores de uso, el acceso y realización de expresiones culturales y políticas y la calidad del entorno." <sup>[3]</sup>

Para terminar esta revisión de la literatura <sup>[4]</sup>, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) <sup>[19]</sup> hace un ordenamiento de Niveles de Bienestar, estableciendo siete estratos, con variables sociodemográficas que sólo perciben el número de personas en diversas situaciones sociales y el porcentaje de participación de la población en los servicios. Toma en cuenta variables poblacionales, de educación, de acceso a servicios públicos y de posesión de bienes.

Para la realización del presente estudio se eligió el PQLI de Morris<sup>[13]</sup> porque es un indicador flexible que permite utilizar variables de obtención confiables y de naturaleza in-etnocéntrica. Para el tipo de información que se puede obtener del Estado de México, el PQLI se ajusta mejor que otros índices y permite hacer transformaciones de sus variables.

### 3. Planteamiento teórico de la construcción del índice

El Índice de la Calidad Física de la Vida (PQLI) lo midió por primera vez Morris <sup>[5, 13]</sup>. El PQLI es un indicador compuesto que no intenta medir el desarrollo económico, sino el bienestar social, entendido este, como el conjunto de condiciones materiales necesarias para lograr el desarrollo integral de los individuos en la sociedad. Dentro del desarrollo integral se encuentran los indicadores básicos del nivel de vida (salud, alimentación, educación, vivienda, vestido, derecho a trabajar, etc.). Según Morris<sup>[13]</sup>, si se excluye a todos los indicadores que son medidas de política y los indicadores que miden el desarrollo económico, los indicadores de la calidad física de la vida (una vez descontados los referidos a condiciones sociales y psicológicas que el término "calidad de vida" conlleva, como seguridad, justicia, derechos humanos, libertad de elegir) son tres <sup>[6]</sup>: Mortalidad Infantil, Esperanza de Vida, y Alfabetismo básico.

Estos fueron seleccionados de entre otros por lo siguiente:

- a) Ninguno de los tres asume un patrón de desarrollo particular ni depende de la organización de la economía (aunque si dependen del desempeño económico, no de la estructura económica).
- b) Los tres indicadores son lo más in-etnocéntricos posible<sup>[7]</sup>
- c) Los tres indicadores son bastante sensitivos a los efectos de distribución.

La Mortalidad Infantil (MI) fue elegida con el criterio de que todas las sociedades desean que los niños pequeños no mueran. La Esperanza de Vida (EV) de la población, porque se prefiere vivir más años a vivir menos. La tasa de alfabetismo (TA) se eligió por ser un objetivo social, sobre todo porque el acceso a la educación es visto como un derecho ganado por todas las sociedades más que por ser un objetivo de política de los grupos en el poder. En la construcción del PQLI se hacen escalas de medidas comunes para encontrar la posición del país, la región, etc., dentro de la observación. El ajuste otorga una calificación o una posición de 100 para aquel país, región o entidad que requiere menos esfuerzos en desarrollo, y una calificación de 0 a la región o país que es más retrasado en su desarrollo. Así, se tiene que para encontrar la tasa de mortalidad infantil a la que debiera crecer una región para mejorar en un 1%, se calcula con la siguiente Tasa de Ajuste:

$$\frac{\text{Región máxima MI} - \text{Región mínima MI}}{100}$$

y para encontrar la posición relativa de esa región o país, se calcula lo siguiente:

$$\frac{\text{Región máxima MI} - \text{MI región observada}}{\text{Tasa de Ajuste MI}}$$

De manera similar, se ajustan las otras dos variables. Una vez obtenidos los tres indicadores en porcentajes, el PQLI se calcula como el promedio aritmético simple de los tres:

$$PQLI = \frac{MI + EV + TA}{3}$$

#### 4. Propuesta metodológica para el desarrollo del índice

Antes de construir este índice, de acuerdo con los datos de cada uno de los 122 municipios del Estado de México, se considera pertinente hacer ciertas modificaciones al planteamiento teórico de Morris<sup>[13]</sup>. En primer lugar, los tres indicadores elegidos deben ser reexpresados no en términos de variables, sino de componentes principales, que explican de manera integral a las variables que se manejarían en forma individual. Esto se hace con la finalidad de que el concepto de Calidad de Vida tenga una mayor explicación a partir de la creación de un componente (que resuma las características de todas las variables utilizadas), que de las variables por sí mismas.

En ese sentido, el indicador de Mortalidad Infantil será transformado en el componente de Mortalidad y se compone de las siguientes variables: a) tasa de mortalidad infantil (número de menores fallecidos al año entre el número de habitantes); y b) tasa bruta de Mortalidad (número de decesos totales entre el número de habitantes, excluyendo los menores a un año). El hacer este componente implica que el deseo de que la gente viva más para que tenga una mayor oportunidad de desarrollo de capacidades y de reproducción social, se puede explicar revisando cuantas personas fallecen al año y cuantas personas fallecen antes.

El Indicador de Esperanza de Vida se compone de las siguientes variables:

- a) Tasa de morbilidad (número de enfermedades al año por habitante)<sup>[8]</sup>
- b) Tasa bruta de natalidad (número de nacidos entre el número de habitantes)
- c) Tasa de Atención Médica (el número de médicos entre el número de habitantes)
- d) Tasa de Atención Clínica (el número de unidades médicas entre el número de habitantes)

- e) Tasa de Cuidado Médico (el número de enfermeras entre el número de habitantes)
- f) Tasa de atención de ingreso (el número de camas entre el número de habitantes)

Se pretende que el componente resultante dé una aproximación lo más cercana posible a Esperanza de Vida. Estas variables estarían indicando la cantidad de atención médica con la que cuentan los habitantes de cada municipio, pues el mejoramiento de estas condiciones posibilita que un individuo aumente sus condiciones de salud, que le permiten tener una mayor expectativa de vida.

El indicador de Alfabetismo Básico se transformó en Educación y se conforma con las siguientes variables:

- a) Tasa de Analfabetismo (población que no sabe leer ni escribir entre el número de habitantes)
- b) Tasa de Atención Docente (el número de maestros entre el número de Alumnos)
- c) Tasa de Atención Escolar (el número de Escuelas entre el número de Alumnos)

Estas variables fueron elegidas porque en la medida que el número de personas analfabetas disminuya, es mejor para el desarrollo de la sociedad y de la región y porque se cree que la atención hacia los alumnos aumentará cuando la densidad escolar disminuya y la atención personalizada aumente.

Con esto, se tiene entonces 10 variables para los 122 municipios, lo que da una matriz de 122 observaciones por 10 variables. La Metodología utilizada para construir los indicadores de Mortalidad, Esperanza de Vida y Educación será desarrollada usando la técnica de Análisis Multivariado llamada Método de Componentes Principales, el cual permitirá resumir de manera eficiente la información que se requiere para construir el Índice de Calidad Física de la Vida (PQLI).

En el caso de una investigación con un gran número de variables se puede utilizar la técnica de componente principal, la cual consiste en simplificar o analizar de manera óptima a través de un número pequeño de combinaciones lineales de las variables originales. El Método de Componentes principales, permite reducir la información al producir componentes que presentan la mayor proporción de la variabilidad de la información, dando así el peso de cada variable dentro de cada componente (carga variable). Por otro lado, comparando la técnica de componentes principales con la de análisis de factores, se tiene que esta última también permite resumir la información de las variables en nuevas variables; sin embargo su estudio se basa en las correlaciones de las variables, mientras que componentes principales centra su análisis en la variabilidad de los  $n$  variables <sup>[9]</sup>. A continuación se explicará brevemente en que consiste este método.

Dada una matriz  $\mathbf{X}$  que representa  $n$  observaciones de  $p$  variables,  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , el propósito del análisis de componente principal es determinar una nueva variable  $Z_1$  que puede ser utilizada para explicar la variación en las  $p$  variables. El resultado puede ser utilizado como una matriz aproximación para la matriz  $\mathbf{X}$ . El componente principal  $Z_1$  es una combinación lineal de  $p$  variables  $\mathbf{X}$ ,

$$Z_1 = v_{11}X_1 + v_{21}X_2 + \dots + v_{p1}X_p$$

Por lo que las aproximaciones para la variable  $X$  son obtenidas a través de este componente principal,

$$\begin{aligned}\hat{X}_1 &= a_{11}Z_1 \\ \hat{X}_2 &= a_{21}Z_1 \\ &\vdots \\ \hat{X}_p &= a_{p1}Z_1\end{aligned}$$

En términos matriciales el problema consiste en:

$$\begin{aligned}\text{Min } &tr(\mathbf{X} - \hat{\mathbf{X}})^t(\mathbf{X} - \hat{\mathbf{X}}) \\ \text{s.a. } &\hat{\mathbf{X}} = \mathbf{z}_1\mathbf{a}_1^t \\ &\mathbf{z}_1 = \mathbf{X}\mathbf{v}_1\end{aligned}$$

La solución a este problema es obtener los valores característicos y los vectores propios dados por:  $(\mathbf{X}^t\mathbf{X} - \lambda\mathbf{I})\mathbf{v} = 0$ ; siendo  $\lambda$  los valores característicos y  $\mathbf{v}$  los vectores propios. Donde los vectores propios y los componentes principales ( $\mathbf{Z}$ ) son mutuamente ortogonales.

Utilizando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences), se obtuvieron los valores característicos y los componentes principales de los cuatro componentes: mortalidad, morbilidad, atención y educación.

**Mortalidad:** El valor característico de este componente es mayor a uno, por lo tanto es el único que tomamos para explicar la varianza de las variables en el componente, que son explicadas en un 89.9%; por lo que dicho componente es suficiente para resumir las características de las dos variables. Como observamos, ambas variables tienen una carga altamente significativa. (véase Tabla No. 2) A través de este componente, se encontró que los municipios con menores problemas en mortalidad son Cuautitlán de Romero Rubio, Toluca y Atlacomulco; sin embargo los tres municipios que requieren un mayor esfuerzo son: Xonocatlán, Jaltenco y Tultitlán.

**Tabla No. 2:** Cargas de las variables del Componente de Mortalidad

	Mortalidad
Tasa de Mortalidad Infantil	0.948
Tasa Bruta de Mortalidad	0.948

**Esperanza de vida:** El indicador Esperanza de Vida estará conformado por dos componentes rotados[10] lo cual permitirá diferenciar claramente la importancia de las variables en cada uno de los componentes. El primer componente es el de "Morbilidad": el cual está compuesto de manera más que significativa por las variables de tasa de morbilidad, tasa de atención clínica y tasa de atención ingreso, todos ellos relacionados de manera positiva. El segundo componente denominado de "Atención" está conformado por las variables más significativas que son la tasa de cuidado médico y la tasa de atención médico, ambas variables también con una relación positiva. Ambos componentes explican el 69.1% de

la variabilidad total de las variables resumiendo con eficiencia las características de las variables. (véase Tabla No. 3)

De acuerdo al índice de Morbilidad los municipios con menos problemas son los municipios de Tultepec, Chimalhuacán y Tultitlán; mientras que los municipios con una problemática mayor son los municipios de Axapusco, Polotitlán y Oztolotepec. Por otro lado considerando el componente de Atención se tiene que los municipios en la mejor posición son los de Oztolotepec, Coyotepec y Tecamac. a diferencia de Acolmán, Toluca y Cuautitlán de Romero Rubio que requieren mayor ayuda.

	Compente Morbilidad	Compente Atención
Tasa de morbilidad	0.855	0.055
Tasa de Atención Clínica (hab./clínicas)	0.836	0.103
Tasa de Atención Médica (hab./médicos)	0.241	0.851
Tasa de Cuidado Médico (hab./enfermera)	-0.163	0.879
Tasa de Atención Ingreso (hab/cama)	0.652	-0.055

**Tabla No. 3:** Cargas de las variables del Indicador Esperanza de Vida

**Educación:** En el caso de este indicador se obtuvo exclusivamente un componente denominado "Educación", el cual explica el 56.6% de la varianza total de dichas variables, por lo que resulta aceptable. Tanto la variable de atención escolar como la de atención docente son más que significativas; mientras que la tasa de analfabetismo es una variable importante. (véase Tabla No. 4) Considerando este índice, se tiene que los municipios en la mejor posición son Cuautitlán Izcalli, Tultepec y Tultitlán. Sin embargo, aquellos municipios que se encuentran en peores condiciones son San Simón de Guerrero, Zacualpán y Amatepec

	Compente Educación
Tasa de Analfabetismo	-0.458
Tasa de Atención Docente	0.826
Tasa de Atención Escolar	0.898

**Tabla No. 4:** Cargas de las variables del Componente Educación

A partir de estos se procedió a calcular el PQLI, como un simple promedio de las cuatro componentes ajustados y determinar la posición relativa para cada municipio. El utilizar un promedio simple se debe a que cada uno de los cuatro componentes deben ser considerados con igual importancia como indicadores de calidad de vida; por otro lado, no se puede decir que dentro del gran concepto calidad vida el factor más sobresaliente es por ejemplo la educación o la salud; por tanto se considera cada componente como igualmente valioso para la determinación de calidad de vida de una región o país (véase Tabla No. 5).

## Índice de la Calidad Física de la Vida (PQLI)

Posición	Municipio		Posición	Municipio	
1	Tultepec	0.984	62	Tlamanalco	0.487
2	Coyotepec	0.919	63	Texcoco	0.487
3	Tultitlán	0.900	64	Tenango del Valle	0.487
4	Chimalhuacán	0.875	65	Tlanepantla de Baz	0.485
5	Cuautitlán de Romero Rubio	0.865	66	Almoleya de Juárez	0.482
6	Cuautitlán Izcalli	0.798	67	Calimaya	0.479
7	Ecatepec	0.780	68	Temascalcingo	0.473
8	Tecamac	0.761	69	Xalatlaco	0.462
9	Valle de Chalco Solidaridad	0.757	70	Acolman	0.462
10	Otzolotepec	0.745	71	Nopaltepec	0.455
11	Teoloyucan	0.743	72	Otumba	0.454
12	Joquicingo	0.735	73	Atenco, San Salvador	0.451
13	Coacalco de Berriozabal	0.701	74	Ozumba	0.451
14	Nezahualcoyotl	0.691	75	Valle de Bravo	0.448
15	San Mateo Atenco	0.678	76	Ocuilán	0.447
16	Toluca	0.663	77	Acambay	0.446
17	Paz, La	0.661	78	Tepetlaoxtoc	0.441
18	Amecameca	0.648	79	San Antonio la Isla	0.440
19	Ecatzingo	0.634	80	Huehuetoca	0.440
20	Capulhuac	0.620	81	Apaxco	0.438
21	Jaltenco	0.618	82	Temascalapa	0.433
22	Tequixquiac	0.617	83	Jilotepec	0.433
23	Atlacomulco	0.616	84	Cocotitlán	0.429
24	Nicolás Romero, Villa	0.608	85	Ixtlahuaca	0.424
25	Atizapán de Zaragoza	0.606	86	Tenango del Aire	0.424
26	Juchitepec	0.603	87	Sultepec	0.421
27	Almoleya del Río	0.602	88	Jilotzingo	0.417
28	Villa Guerrero	0.597	89	Coatepec Harinas	0.416
29	Melchor Ocampo	0.592	90	Villa del Carbón	0.415
30	Metepec	0.583	91	Chiautla	0.412
31	Chalco	0.582	92	Jiquipilco	0.410
32	San Felipe del Progreso	0.577	93	Lerma	0.391
33	Chiconcuac	0.574	94	Temamatla	0.390
34	Tlanguistenco Santiago	0.574	95	Rayón	0.367
35	Atizapán Santa Cruz	0.566	96	Polotitlán	0.357
36	Zinacantepec	0.562	97	Jocotitlán	0.351
37	Isidro Tlazala de Fabela	0.555	98	Donato Guerra	0.341
38	Ocoyoacac	0.550	99	Tejupilco	0.341
39	Atlautla	0.541	100	Oro, El	0.339
40	Nextlalpan	0.540	101	Texcalyacac	0.338
41	Zumpahuacan	0.540	102	Teotihuacán	0.329
42	Mexicaltzingo	0.535	103	Xonacatlán	0.328
43	Tepetlixpa	0.534	104	Almoleya de Alquisiras	0.321
44	Chicoloapan	0.533	105	Papalotla	0.313
45	Morelos San Bartolo	0.533	106	Timilpan	0.308
46	Villa Victoria	0.532	107	San Martín de las Pirámides	0.308
47	Texcaltitlán	0.530	108	Chapultepec	0.306
48	Naucalpan de Juárez	0.527	109	Amanalco de Becerra	0.303
49	Hueyoxtla	0.523	110	Chapa de Mota	0.297
50	Tenancingo	0.521	111	Malinalco	0.289
51	Temoaya	0.517	112	Ayapango	0.275
52	Villa de Allende	0.508	113	Temascaltepec	0.274
53	Ixtapan de la Sal	0.505	114	Zacualpan	0.269
54	Ixtapaluca	0.503	115	Soyaniquilpan de Juárez	0.268
55	Tepotztlán	0.502	116	Ixtapan del Oro	0.264
56	Tezoyuca	0.500	117	San Simón de Guerrero	0.256
57	Tonatico	0.497	118	Zacazonapan	0.247
58	Axapusco	0.495	119	Otzoloapan	0.237
59	Huixquilucan	0.493	120	Santo Tomás de los Plátanos	0.218
60	Zumpango	0.487	121	Tlatlaya	0.183
61	Aculco	0.487	122	Amatepec	0.128

Tabla No. 5: Ordenamiento general de los 122 municipios de acuerdo al PQLI

Como se puede observar los municipios con un alto grado índice de calidad de vida son: Tultepec, Coyotopec y Tultitlán; en cambio los municipios que exigen medidas rápidas y eficaces para mejorar las condiciones de vida de su población son: Santo Tomás de los Plátanos, Tlatlaya y Amatepec.

No deja de sorprendernos los resultados de este PQLI municipal, pues vemos que municipios que tradicionalmente se consideran como ricos como Naucalpan (48° lugar), Tlalnepantla (65° lugar), Toluca (16° lugar), Lerma (93° lugar), etc. por su actividad económica tan importante, no aparecen entre los primeros lugares en condiciones de calidad de vida. La explicación es algo sencilla: Los componentes resultantes de las variables elegidas sólo miden condiciones físicas de Mortalidad, de Esperanza de Vida y de Educación, sin tomar en cuenta si los municipios cuentan o no con los medios necesarios para adquirir los bienes y servicios que le permiten mejorar su calidad de vida. Si nos vamos más lejos, el PQLI ni siquiera mide las condiciones materiales de vivienda, ni los ingresos, ni los servicios básicos en general.

Visto desde ese punto, no nos queda más que sugerir que existen elementos que miden la calidad de vida desde un punto de vista que no tiene que ver con la estructura económica, ni con el sistema de precios o con los problemas de oferta y demanda agregadas.

## **5. Conclusión**

Aunque no es posible distinguir al PQLI como el indicador más efectivo o viable para medir la Calidad Física de las condiciones de vida de las regiones, es un instrumento importante de referencia para revisar el desarrollo humano. Lo más valioso del cálculo de indicadores de bienestar y calidad de vida es que nos ofrecen un panorama de fortalezas y oportunidades para aplicar políticas sociales en cada una de las regiones.

Un ejemplo de esto sería que este estudio lo leyera los tomadores de decisiones en Política Social en el Estado de México y ver cuales son los rezagos o avances relativos en materia de educación o de condiciones de salud y sobrevivencia. Si analizamos a los municipios conurbados del área metropolitana de la Ciudad de México, Tlalnepantla de Baz (posición 65) por ejemplo, vemos que sus problemas graves se dieron en la sobrepoblación en cada escuela y la falta de atención personalizada de los maestros (270 alumnos en cada escuela). También es posible distinguir que existen pocas unidades médicas y pocos médicos, para atender a una población tan grande (cada unidad médica en el municipio atiende a 13,564 habitantes). El municipio más rico del estado, Naucalpan de Juárez, cuya posición relativa según el PQLI es el 48, debe su deshonrosa posición a una tasa de morbilidad en ese año muy alta (cerca de 8 enfermedades al año, por habitante), una tasa de mortalidad infantil del 22% y una sobrepoblación escolar de más de 340 alumnos por escuela.

Como vemos, no importa si las condiciones económicas o productivas de los municipios son las mejores o si hay un crecimiento macro que permita que cada habitante tenga mayor ingreso en promedio. El PQLI mide esas diferencias en condiciones de vida y las plasma en un arreglo de posiciones relativas que le permite ser un indicador objetivo y útil para la toma de decisiones en materia de Desarrollo Regional.

## **6. Notas**



[1] Se usará el término Sostenible en lugar del término Sustentable porque se considera que refleja mejor el sentido de garantías de condiciones económicas y ambientales que se sostienen en el tiempo y porque se puede confundir con el término sustentar que significa proveer. En inglés el término es *Sustainable*.

[2] Gobierno del Estado de México. *Indicadores de Bienestar...* pag. 15

[3] Blanco, López y Rivera. *Calidad de Vida*. Pag. 161

[4] Es necesario aclarar que no es toda la literatura que sobre bienestar existe en México, pero los estudios sobre marginalidad que realiza CONAPO o de pobreza que realizó Coplamar no se ajustan al objetivo de la propuesta metodológica aquí presentada.

[5] M. D. Morris, *Measuring the Condition of the World's Poor. The Physical Quality of Life Index*. Pergamon Press, New York. 1979

[6] *Ibíd*em, p. 30.

[7] Se refiere que estos tres indicadores desechan la idea de que las necesidades humanas básicas son medidas de la misma manera por todas las sociedades.

[8] Esta variable incluye enfermedades respiratorias, gastrointestinales y afecciones genéticas.

[9] La técnica de análisis discriminante no fue utilizada ya que ésta permite clasificar unidades en categorías específicas, que conformen un grupo con características similares.

[10] Fueron rotados utilizando el método Varimax con normalización Kaiser

## Referencias

[11] Drewnowski, Jan. *On Measuring and Planning the Quality of Life*. The Hague: Mouton, published for the Institute of Social Studies, Netherlands. 1974

[12] Organization for Economic Co-operation and Development. *Measuring Social Well-Being: A Progress Report on the Development of Social Indicators*. Paris: OECD, 1976

[13] Morris, Morris D. *Measuring the Condition of the World's Poor. The Physical Quality of Life Index*. Pergamon Press, New York, USA. 1979.

[14] United Nations Development Programme. *Human Development Report*. UNDP, New York, USA. Several reports 1990, 1998, 1999.

[15] Desai, M. "Income and Alternative measures of well-being" In Westendorff D.G., Ghai D. (editors) *Monitoring social Progress In the 1990s*. Brookfield, USA: UNRISD, 1993. pp 23-40

[16] The World Bank. *Monitoring Environmental Progress: A Report on Work in Progress*. The World Bank, Washington, D.C., USA. 1995

[17] Van der Lijn, Nick. *Measuring well-being with social indicators, HDI, PQLI and BWI for 133 countries for 1975, 1980, 1985, 1988 and 1992*. Mimeo. Tilburg University, Netherlands. 1997. 29 pp.

[18] Blanco, José, López, Olivia y Rivera José Alberto. "Calidad de Vida". En *Estudios del Desarrollo*. UAM, Xochimilco, México, 1994

[19] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *Anuario Estadístico del Estado de México*. INEGI. México, 1999.

[20] Carbajal, Eduardo. *La Calidad de Vida en México en 1990: PQLI vs. HDI*. Revista Electrónica Ecofin, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Estado de México. México, 1997.

[21] Gobierno del Estado de México. *Nomenclátor de localidades del Estado de México 1999*. Secretaría de Finanzas y Planeación. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral. Toluca, México. 1999.

[22] Gobierno del Estado de México. *Indicadores de Bienestar e Indices de Marginalidad en el Estado de México*. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral. Toluca, México. 1993.

[23] Hair, Joseph, Anderson, Rolph, y otros. *Multivariate Data Analysis*. Quinta Edición. Prentice Hall. New Jersey, USA. 1998.

[24] Sen, Amartya. *Commodities and Capabilities*. Hennisman Lectures in Economics, Vol.7, Amsterdam: North-Netherlands, 1985.

[25] Sen, Amartya. *The Standard of Living*. The Tanner Lectures. Cambridge: Cambridge University Press, UK, 1987.

[26] Zepeda, Eduardo y Alarcón, Diana. *Liberación Comercial, Equidad y Desarrollo*. Friederich Ebert Stiftung , Cuadernos de Trabajo N. 41. México, 1992

# TLALNEPANTLA: MODELO DE COOPERACIÓN PARTICIPATIVA EN APOYO DE EMPRESAS CAMPESINAS.

José Manuel Acosta Cazares<sup>1</sup>, Ulises Arcos Castrejón<sup>2</sup>, Álvaro Urreta Fernández<sup>3</sup>

En un mundo en el que lo global parece predominar, los campesinos enfrentan serios problemas de adaptación y sobrevivencia. La mayoría de ellos entiende poco de los procesos globales, y de cómo crear sistemas productivos que sean exitosos ante la apertura y fuerte competencia proveniente del exterior. Existen problemas intrínsecos a la propia cultura y creencias que dificultan la adaptación. Ante dicho escenario, termina sucediendo que las poblaciones rurales emigran a las ciudades, o al extranjero (grave problema del México contemporáneo). En este documento, se presenta un modelo de cooperación participativa en apoyo de empresas campesinas, el cual es resultado de la experiencia de cinco años de trabajo del Tec de Monterrey, Campus Cuernavaca, con un grupo de campesinos nopaleros del municipio de Tlalnepantla, Morelos. El modelo se fundamenta en: un proceso de autogestión de los campesinos; el respeto de sus valores y tradiciones; y la apropiación de una cultura empresarial. Las etapas del modelo son: la selección de las organizaciones; ganándose la confianza; acelerar el proceso de organización empresarial; y consolidación empresarial de las empresas campesinas. Las dos primeras etapas permiten que la empresa campesina y la agencia de desarrollo puedan entender el papel de cada uno de ellos y exista confianza mutua. En las dos últimas etapas se desarrolla la parte fundamental del modelo de intervención a través de capacitación empresarial, apoyo para la gestión y fortalecimiento de la organización en todos los niveles de la cadena productiva. Es importante indicar que el modelo parte de involucrar organizaciones campesinas que ya estén produciendo para el mercado y actualmente se está probando el modelo con varias organizaciones campesinas del estado de Morelos. La consolidación de una visión empresarial, ha permitido que se den beneficios para los integrantes de la organización de este caso, en varios aspectos sociales y económicos.

Palabras Clave: Empresas campesinas, autogestión.

## 1.- Introducción

México se encuentra inmerso en el proceso de globalización, proceso que ha generado modificaciones importantes en el funcionamiento de los distintos sectores productivos y sobre el papel que juegan las diferentes regiones del país. Uno de los sectores que más ha sufrido modificaciones es el agropecuario, se ha generado resistencia al cambio por parte de las familias campesinas, siendo la causa principal de lo anterior, el que sus valores y tradiciones se contradicen con el funcionamiento de la economía de mercado.

La afirmación anterior puede observarse en las características de la producción que sigue obteniéndose de las zonas rurales marginadas del país. Una producción con alto contenido dirigido al autoconsumo, sin esperanzas de comercializarse exitosamente debido a sus características que no se adaptan a las necesidades de ningún consumidor potencial.

---

<sup>1</sup> Lic. José Manuel Acosta Cazares, M.E., Oficina de Desarrollo Regional, Campus Cuernavaca, ITESM, pepe.acosta@itesm.mx

<sup>2</sup> C.P. Ulises Arcos Castrejón, M.A. División de Administración y Ciencias Sociales, Campus Cuernavaca, ITESM, ulises.arcos.castrejon@itesm.mx

<sup>3</sup> Lic. Álvaro Urreta Fernández, Director General de Nopalvida, aurreta@hotmail.com

De acuerdo con la CEPAL, las características y objetivos mismos de la economía campesina, comparadas con la agricultura empresarial, evidencian el fuerte contraste entre los comportamientos de ambos tipos de sistemas productivos. Por mencionar sólo uno, se tiene que la economía campesina busca como objetivo primordial, la reproducción de la familia y de la unidad de producción, a diferencia de la agricultura empresarial que pretende maximizar la tasa de ganancia y la acumulación de capital. (1)

A pesar de la resistencia al cambio de las familias campesinas, existen empresas campesinas sociales operando con las reglas del mercado y presentando debilidades por carecer de herramientas y conocimientos del funcionamiento de una economía de mercado y sus implicaciones hacia el interior de la empresa.

Tomando como referencia lo antes escrito, el objetivo del presente documento es: Proponer un modelo de cooperación participativa (intervención) que permita contar con empresas campesinas sociales competitivas en un ambiente de modernización económica.

Es importante indicar que el modelo presentado, es el resultado de una experiencia práctica desarrollada durante casi cinco años entre la empresa campesina social Nopalvida, localizada en la comunidad de Tlalnepantla en el estado de Morelos, y el Tec de Monterrey Campus Cuernavaca.

Para dar cumplimiento al objetivo antes planteado, se presentan a continuación los diferentes apartados que se desarrollarán, siendo el primero de ellos la elaboración del marco referencial donde se discutirán dos temas importantes que son: la relación de los campesinos mexicanos con la tierra y los efectos de la modernización en la economía campesina.

El marco referencial que se muestra es relevante para mostrar al lector los acontecimientos históricos, políticos y sociales que permitan entender a las comunidades campesinas y su forma de pensar actual.

Se continua el trabajo mostrando al lector los principales resultados de la experiencia de la empresa campesina social Nopalvida con el Tec de Monterrey Campus Cuernavaca. Los resultados allí discutidos serán sumamente importantes dado que constituyen la base del modelo de participación colaborativa propuesto. En este mismo apartado, se definen las características que propiciaron la selección de Nopalvida como una organización que pudiera ser el modelo bajo el cual el Tec seguiría participando en otras comunidades.

También se presenta la visión y misión que tiene la Institución que interviene en la organización. Dicha visión y misión es importante ya que permite entender el papel que espera jugar la institución en el desarrollo del país, y en este caso del Campus Cuernavaca del Tec, en el desarrollo de su región. Permite así mismo, conocer las características que deseablemente debería tener la institución para cumplir con el objetivo de ser un apoyo sólido en los aspectos de competitividad y visión empresarial que se espera consolidar en la organización, sin crear lazos de dependencia en el largo plazo.

El apartado cuatro muestra el modelo de cooperación participativa, con las condiciones preexistentes que deberían identificarse en las organizaciones para poder ser sujetos de aplicación del modelo, con la generación de confianza mutua entre la organización y la institución que interviene, con la aceleración del proceso de consolidación de la organización necesaria para alcanzar la última etapa del modelo, que es un nuevo planteamiento de un plan estratégico en el que la propia organización, con base en la consolidación de su visión empresarial, pueda definir de manera más clara los objetivos de largo plazo que desea alcanzar junto con la institución que apoya todo el proceso.

Finalmente, el apartado cinco concluye sobre las limitantes y sobre las posibilidades de replicar el modelo con otras organizaciones.

## 2.- Marco referencial

El propósito del marco referencial es mostrar al lector elementos básicos para comprender la experiencia de la empresa Nopalvida, constituida por un grupo de campesinos de Tlalnepantla, Morelos que decidieron organizarse para competir en el mercado externo. El primer tema a tratar es el de los campesinos y su relación con la tierra; en él, se muestra un recorrido teórico – histórico de los campesinos y su relación con otros sectores de la sociedad. El segundo tema tiene que ver con la relación de los campesinos y la modernización, de donde se desprende una ligera posibilidad de que los campesinos se beneficien de un proceso de modernización y globalización de la economía.

### 2.1 Los campesinos mexicanos y su relación con la tierra

Para hablar de los campesinos y su relación con la tierra, es necesario remontarnos al México antiguo y entender que la tierra formaba parte de la razón de ser de las personas. Florescano(2) lo indica de la siguiente manera:

“... La tarea del hombre en la tierra no era realizar su vida individual – concepción inexistente en la mentalidad prehispánica -; sino contribuir a preservar el orden cósmico y a través de él, el de la colectividad a que pertenecía: Tribu, calpulli, familia. La continuidad de la vida humana, o para ser precisos, de la comunidad, ése era el sentido último de la existencia individual. De ahí que en los sacrificios humanos ofrecidos a las deidades agrarias (Tláloc , Xipe, Tótec., Tlazoltéoc, etcétera), o a las deidades solares y celestes (Tezcatlipoca, Tonatiuh, o Huitzilopochtli), el sacrificado se considerara un elegido. Un ser que al morir, compartía los atributos y potencias del dios al que se ofrendaba; una criatura que mediante su sacrificio renovaba el pacto original con los dioses y aseguraba la continuidad del cosmos y de la vida terrena. Esto es, se cumplía el mandato supremo de la colectividad, cuya preservación era el fin último de la vida individual.”

La propiedad colectiva de la tierra es una de las características principales de los antiguos mexicanos, la cual con el surgimiento de los imperios precolombinos, principalmente el azteca, sufre modificaciones importantes al imponerse el tributo que permitió mantener a la nobleza. Sin embargo, surgen cambios importantes cuando penetraron los españoles y les disputaron su derecho a la tierra. A juicio de Florescano (3), al modificarse el sentido del uso y la explotación de la tierra, los indígenas perdieron tres cuestiones fundamentales: su lugar en el mundo, el sentido de su relación con los demás hombres, su relación con la naturaleza y el cosmos.

Ya en el México independiente, a mediados del siglo XIX, existían las siguientes formas de tenencia de la tierra: la propiedad comunal, la propiedad privada y la propiedad del clero. La propiedad comunal tiene sus orígenes en el calpulli mientras, que la propiedad privada surge a partir del nacimiento del imperio azteca con el otorgamiento de tierras a los jefes militares, sacerdotes y altos funcionarios, como premio a los servicios prestados al imperio. La propiedad del clero fue producto de la inversión en tierras de una parte de las donaciones recibidas por la iglesia y que fue aumentando a través de hipotecas no cubiertas. (4).

Los diferentes tipos de propiedad de la tierra, antes mencionados, sufrieron fuertes modificaciones como resultado de la acción del Estado a través de las leyes de 1856 y de 1859. La primera de ellas, la Ley del 25 de junio de 1856 determinó que las propiedades rurales y urbanas pertenecientes a corporaciones civiles (donde estaba incluida la propiedad comunal) y el clero, se entregaran a sus arrendatarios. La Ley del 12 de junio de 1859, amplía la Ley de 1856, indicando que las corporaciones civiles y el clero no podrán adquirir bienes ni administrarlos. Con estas dos leyes se dan las condiciones necesarias para una fuerte disminución de las tierras comunales y del clero. La primera, mediante la pérdida de las tierras rentadas a particulares, en cuanto que la segunda al impedirles la adquisición y administración de nuevas áreas.(5)

Al desaparecer las tierras comunales, gran parte de los indígenas se convierten en peones acasillados. Una minoría de ellos, logró conservar sus tierras, sin embargo no eran suficientes para el sustento familiar, teniéndose que dedicar parte de su tiempo a trabajar como jornaleros. La situación anterior contribuye significativamente a la consolidación de la hacienda como la base de la agricultura mexicana.(6)

Ya en el poder el general Porfirio Díaz, en el año de 1885 se amplía la ley de colonización de 1875, implementada por el presidente Miguel Lerdo de Tejada, determinando demarcar, fraccionar y evaluar las tierras no cultivadas o de propiedad nacional existentes. Esta acción tenía como principal objetivo ampliar la disponibilidad de nuevas áreas para colonos extranjeros. Ante la falta de recursos, el gobierno estableció compensar los costos de las compañías demarcadoras, que se quedarían con un tercio del total de tierras demarcadas. Silva Herzog menciona lo siguiente: (7)

“En el periodo comprendido entre 1881 y 1906, fueron demarcadas 49.5 millones de hectáreas (23% aproximadamente del territorio nacional), de los cuales 39.5 millones se quedaron con las compañías demarcadoras. 16.5 millones fueron resultado del pago de servicios y 23.0 millones compradas. 29 empresas demarcadoras poseían 18.7% del territorio nacional, con una brutal concentración de tierra, puesto que solamente 8 empresas tenían 22.5 millones de hectáreas, o sea, aproximadamente 10.6% del territorio nacional.”

Lo anterior contribuye significativamente para que en 1910, el 1% de la población posea 97% del territorio nacional, en cuanto que el 96% poseía solamente el 2%. (8)

La primera etapa de la revolución mexicana no realiza una reforma agraria, debido a que la hacienda continuó siendo la unidad productiva fundamental de la agricultura. Es hasta el año de 1934 cuando la revolución mexicana inicia la entrega de tierras a los peones acasillados. Con la llegada al poder del general Cárdenas inicia una gran distribución de tierras a campesinos libres y peones acasillados: distribuye alrededor de 20 millones de hectáreas, beneficiando a 774 mil familias campesinas durante el periodo 1934 – 1940 (9)

A juicio de muchos investigadores el minifundio fue perfilándose como un problema serio para la economía mexicana a partir de 1940. Según Lorenzo Meyer (10)

“ La distribución de la propiedad fue más inequitativa en el sector privado que en el ejidal, pero el problema afectó a ambos. Muchos ejidatarios tenían predios tan pequeños que no alcanzaron a cubrir sus necesidades y, por tanto, los rentaban o los trabajaban en ellos sólo parte del tiempo, empleándose el resto como peones. Es verdad que la pequeña parcela (menos de 5 has.) fue, económicamente hablando, la más productiva, pues tuvo que usar sus recursos con mayor intensidad, pero lo limitado de su extensión mantuvo a sus poseedores en una situación precaria.”

La política agraria aplicada durante el periodo 1940 – 1970 no favorece a la economía campesina, la principal característica es que como país se pasa de exportadores a importadores de maíz. En 1960 se tuvo un superávit de maíz de 431 mil toneladas y en 1975 el déficit fue de 2,617 mil. (11)

Dicho período es señalado por múltiples autores, por la política de industrialización que impulsaron los gobiernos en turno, haciendo transferencias de recursos (financieros, tecnológicos, humanos) del campo a la industria naciente que se estableció en unas pocas zonas urbanas del país.

Si bien el país en efecto logró un nivel de industrialización importante, apoyado además por el período de la segunda guerra mundial y el auge económico mundial alcanzado en la época de la posguerra, también es cierto que dicha transferencia de recursos sumió a los campesinos del país en una situación en la que, o emigraban a las ciudades para sobrevivir, dejando atrás su condición rural, o permanecían en un campo empobrecido.

Durante el período de 1970 a 1982, se promueven programas de combate a la marginación y la pobreza en el campo (PIDER – COPLAMAR), impulsados por organismos internacionales como el banco mundial y posteriormente adoptados por los gobiernos locales. Aunque pueden reconocerse algunos logros en materia de infraestructura de bienestar social durante este período, la realidad es que no se impulsaron programas para mejorar la competitividad o productividad de la economía campesina, sino que más bien podríamos decir que el enfoque adoptado fue de tipo asistencial, sin un proyecto sustentable en el largo plazo.

Con el inicio de los gobiernos neoliberales en el país, a partir de 1982 y más aún con el inicio de la administración de Salinas de Gortari en 1988, se inicia un cambio radical en la política agraria. El gobierno federal indica que en la década de los ochenta el sector agropecuario mostraba el siguiente panorama: (12)

“ ... estancamiento en el nivel de la actividad productiva..., déficit recurrentes en la balanza comercial agropecuaria,... deterioro ecológico, contaminación de aguas, erosión de las tierras agrícolas y retracción de la superficie boscosa... El fenómeno más grave en el campo mexicano en 1989 era la pobreza: millones de mexicanos de las zonas rurales con niveles de ingreso insuficiente para satisfacer las necesidades mínimas de alimentación, vivienda, educación y salud”

Según Téllez (13), el poco avance tecnológico era el factor principal de la ineficiencia del sector ejidal. Con datos del censo ejidal de 1988 se muestran algunas características del sector. El 54% del total no recibía asistencia técnica, el 58% no contaba con tractores y el 90% de los ejidos no contaba con instalación agroindustrial.

Con este panorama el gobierno de Salinas de Gortari, el 6 de enero de 1992, reforma el artículo 27 constitucional y el 26 de febrero del mismo año se promulga su Ley reglamentaria. Según Téllez (14)

“Profundizar la reforma del 27 constitucional da fin al reparto agrario y permite una mayor decisión de los ejidatarios sobre sus tierras. Estas medidas permitirían la capitalización de los productores y su asociación con el capital privado es decir, se daban las condiciones para que el ejidatario mejore su nivel de vida.”

A 10 años de promulgada la reforma al 27 constitucional, reformas que permitirían impulsar la producción campesina y mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, la realidad es cruda: la economía campesina no mejoró, por el contrario, empeoró y representa uno de los principales retos de la sociedad mexicana. La polémica en el país es quién fue el culpable, unos indican que fueron los gobiernos revolucionarios, por sus medidas proteccionistas y paternalistas, mientras que otros opinan que es culpa de los modernizadores que llevaron al ejido a enfrentarse a la economía mundial sin las armas suficientes.

## 2.2 Los campesinos y la modernización

A través del tiempo, la economía campesina ha entrado en contacto con el resto de los sectores económicos, generándose relaciones de desventaja. Sin embargo, existen características de la familia campesina que les han permitido subsistir en un mundo global. Sobre estos aspectos se profundizará en este apartado.

Eleuterio S. Prado (15),, menciona que el sistema de libre empresa presenta una tendencia a la concentración, la cual presenta tres formas:

- La primera, la concentración del capital que conduce a un predominio de los oligopolios que, en la actualidad, operan a nivel internacional.
- La segunda, la tendencia a la concentración del ingreso
- La tercera, la concentración geográfica de las actividades productivas, por lo cual algunos puntos privilegiados del territorio presentan alta densidad de capital y gran volumen de empleo.

Con base en el planteamiento del profesor Prado, y con la evidencia que presenta el México rural en la actualidad, queda claro que estos mismos procesos suceden en las comunidades campesinas. En la comunidad se presenta la concentración del ingreso cuando un grupo reducido de productores incrementa su superficie cultivable y se apodera de los procesos de comercialización.

La concentración del ingreso es algo muy fácil de indicar dado que la pobreza en el medio rural es un fenómeno creciente. Por último, la concentración de la población es un fenómeno que ha contribuido a que las comunidades campesinas emigren a las grandes ciudades del país y hacia los Estados Unidos.

Es difícil, por no decir imposible, lograr que la economía campesina no entre al proceso de modernización, por tal motivo lo más importante es ver qué sucede al integrarse. Tomando como referencia a Foster (16),, al estudiar una aldea mexicana denominada Tzintzuntlan, advierte que sus habitantes ven el mundo social en términos de un juego competitivo, si alguien gana otro pierde, por eso muchas veces prefieren no entrar al

proceso de modernización porque entrar provocaría el incremento de las desigualdades socioeconómicas y se podrían generar conflictos internos.

Con base en lo anterior, Foster indica que en una sociedad tradicional, cuando se presenta un proceso de modernización de la economía, pueden suceder dos situaciones:

- La primera, se puede generar una cooperación tan acentuada a punto de un cooperativismo que haga olvidar sus conflictos internos e imponga fuertes sanciones al individualismo.
- La segunda, que es el camino opuesto, el del individualismo en donde sólo unos cuantos se benefician.

Una visión ampliada de la forma en que los campesinos mexicanos se defienden de la modernización y de las políticas económicas es mencionada por la CEPAL (17), en donde se destaca que los campesinos responden en diferentes frentes entre los que destacan:

1. Con relación a la producción.- Entre el 35% y el 40% del total de su producción la destinan al autoconsumo; Tienen una preferencia por los cultivos tradicionales y un crecimiento lento de los comerciales; aumento de la superficie sembrada con varios cultivos; disminución del uso de insumos y aplicación de tecnologías de menor costo; reforzamiento de la ganadería de traspatio; y, aprovechan los apoyos oficiales principalmente de Procampo.
2. Participación en mercados laborales.- 60% de las familias campesinas participan en este mercado; 45% de las familias ejidales cuentan con un miembro emigrado o cuentan con hijos o familiares que se encuentran trabajando en Estados Unidos; y, emigran temporalmente a ciudades de tamaño medio (mucho de la migración es para realizar trabajos de jornaleros y de albañilería)
3. Participación en el mercado de tierra.- Las familias que arriendan sus tierras lo hacen temporalmente y no rentan toda su superficie; generalmente los campesinos utilizan la aparcería y la mediería; y, algunos campesinos han empezado a comprar tierras
4. Organización social y participación en asociaciones.- Debido a la importancia de este apartado en el trabajo, a continuación se presenta una versión más ampliada que las anteriores.

Los campesinos históricamente han formado organizaciones donde predominan relaciones de solidaridad y ayuda mutua. Últimamente, se ha denominado capital social al conjunto de instituciones, organizaciones y redes por las cuales las comunidades y grupos toman decisiones y actúan colectivamente en torno de asuntos económicos y sociales. Algunas de las características más importantes son las siguientes:

- El ejido y la comunidad continúan siendo las principales instituciones del accionar comunitario y a pesar de sus problemas siguen siendo la base de la reflexión económica, política, social y cultural de la comunidad.



- El éxito de la migración, interna y externa es el capital de migración entendido como redes sociales campesinas de apoyo, de transferencia de contactos e información, que facilitan la emigración y además reduce los costos.
- El ejido está perdiendo fuerza como aglutinador de las iniciativas productivas comunitarias. En cambio, están apareciendo grupos pequeños y homogéneos cuyo objetivo es muy específico. Se les considera las organizaciones más dinámicas (asociaciones de productores por cultivo, cooperativas, cajas de ahorro, uniones de crédito, grupo de mujeres, entre otras), y están permitiendo el éxito económico.

La CEPAL concluye lo siguiente: (18)

“En suma, los pequeños productores creen en sus organizaciones y seguirán usándolas y adecuándolas a las condiciones cambiantes. No es exagerado decir que su futuro depende de ellas porque representan la mejor manera de contrarrestar las desventajas que suponen sus reducidos activos y escalas de producción, sobretodo en forma de elevados costos de transacción. Las políticas públicas deberían orientarse a fortalecer el capital social rural”

Hasta aquí, se realizó una revisión sobre el tema de los campesinos y la modernización. Después de repasar a varios autores se puede afirmar que el proceso de modernización en que se encuentra inmersa la economía mexicana provoca cambios en el mundo campesino. Es claro que el campesinado busca formas de aprovechar o defenderse del mundo basado en el mercado.

### 3.- la historia y resultados de la experiencia Nopaleros – Tec de Monterrey

En este apartado se muestra la experiencia de una relación ganar – ganar entre un grupo de nopaleros y una institución educativa. Primero, se indicara las razones por las cuales surge la alianza se continua con la historia organizacional y productiva de las organizaciones de productores, en el marco de la relación historica que se da al interior de su comunidad y la relación que se mantiene con otros agentes económicos

#### 3.1 Los productores de nopal y el Tec de Monterrey Campus Cuernavaca.

En 1995, el Tec de Monterrey redefinió su Misión (19),, como institución educativa. En la nueva Misión se estableció el compromiso de “formar personas comprometidas con el desarrollo de su comunidad...”. Esta nueva Misión permitió redefinir los programas de Servicio Social, reorientando los esfuerzos por colaborar de forma efectiva con las comunidades cercanas a los Campus del Tec. Como parte de la búsqueda de alternativas para que sus alumnos realizaran el servicio social. El Campus Morelos (hoy Cuernavaca) a partir de 1997 se da inicio a un Programa de Participación Comunitaria cuyo objetivo era contribuir al desarrollo económico, político, social y cultural de las comunidades rurales del estado de Morelos.

Derivado del gran numero de comunidades rurales existentes en el estado de Morelos y con el propósito de poder concentrar los esfuerzos se decide seleccionar un numero pequeño de localidades. El proceso para la selección fue el siguiente:

1. Diagnostico de las comunidades rurales de Morelos
2. selección de comunidades potenciales

3. Entrevista con la población para determinar las necesidades principales de las comunidades }
4. Elaboración de un diagnóstico de la comunidad
5. Selección de proyectos y compromisos de la comunidad y de la institución

Como resultado del proceso fueron seleccionadas las siguientes comunidades:

### **Cuentepec**

Comunidad perteneciente al municipio de Temixco, Morelos que contaba con una población de aproximadamente 3,500 habitantes. La población de esta comunidad es en su totalidad indígena (nahuatl) y caracterizada por un alto grado de marginación. En Cuentepec se inicia el Programa Comunitario con el proyecto de nutrición infantil, siendo la población objetivo niños de entre 0 y cinco años que reciben un complemento alimenticio.

### **Zoquital**

Comunidad perteneciente al municipio de Amacuzac, Morelos que contaba con una población aproximada de 200 habitantes. En Zoquital se inicia el Programa Comunitario con el proyecto de Rezago educativo, siendo la población objetivo los niños y jóvenes de la localidad

### **Tlalnepantla**

Comunidad perteneciente al municipio del mismo nombre y perteneciente al estado de Morelos que contaba con una población de aproximadamente 4,500 habitantes. Tlalnepantla fue considerada, por los responsables del Tec de Monterrey de estudiarla, como una localidad con un amplio potencial productivo derivado, de la organización de la población y del clima que permite producir frutas y verduras en el invierno. En Tlalnepantla, se inicia el Programa Comunitario con un proyecto de apoyo a la consolidación de dos organizaciones de productores de nopal Nopalvita y Nopalixtly. La selección de estas tres comunidades además de influir en su proceso de desarrollo, tenía como propósito el que los proyectos realizados sirvieran de base para la configuración de modelos de cooperación participativa que posteriormente pudieran replicarse en comunidades con características similares.

### **3.2 Historia organizacional y productiva de Nopalvita y Nopalixtly**

El 7 de agosto de 1997 se establece el primer contacto del Tec de Monterrey Campus Cuernavaca con las Sociedades de Producción Rural Nopalvita y Nopalixtly en donde se acuerda elaborar un diagnóstico de la comunidad que permitiera explorar la posibilidad de iniciar proyectos donde pudieran intervenir profesores y estudiantes del Tec. Como resultado de las reuniones el grupo de profesores y alumnos del Tec empiezan a percibir que los personas de los grupos Nopalvita y nopalixtly tenían características muy especiales, entre las que sobresalen las siguientes: Emprendedoras, que tienen una visión de largo plazo, honestas, cumplidoras de lo que prometen, que luchan por la unidad del grupo, que toman decisiones por consenso, puntuales, no inhiben la generación de ideas, que fomentan la participación de los miembros y que le dan mayor importancia a los asuntos del grupo que a los individuales

Es importante recalcar que las características de las personas productoras de nopal los diferenciaban de otros grupos de campesinos con los cuales los profesores y alumnos del Tec habíamos tenido contacto; el asombro fue mayor cuando se descubre que estas características no eran exclusivas de los integrantes de los grupos de nopalersos con los cuales se estaba trabajando, por lo contrario, era una práctica común de otros grupos productores, de equipos de fútbol, de sociedad de padres de familia, de grupos religiosos y también de asociaciones culturales. Esta situación obliga a buscar en la historia de la comunidad las razones por las cuales tienen las características antes mencionadas.

Tlalnepantla se ubica en el Antiplano Mexicano, precisamente en la cordillera que marca el parteaguas continental entre el norte y el sur, en la línea divisoria entre el Valle de México que aloja a la capital del país y la Vertiente del Río Balsas en el Océano Pacífico.

Tlalnepantla, que en dialecto náhuatl significa lugar entre cerros. Ahí viven no más de diez mil pobladores dedicados a la agricultura, en una tierra que se ubica en el régimen jurídico agrario de carácter comunal, es decir, propiedad de todos, con división parcelaria y no puede enajenarse a quienes no se ubiquen en el padrón comunitario.

A diferencia de los pueblos indígenas de los Valles que producían y sobrevivían en una relación simbiótica con los hacendados peninsulares de la Colonia y los criollos de la Reforma y el Porfiriato, Tlanepantla vivió en un profundo aislamiento, con una economía de autoconsumo y una profunda religiosidad con ciertas expresiones paganas que derivaron por ejemplo en las expresiones teatrales de los Moros y Cristianos, el baile de los Chinelos y la interesante organización comunitaria de las festividades como La Mayordomía.

El Ejército Zapatista, cuyo papel en los estados de Morelos y Guerrero fue determinante en el marco del proceso revolucionario de principios del siglo pasado, llegó a tener influencia en esta región a pesar de su lejanía de los conflictos entre los agraristas y los hacendados. Todavía en los ochentas, vivían en la comunidad algunas ancianas y ancianos que relataban sus experiencias en las filas del ejército de Liberación del Sur.

Después del proceso revolucionario y la institucionalización del país, Tlalnepantla mantuvo su vida comunitaria en forma introspectiva, con una economía de autoconsumo basada en el maíz, el frijol, el chile, la calabaza, el haba y otras leguminosas; canalizando algunos excedentes principalmente de frutales como el aguacate y el durazno a otros mercados regionales como (Tlayacapan, Yautepec y Cuautla).

A partir de los años sesenta, esos pobladores que vivían en economía cerrada de autoconsumo empezaron a complementar sus ingresos con los productos maderables derivados del hermoso bosque del que eran poseedores. Una empresa integrante de lo que hoy es el gran complejo corporativo CARSO, había construido una fábrica de papel llamada Loreto y Peña Pobre, en los que es hoy el Centro Comercial del mismo nombre aledaño al centro ceremonial prehispánico de Cuicuilco, en la Ciudad de México.

Por años esta empresa explotó la biomasa de este bosque, pagando a cambio un “Derecho de Monte”(20) a la comunidad y salarios a “Lista de Raya” a quienes elaboraban las rajadas del árbol cortado, insumo indispensable en el procesamiento y producción de celulosa para papel.

A juicio de los hoy nopaleros, jóvenes en aquella época, no hay duda que la empresa obtuvo más ventajas del bosque que los que obtuvo la comunidad. Esta situación provocó un descontento dentro de la comunidad, que no sabía como defenderse o revertir beneficios para sí.

Es por esta época, a finales de los años sesenta, que llegó a Tlalnepantla, Morelos, México, un grupo de estudiantes de la UNAM cuyo objetivo era la alfabetización de los integrantes de la comunidad. Este grupo de estudiantes comenzó un trabajo de culturización muy importante. Uno de los aspectos más relevantes a tomar en cuenta de ese trabajo, tiene que ver con la adopción de un pensamiento democrático y participativo.

El resultado de esta combinación de elementos es una organización con respaldo y arraigo entre la población. De esta unión, que todavía continúa, surgen algunos otros elementos fundamentales, por ejemplo, la comunidad comienza a definir el rumbo que quiere tomar a través de procesos autogestivos.

Al concluirse la carretera de Oaxtepec-México, la economía de autoconsumo empezó a cambiar. Muchas familias tlalnepantlenses se vincularon con otras de Milpa Alta, localidad de gran tradición productiva primero en el maíz y en los últimos treinta años en el nopal. De los compadrazgos y casamientos entre miembros de una y otra comunidad se desprendieron las primeras siembras de pencas de nopal en Morelos, siembras de las que pronto se generaron buenos resultados y ganancias.

Puede verse ahora, en este momento de la historia de la comunidad, cómo la introducción de un elemento de infraestructura de comunicación, como lo es la carretera, comienza a fomentar el intercambio de experiencias con otras comunidades, y esto contribuye a despertar entre los pobladores y productores, expectativas de desarrollo económico diferentes a las hasta entonces existentes.

Una de las preocupaciones naturales es la de mejorar el ingreso y condiciones de vida de la población; para ello, los campesinos de Tlalnepantla posteriormente a la actividad forestal, exploran como alternativas comerciales, la producción de avena, y las superficies de árboles frutales se extienden, marcando lo anterior una serie de experiencias nacionales en pos de integrarse al mundo de los negocios.

Al paso de los años, la superficie sembrada de nopal creció y a través de la comercialización, se incrementaron los ingresos de los productores. Poco a poco el maíz fue relegado, el jitomate olvidado y los árboles frutales de aguacate y durazno tumbados para sembrar en su lugar nopal verdura.(21)

Al principio no hubo problemas para la realización mercantil de la producción; finalmente era aún marginal y podía colarse en los nichos de la Ciudad de México entre la propia oferta derivada de casi cinco mil hectáreas sembradas en Milpa Alta.

Pero la superficie en Tlalnepantla crecía a gran velocidad; pronto, más de quinientas hectáreas reclamaban mercado y entraban en franca competencia con la propia Milpa Alta. Coincidió esta circunstancia con la conclusión de la construcción de la Central de Abastos de la Ciudad de México (CEDA).

En el CEDA se había previsto una área denominada de “subasta” para alojar ahí a los productores y permisionarios vinculados con las hortalizas. Los conflictos por el “piso” para venta se fueron agudizando; los productores de Tlalnepantla como oferentes menores en el contexto general de producción se vieron obligados a organizarse para tomar fuerza y elevar su capacidad negociadora.

Así nació el primer grupo que hoy se denomina “Oclayucan”; luego vino el segundo grupo: “Emiliano Zapata”; luego el tercero: “Solidaridad” y así sucesivamente. Hoy son ya seis grupos y alojan en su seno a más de seiscientos productores; cuentan incluso con una figura que los representa en conjunto denominada Unión de Productores de Nopal de Tlalnepantla Morelos.

La Zona de Subasta del CEDA se transformó en Mercado de Flores y Hortalizas y gracias al proceso organizativo de los productores fue posible que se establecieran mecanismos de concertación para que los grupos cuenten con espacios para la exposición y venta de su producto.

Un punto que identificamos como detonador también del proceso de desarrollo organizacional, se da a principios de los noventas, cuando algunas personas comienzan a prever que el mercado del nopal en la Ciudad de México se saturaría, dado que mucha gente en el municipio e incluso en otras partes del país, estaban sembrando una gran cantidad de ese cultivo.

Son esas personas con visión de futuro, que comienzan a pensar en alternativas para garantizar el nivel de vida de los pobladores de Tlalnepantla, entre las cuales podemos mencionar a dos grupos que, sin dejar de pertenecer a la Unión de Productores de Nopal de Tlalnepantla, forman nuevas asociaciones con pocos miembros y objetivos específicos.

Uno de ellos, Nopalvita, Sociedad de Producción Rural, tenía como objetivo la industrialización del nopal, principalmente salmuera, escabeche y polvo de nopal. Para ello, comienzan a buscar asesoría técnica y a realizar giras tecnológicas en las que observan a otras empresas que realizan procesos similares.

Otro grupo, Nopalixtly, Sociedad de Producción Rural, tenía la meta de encontrar mercados alternativos de nopal verdura sin procesar, pensando principalmente espacios en las ciudades del norte del país, llegando hasta la ciudad de Tijuana con la esperanza de, posteriormente, introducir su producto hacia el mercado mexicano radicado en los Estados Unidos.

### 3.3 Proceso de Participación Comunitaria

Posterior a la selección de las organizaciones de productores fue necesario establecer con los productores de nopal la estrategia a seguir y que permitiera a mediano plazo

resolver el problema principal y que era el punto central de la alianza estratégica Nopaleros –Tec.

La problemática planteado por los nopaleros fue la siguiente:

- Existía una sobreproducción de nopal durante el periodo marzo-octubre que ocasionaba una vertiginosa caída de precios. El precio del kilo de nopal tenía un precio promedio de 75 centavos cuando en el periodo noviembre – febrero era de 4 pesos el kilo.
- El precio del nopal en el periodo noviembre – febrero también venía con una tendencia a la baja, en 1995 el precio promedio por kilo fue de \$5.50 y en 1996 de \$4.50.
- Los nopaleros consideraban que la tendencia a la baja del precio del nopal continuaría y que solamente con la venta directa en el mercado de los Ángeles podría revertir la tendencia
- se presentaba en la superficie nopalera del municipio un fuerte problema de plagas y enfermedades
- No conocían los requerimientos de la FDA que les permitiera exportar sin problema el nopal a Estados Unidos
- No contaban con apoyos en materia de asistencia técnica, capacitación técnica, capacitación empresarial, investigación y consultoría

Con el planteamiento de la problemática se inicia el trabajo conjunto entre los nopaleros y el Tec de Monterrey bajo una premisa fundamental que fue y continúa siendo: Los miembros de las organizaciones de nopaleros deberían participar activamente en cada una de las actividades que se realicen.

Bajo esta premisa y en reunión celebrada en los primeros días del mes de noviembre de 1997 se determina las siguientes etapas: Lograr la confianza mutua, Contar con una visión de empresarial y consolidación de la organización

### **Confianza mutua (noviembre de 1997 a enero de 1999)**

La forma de adquirir la confianza mutua se lograría a través de una serie de acciones en donde: se de el cumplimiento de los compromisos adquiridos por cada una de las partes, la confidencialidad de la información y el reclamo por algunas de las partes.

La razón principal de la importancia de esta etapa consistía en el malestar de ambas organizaciones de productores de nopal derivado de una serie de experiencias con otras instituciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales, que al solicitarles información confidencial posteriormente la divulgaban.

Con respecto cumplimiento de compromisos adquiridos estos se cumplieron por ambas partes y a continuación se presentan los más importantes:

Por parte del Tec de Monterrey:

- Impartir un curso básico de Visión Empresarial ( uno para cada grupo) en el cual se abordaron los siguientes temas: Globalización y repercusión en lo local, administración, contabilidad , finanzas, mercadotecnia, comercio internacional y producción. La duración del curso fue de 32 horas

- Impartir un taller de liderazgo (uno para cada grupo), siendo el propósito el incrementar la autoestima de los miembros de los grupos y resaltar la importancia del trabajo en equipo. La duración del taller fue de 8 horas
- Plan de negocios para una empresa productora de nopal en escabeche. El estudio fue realizado para Nopalvita
- Estudio de logística de exportación de nopal hacia los Ángeles, California. El estudio se realizó para Nopalixtly.
- Gestión de apoyo con la Secretaría de Desarrollo agropecuario del gobierno del estado de Morelos para realizar un curso sobre control de plaga y enfermedades (para ambos grupos)

Por parte de los grupos de productores:

- Contar con la asistencia a los cursos y talleres de por lo menos el 80% de los integrantes
- Asistir a las reuniones de trabajo que se llevaron a cabo tanto en Tlalanepantla como en Cuernavaca

En el segundo punto el de la confidencialidad consistió en que los nopaleros tenían desconfianza de las organizaciones, misma que se fue disminuyendo producto de que el Tec de Monterrey no divulgaba información proporcionada por los grupos y tampoco lo referente a las investigaciones y estudios que se realizaron para ellos. En esta etapa cada grupo de productores fue considerado como un cliente diferente y se logro mantener el sigilo de la información, nunca información de Nopalvita se proporciono a Nopalixtly y viceversa.

El reclamo debe ser entendido como el derecho que tiene una de las partes de solicitarle a la otra una aclaración sobre alguna cuestión en específico; es importante indicar que esta únicamente se presento una vez. Nopalixtly le reclamó al Tec de Monterrey sobre un rumor, que se desarrolla en la comunidad de Tlalnepantla, sobre un apoyo que realizaria el Tec de Monterrey para apoyar la exportación de un comerciante local. Después de discutir el tema por ambas partes quedó claro que el rumor solo era rumor.

Por último, solo restar indicar que el periodo que comprendió esta actividad fue de un poco más de un año. Este periodo fue la etapa crucial para la alianza nopaleros – Tec, permitió consolidar la confianza y sentar las bases para iniciar la fase de visión empresarial

### **Contar con una visión empresarial (febrero de 1999 a julio del 2001)**

Por visión empresarial se entendió la necesidad de los grupos nopaleros de contar con una visión de largo plazo y contar con una organización más fuerte es decir, que mantenga y refuerce las características que posee y que se incorporen las que requiere una organización moderna y competitiva. Durante este periodo el trabajo se centra en la elaboración y ejecución del Plan y en reforzar la organización. Es pertinente hacer la aclaración que en este periodo todavía permanecieron las dos organizaciones de nopaleros separadas y que solamente se unieron par ala elaboración del plan nopalero.

Para la elaboración del plan estratégico se requirieron dos etapas: El plan nopalero y de el se derivaron los planes de cada organización. La razón de realizar el primero obedecía a que los personas de Nopalvida y Nopalixtly no conciben mejorar el nivel de vida de cada uno de ellos y que el resto de la población de su municipio no se beneficien.

Durante el proceso de planeación se realizó una importante reflexión, con los dos grupos juntos, sobre el pasado, presente y futuro de sus organizaciones. Los principales resultados de este proceso fueron la Misión del Programa Nopalero y los Programas de Acción para llevar a cabo dicha Misión. Los cambios más importantes en los integrantes de estas organizaciones fueron la generación de una visión común en objetivos y sueños compartidos, en una percepción diferente acerca de las oportunidades para la comunidad y sobre todo un espíritu de trascender su propio tiempo y sus propias posibilidades. A continuación presentamos un resumen del contenido del Programa Nopalero: (22)

“La misión 1999 –2004”

El programa nopalero tendrá como Misión contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de Tlanepantla, Morelos, siendo el eje del proceso el cultivo de nopal. Para lograrlo se deberá contar con un producto de calidad e iniciar una serie de agroindustrias que permitan procesar el nopal en los periodos en los que existe un aumento sustancial de la oferta. La misión también incluye el apoyo a actividades que diversifiquen la economía y apoyen a los productores en la comercialización de sus productos.

Lineamientos:

- Los habitantes del medio rural deberán participar activamente en el plan.
- Propiciar el equilibrio entre lo económico, lo social y lo ecológico.
- Los apoyos institucionales deberán realizarse en las diversas etapas de la cadena productiva y en el fomento de actividades rurales no agropecuarias.

Estrategias:

- Invertir en capital humano.
- La capacitación, investigación y asesoría deberán estar ligadas y cubriendo los diversos aspectos de la cadena productiva y de las necesidades de los diferentes tipos de productores.
- Generar proyectos integradores.
- Facilitar la asociación de los campesinos con el capital privado.
- Incorporar a la actividad productiva a las mujeres jóvenes de la localidad.

Programas:

- Considerar al hombre como el elemento fundamental del cambio. Esto se logrará apoyando a los habitantes de Tlanepantla para que adquieran nuevas conductas, hábitos y conocimientos que les permitan ser los actores principales del proceso.



- Implementar un sistema de coordinación institucional que permita ofrecer a las organizaciones de productores los servicios de capacitación, investigación y asesoría que requieren, evitando así la duplicidad de esfuerzos.
- Implantar un programa de capacitación "Visión empresarial" que contemple las siguientes áreas: Administración, Contabilidad, Finanzas, Mercadotecnia, Comercio Internacional y Agroindustria
- Formar un grupo de trabajo que formule proyectos de impacto. Posterior a su formulación se realizará la promoción que permita contar con los recursos necesarios para su implantación.
- Redefinir los Apoyos gubernamentales en función de la diferenciación de los productores y de otros sectores de la sociedad. Se proponen los siguientes subprogramas: Para atender a las mujeres, para atender a los jornaleros. para atender a los jóvenes, para atender actividades productivas agropecuarias y para atender actividades rurales de transformación y comercialización al campo.
- Redefinir la actividad productiva en función de la preservación del medio ambiente
- Establecer un programa de vinculación de los campesinos con el sector privado, nacional y extranjero, que permita una estrategia de ganar- ganar
- Crear un programa integral de apoyo a la comercialización que tenga como premisa fundamental: "Producir lo que se venda"

Posterior a la realización del Plan Nopalero 1999 – 2004 cada uno de los grupos, por separado, se dedico a implementar las actividades que les correspondía. Es importante indicar que la mayoría de las actividades que se relacionaban con apoyos y acciones del sector gobierno las relacionaban junto las dos organizaciones y solamente lo relacionado con el rumbo productivo que se planteo cada organización.

En el caso de Nopalvida los esfuerzos se dedicaron a la realizar las gestiones y estudios para contar con una empresa integral que transforme el nopal en los siguientes productos. Los principales resultados fueron el contar con planes de negocios para una planta productora de nopal en salmuera y otro para producir polvo de nopal.

En el caso de Nopalixtly los esfuerzos se dedicaron a fortalecer sus posibilidades de exportar directamente a la ciudad de los Ángeles, California. Los principales resultados obtenidos fueron el contar con un plan de negocios de exportación y la elaboración de toda la folletería que apoyara la actividad exportadora.

Paralelamente a la planeación y ejecución del Plan Nopalero 1999 –2004 y las derivaciones particulares de cada una de las organizaciones, se llevo a cabo una serie de actividades de capacitación talleres de organización, reuniones con empresarios y funcionarios públicos. Todas estas actividades cumplieron el propósito de buscar alianzas estratégicas, gestionar recursos y sentar las bases de una organización moderna

### **Consolidación de la organización (agosto de 2001 a la fecha)**

Nopalixtly y Nopalvita, después de varios acercamientos y pláticas decidieron unir fuerzas para afrontar en forma conjunta sus problemas y retos. Este proceso de diálogo y acoplamiento concluyó con la fusión de ambos grupos creándose, el 14 de agosto de 2001, una empresa cooperativa llamada NOPALVIDA. La Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Morelos participó activamente como apoyo para la creación de la empresa que hoy está formalmente constituida, protocolizada y

registrada ante las autoridades agrarias y hacendarias del Gobierno Federal. A continuación se presenta las características de la empresa y los resultados obtenidos aclarando que, la gran mayoría de ellos se desprende del proceso de planeación realizado en la etapa anterior

Nopalvida S.C.L. se constituye como empresa mexicana productora y comercializadora de nopal verdura en el ámbito nacional e internacional. Se encuentra sustentada en los siguientes fundamentos. El ser humano y su entorno deben de vivir en armonía, un gran sentido comunitario, expresado en cada actividad emprendida, el campesino puede y debe de integrarse a la actividad empresarial y la modernidad.

Es una empresa que quiere destacar en su aspecto social, pues está integrada por campesinos que tienen una gran visión del futuro de su comunidad y de su país. La empresa cuenta con treinta y cuatro socios, de los cuales tienen un promedio de superficie por parcela de 1,7 hectáreas, por lo que en conjunto tienen 55 hectáreas. Cada hectárea produce en promedio anual 75 toneladas, por lo que, tan sólo con la participación de los socios se pueden exportar 4 125 toneladas al año.

Una de las características organizacionales de esta empresa es la de que el órgano de representación, participa de forma conjunta con el propiamente gerencial, bajo un esquema de retroalimentación de instancias pero evitando que se detengan los procesos cotidianos y operativos a consecuencia de excesivos procesos parlamentarios. Así por ejemplo, desde su constitución a la fecha, el consejo directivo integrado por un Presidente, un Secretario, un Tesorero y vocales se reúnen cada quince días, mientras que el cuerpo gerencial integrado por un Director General y tres Gerencias (Producción, Comercio Exterior y Administración), lo hacen semanalmente y están en contacto cotidiano.

Ello no significa por supuesto que para abordar asuntos importantes, de trámite legal o de carácter financiero interactúen cotidianamente los gerentes con los miembros del Consejo, incluso con el propio Presidente.

Por su parte la Asamblea General se reúne por lo menos una vez al mes para que conozca los avances en todas las dinámicas que están desatándose. Seguramente con el tiempo estas reuniones serán mas espaciadas en la medida en que la empresa tome su ritmo y curso.

Los integrantes de Nopalvida deciden trabajar con el sistema de líneas estratégicas que le permite caminar con pasos firmes hacia la consolidación de la organización. A continuación se presenta cada una de las líneas, sus principales resultados y los apoyos institucionales que ha recibido

Primera línea( producción).- El propósito central es lograr en el corto plazo un nopal de calidad que cumpla con la normatividad de las autoridades sanitarias de Estados Unidos y en el mediano plazo contar con nopal orgánico.

Para cumplir con el propósito se ha contratado los servicios de una Ingeniero Agrónoma, con Maestría en Desarrollo Rural y experiencia en el control biológico de la producción, quien enlazada con un asesor especializado en la aplicación de insumos elaborados con materias primas naturales y no perjudiciales a la salud, realizan un

proceso de revisión, parcela por parcela para orientar al productor socio de la empresa a utilizar prácticas adecuadas a esta concepción de agricultura. En esta línea se cuenta con apoyo de FIRA quien paga una parte de los salarios de los técnicos contratados

A partir de octubre de 2001 La meta de contar con nopal aceptado por la normatividad sanitaria de Estados Unidos se cumplió, los envíos de nopal enviados Estados Unidos entre noviembre de 2001 y febrero de 2002 pasaron las revisiones realizadas.

Segunda línea ( comercialización).- Se cumplió ya con un plan de exportaciones y se exportaron cinco trailers, cada uno con un volumen de 2 toneladas, de nopal en fresco a USA. En la actualidad se están realizando las gestiones para lograr comercializar 50 trailers de nopal en fresco en el periodo de noviembre de 2002 a marzo del 2003. El destino de los envíos será de 30 para exportación y 20 para surtir a una empresa de supermercados nacional

NOPALVIDA participó en una de las ferias internacionales de productos en verde de mayor rango en el mundo, la cual se llevó a cabo en el mes de Octubre de 2001 en la ciudad norteamericana de Filadelfia. La institución gubernamental mexicana ACERCA en el marco de un concurso que realizó, aprobó el apoyo a NOPALVIDA para que contara con un Stand de exposición en dicho evento, la Fundación PRODUCE aprobó el apoyo para el traslado de los directivos de la empresa y las muestras en verde que se llevaron.

El Tec de Monterrey colaboró en esta línea realizando la imagen de la empresa (logotipo, etiquetas, papelería, etc;) así como en la instalación de una página en Internet a fin de estar disponible en el espacio cibernético de la comunicación. También ha participado Bancomext con información necesaria y otros apoyos requeridos en el proceso de la transportación del producto

Tercera línea ( administración).- Se considera a esta línea de trabajo como una columna de apoyo central para el buen funcionamiento de la microempresa. De hecho hemos concebido a esta instancia como la articuladora de las acciones de producción y comercialización.

Un buen manejo contable es esencial para el sano y transparente manejo de la empresa; ante ello el Consejo decidió contratar a una contadora de tiempo completo para que lleve todos y cada uno de los movimientos contables del día y prepare los Balances, Estados de Resultados, Estados Financieros y articule con auditores externos los dictámenes correspondientes. Esta instancia estará en contacto permanente con la Tesorería de la Sociedad Cooperativa.

Cuarta línea (transformación).- Esta línea se considera fundamental para aprovechar la sobreproducción de nopal entre marzo y octubre. Actualmente se esta en pláticas con una empresa privada para surtirle nopal en fresco para que produzca polvo de nopal y que en el mediano plazo Nopalvida sea el proveedor de polvo de nopal

Quinta línea (Agrovida).- Esta línea se considera fundamental para Nopalvida ya que además de resolver sus necesidades en materia de asistencia técnica agrícola, elaboración de estudios, capacitación y asesoría empresarial ofrecerá estos servicios a otras organizaciones agrícolas del estado de Morelos y del país

Esta propuesta se presentó a autoridades del FIRA en Morelos y próximamente se presentará a las autoridades de Sagarpa a nivel nacional

#### 4.- El modelo Tlalnepantla

El esfuerzo realizado por Nopalvida es un ejemplo de una organización de campesinos que sin perder sus características han dado un paso fundamental para consolidarse como una empresa cooperativa moderna capaz de competir en una economía altamente competitiva. Con base en esta experiencia se presenta a continuación el modelo de cooperación participativa en apoyo de empresas campesinas el cual consta de cuatro etapas: Selección de organizaciones, ganándose la confianza, acelerar la visión empresarial y consolidación de la organización

##### 4.1 Etapas del Modelo Tlalnepantla

#### **Selección de las organizaciones**

En esta etapa la agencia de desarrollo responsable de entrar en contacto con las organizaciones deberá de considerar en la selección una serie de características que más adelante se mencionan. La forma de obtenerlas debe ser resultado de las primeras entrevistas con la organización

- Raíces campesinas (no importando que sean organizaciones urbanas)
- Que por sus propios medios estén inmersos en alguna actividad dirigida al mercado
- Que en los últimos treinta años hayan tenido, por lo menos, dos experiencias con cultivos comerciales
- Que la organización cuente con su aliado externo. El aliado externo puede ser una organización o una persona
- Que se encuentren inmersos en una actividad rentable a pequeña escala
- Buscar que los miembros de la organización tengan las siguientes características: Emprendedoras visión de largo plazo, honestos, tienen compromiso con su palabra, que le den mayor importancia a los asuntos y problemas del Grupo que a los Individuales, que toman decisiones por consenso, puntuales, No inhiben la generación de ideas y Que fomentan la participación activa de todos sus miembros en la toma de decisiones

#### **Ganándose la confianza**

Esta etapa es fundamental para el éxito del modelo. Es necesario que la organización social y la agencia de desarrollo se tengan confianza mutua, para ello se proponen las siguientes acciones:

- Crear de común acuerdo las reglas del juego de la relación.- Para ello se requiere que cada organización presente claramente qué espera de la alianza
- Que ambos definan una actividad medible en el corto plazo, que se lleve a cabo y se evalúe ( pueden ser varias actividades)

- Que el grupo externo manifieste en forma verbal (o por escrito) que la información obtenida solamente se presentará a la organización y de ninguna manera se podrá proporcionar a otras personas o instituciones
- Que el grupo externo proporcione a la organización un listado de organizaciones y personas que pueden sumarse al proyecto. Aclarando que la alianza con otras instituciones o personas deberá de realizarla la organización social.

### **Acelerar la visión empresarial**

Un elemento importante del Modelo Tlalnepantla es acelerar el proceso de visión empresarial de las empresas campesinas, este periodo debe durar un mínimo de seis meses y un máximo de un año. Las acciones a desarrollar son las siguientes:

1. Realizar un curso - taller intensivo de liderazgo.- El objetivo del taller tiene como propósitos: Desarrollar una comunicación efectiva para trabajo en equipo, establecer premisas fundamentales para sistemas colaborativos de trabajo y definir los objetivos de la organización y posibles retos de la misma
2. Elaboración de un diagnóstico empresarial.- El objetivo del diagnóstico es evaluar el nivel empresarial de la organización en los siguientes aspectos: Marco legal, cultura organizacional, conducta – actitud, conducta – comportamiento, conocimiento empírico, conocimiento teórico, documentación y capacitación, calidad, medición y control, utilidades, contabilidad y por último comercialización. Estos doce aspectos se evalúan emitiendo una calificación en una escala de 100. A la organización se le presentan la calificación general y para cada aspecto estudiado, en el documento claramente quedan definidas las actividades a realizar para mejorar.
3. Primera versión del Plan Estratégico.- El objetivo del Plan es el definir el rumbo de la organización en el corto, mediano y largo plazo. El proceso se realiza con la participación directa de los miembros de la organización, las partes que componen el Plan son las siguientes: Diagnostico, misión y visión, metas, estrategias generales, programas y proyectos específicos
4. Elaboración de sondeos de mercado.- siendo el objetivo el tener una primera aproximación de las posibilidades de exportar el producto y debe aclararse que no necesariamente todas las organizaciones pueden exportar sus productos
5. Asesorías específicas solicitadas por las organizaciones sociales.- Tienen como propósito apoyar a las organizaciones en necesidades urgentes en materia empresarial

### **Consolidación de la organización**

Esta etapa es el resultado de haber cumplido satisfactoriamente las etapas anteriores y la organización campesina tiene una mayor claridad de los pasos que debe de seguir. El papel de la agencia de desarrollo pasa de dirigir el proceso a ser un apoyo de la organización en actividades específicas, las actividades que deberá realizar la agencia van a ser diferentes en cada organización. A continuación se menciona solamente alguna de ellas:

- Elaborar la estrategia para consolidar la organización en sus aspectos formales y de la división del trabajo

- Elaboración de un estudio de cadena productiva el cual permitirá definir los cuellos de botella del proceso que se inicia con la compra de insumos y que concluye con la adquisición del producto por el consumidor final
- Programa de Capacitación Empresarial y Técnica dirigida a socios, directivos y familiares de los socios
- Programa de Investigación de Mercados y otros estudios específicos
- Programa de Investigación Técnica y de buenas practicas agrícolas
- Elaboración de Proyectos a ser presentados al Gobierno e iniciativa privada
- Programa para ser una Organización de Calidad
- Programa de Gestión de Recursos

#### 4.2 Transferencia del modelo: Un primer intento

Durante el periodo septiembre 2001 a marzo 2002, El Tec de Monterrey Campus Cuernavaca, apoyado financieramente por la Secretaría de Economía del Gobierno Federal y la Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de Morelos, llevó a cabo la primera experiencia de transferir el Modelo Tlalnepantla a un grupo de organizaciones del Estado de Morelos. La transferencia fue posible realizarla porque previamente se habían cubierto las etapas de: Buscar organizaciones parecidas a los nopaleros y ganándose la confianza.

A partir de septiembre del 2001 se inicia el trabajo de con las etapas de selección de organizaciones, ganándose la confianza y acelerar la visión empresarial. Las organizaciones que participaron fueron las siguientes: S.S.S. El Nardo; Frutas Finas de Morelos S.C.L.; 100% Nopal S.C.L.; SESI Fuerza de Trabajo; Talleres de Artes y Oficios; Alfareros de Tlayacapan; Mujeres Artesanas en Totomoxtle; Mujeres de Real del Puente; Gabaneras de Hueyapan; Amaranteros de Huazulco; Mieleros de Tepoztlan; y Alfareras de Cuentepec. Se espera continuar trabajando con la mayoría de estas organizaciones y así tener más elementos de las ventajas y desventajas del Modelo

#### 5.- Conclusiones y recomendaciones

Una vez presentado el modelo de cooperación participativa en apoyo de empresas campesinas, denominado Tlalnepantla en honor al nombre de la comunidad donde nace Nopalvida, es necesario presentar una serie de conclusiones y recomendaciones que permitan reflexionar sobre esta experiencia y las formas como se pueda eficientar el modelo.

Una primera conclusión que se desprende del cuerpo de trabajo es que para entender el comportamiento de las organizaciones campesinas se debe remontar a los orígenes y de ahí, partir con el estudio histórico de la relación económica entre ellos y los diversos actores con los cuales se han relacionado.

En el proceso histórico los campesinos perdieron muchas de sus características esenciales, pero también conservaron algunas de ellas, unas de ellas que son relevantes son la siguientes: a) En una sociedad de escasez de recursos si alguna persona gana otra pierde y b) El grupo es más importante que los individuos. Estas dos características son fundamentales para entender el rechazo de muchas organizaciones campesinas a participar en actividades económicas.

Si bien los campesinos generalmente se oponen a la modernización, un grupo de organizaciones lo ve como la posibilidad de mejorar el nivel de vida de sus familias y de su comunidad. Una forma de organizarse empresarialmente es el formar pequeños grupos de productores del mismo cultivo que tienen un fin común. Ejemplos de estos tipos de organizaciones son Nopalvita en donde el fin común que los unía era la diversificación del nopal y Nopalixtly donde la causa de la unión era la exportación del producto.

Aunque Nopalvita y Nopalixtly decidieron organizarse para el mercado en ningún momento se quieren desvincular de su comunidad. Un prueba de ello, es que en la realización del plan estratégico ambas organizaciones deciden, elaborar un plan que involucrara a todas las familias nopaleras del municipio. Otra prueba de la no pérdida de su pertinencia a un grupo más amplio, es que estas dos organizaciones no han dejado de pertenecer a la Unión de Productores de Nopal de Tlalnepantla Morelos, organismos encargado de velar los intereses del gremio con la central de Abastos de la Ciudad de México.

Una de las ventajas que tuvieron muchas organizaciones económicas es que previo, a la modernización y apertura de la economía mexicana tuvieron experiencias con cultivos comerciales. En la zona de estudio participaron en la actividad forestal continuaron con la producción de avena y frutales de clima frío y la modernización de la economía los toma con una experiencia de alrededor de 20 años en la producción de nopal. Esta situación provoca que tenga cierta experiencia de convivir con el mercado y además que hayan tomado decisiones para cambiar de cultivo, les da una ventaja de enfrentarse a los cambios que requiere una economía moderna.

A pesar de la experiencia los dos grupos nopaleros, al iniciar la relación con el Tec de Monterrey Campus Cuernavaca se encontraban desorientados sobre las acciones que deberían seguir para poder conformarse como organizaciones modernas que pudieran enfrentar los riesgos y oportunidades de la incursión de la economía mexicana al globalización. Una primera decisión de ellos es iniciar una relación basada en la confianza con una institución educativa

La relación Nopaleros – Tec se desarrolla en base a la confianza mutua, la cual se va desarrollando con el cumplimiento de promesas y la confidencialidad de la información. Una de las críticas que se pueden desarrollar es que es la etapa tuvo una duración mayor a un año, siendo la causa de ello el no contar con un proceso definido de actividades que permitiera recortar el periodo.

Un punto importante del trabajo con los productores fue que se baso en un proceso de autogestión, en donde las decisiones se tomaban por consenso y permitió que toda actividad solamente se realizaba con el consentimiento de la organización. Esto provocó que la organización fuera consolidándose y adquiriendo pausadamente una visión de largo plazo. Para profesores y alumnos del Tec participantes en el proyecto, el participar con productores que toman decisiones por consenso fue un aprendizaje significativo en un mundo, donde a veces se toman decisiones precipitadas.

El participar, el Tec de Monterrey Campus Cuernavaca, en un proceso de participación comunitaria no fue una acción aislada ni de la suerte; fue producto de la Misión 2005 y

de la puesta en marcha de un Programa Comunitario en donde una de las comunidades seleccionadas fue Tlalnepantla con base a su potencial productivo y bajo al premisa de que las experiencias que se desarrollaran se pudieran documentar y transferir a otras organizaciones

El trabajo realizado en los cinco años que se llevan se dividió en las siguientes etapas: Selección de organizaciones, ganándose la confianza, acelerar la visión empresarial y consolidación de la organización. En cada una de ellas se requirió del esfuerzo de ambas partes. En las primeras dos etapas la parte dinámica de la relación estuvo a cargo del Tec de Monterrey y en las dos últimas los productores han llevado la batuta . Esta situación indica que el proceso de consolidación de Nopalvida (empresa conformada por los integrantes de Nopalvita y Nopalixtly) es una realidad.

La comprobación de lo anterior queda de manifiesto, cuando a finales de 1997, los grupos de productores que hoy conforman Nopalvida conocían ¿el qué hacer? Pero no ¿el como llevarlo a cabo?. Hoy tienen claro el como hacerlo, prueba de ello, son las cinco líneas estratégicas que determina el rumbo de la organización y que son las siguientes: Primera línea( producción), segunda línea ( comercialización), tercera línea (administración), cuarta línea (transformación) y la quinta línea (Agrovida)

La experiencia realizada en los últimos cinco años debería ser transferida, ese fue uno de los objetivos tanto de Tec de Monterrey como de Nopalvida. Para poder ser transferida se hacia necesario elaborar un modelo de cooperación participativa en apoyo de empresas campesinas, el cual fue el objetivo del presente documento.

El modelo se divide en cuatro etapas que son: Selección de organizaciones, ganándose la confianza, acelerar la visión empresarial y consolidación de la organización. Este modelo fue ya probado con algunas organizaciones campesina s de Morelos, esperando continuar trabajando con ellas y poder en el futuro demostrar la eficiencia del modelo.

Con relación a recomendaciones se mencionan la siguientes.

1. Es necesario que alguna institución externa pudiera evaluar los resultados obtenidos con Nopalvida y los futuros resultados con otras organizaciones. Para el Tec de Monterrey Campus Cuernavaca le es difícil ser juez y parte.
2. Es importante mostrar estos resultados a las diferentes instituciones del sector público , iniciativa privada y organismos no gubernamentales con el propósito de recibir comentarios y apoyos para poder transferir el modelo a un mayor numero de organizaciones
3. Seria muy recomendable que Nopalvida se convirtiera en una organización que transfiriera su propia experiencia, es decir , que se convirtiera en una agencia de desarrollo en apoyo de empresas campesinas.
4. Por último, Un agradecimiento a los directivos del Tec de Monterrey Campus Cuernavaca por crear y fomentar el proyecto. También es muy recomendable que pueda transferir el modelo a otros campus del sistema y a otras universidades públicas y privadas



## NOTAS:

1. CEPAL, Efectos sociales de la globalización sobre la economía campesina: Reflexiones a partir de la experiencia de México, Honduras y Nicaragua, 1999, pag 7
2. Florescano Enrique, Origen y desarrollo de los problemas agrarios de México 1550- 1821, México, Era, 1976, Pag. 13.
3. Idem, pag, 13
4. Idem, pag. 13
5. Basado de Acosta C. José M., Os ejidos florestais e o estado mexicano, Brasil, Universidade de Sao Paulo, 1987, pags. 24 y 25
6. Idem pag 25 y 26
7. Silva Herzog, J. – “ Lo positivo y lo negativo en el porfirismo”. En: Revista de la Universidad. UJAT, 1985, pags. 9 y 10
8. Stavenhagem, Rodolfo- “Aspectos sociales de la Estructura Agraria en México”. En: Neolatifundismo y explotación: de Emiliano Zapata a Anderson Clayton & Co., México, Nuestro Tiempo, 1982, pag 13
9. Datos obtenidos en Nacional Financiera S. A., Statistic on the Mexico economy, México 1977, pág. 46
10. Meyer, Lorenzo. La encrucijada en: Historia general de México, El Colegio de México, 1987
11. Luna, Laurentino, Desarrollo de la agricultura campesina; la comunidad de Temascaltepec, estado de México, CNIA, México, 1988 , pag 69
12. Tellez K., Luis. La modernización del sector agropecuario y forestal, FCE, México 1994 pag 71
13. Idem, pag 246
14. Idem, ver paginas 256 a la 260
15. Eleuterio S. Prado, Estructura e tecnología e desenvolvimiento regional, IPE USP, Brasil, pag. 1
16. Las referencias de Foster fueron tomadas de Long Norman, Introducao á sociología do desenvolvimiento rural, Zahar, Brasil 1982, pag 56
17. Op. Cit.1, pag 39 a 48
18. Idem, pag. 47
19. Misión y Visión hacia el 2005 del Sistema Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
20. Derecho de Monte se conoce como la cuota que las empresas deben pagar a la comunidad por la explotación de sus recursos forestales.
21. También los caballos, los burros y las mulas de “tiro” que eran parte del paisaje cotidiano, fueron dando paso a los camiones de tres toneladas, las pick-up’s y los automóviles. La escenografía también se modificó: el adobe y la teja, típicos del paisaje de este pueblo tras el Volcán Popocatepetl, sucumbieron y emergieron a la vez los colados de concreto el ladrillo y el tabicón.

22. Documento de trabajo resultante de las sesiones de trabajo Nopaleros-Tec de Monterrey.

**Área: Desarrollo Regional y Economía**  
**Coordinador de área: Dr. Jorge Ibarra Salazar**

**Problemáticas sectoriales**

**Coordinadora de mesa: Lic. Marcia Estela Campos Serna**

# LA AGRICULTURA MEXICANA Y EL TLCAN: UN ANÁLISIS DE SU IMPACTO POR PRODUCTO

Luis Guillermo Colín Villavicencio

El campo mexicano ha vivido durante el siglo XX diversos procesos que han afectado su estructura, condición, y futuro dentro de la economía mexicana moderna. En enero de 1994 se inicia uno de estos procesos, con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte entre México, Estados Unidos y Canadá, siendo éste el más importante de todos. Esa importancia radica en que el campo mexicano se encuentra inmerso en una lógica de desigualdad económica entre los mismo campesinos y con el proceso de integración se ensancharon esas desigualdades. En este sentido, el TLCAN ha tenido impactos tanto positivos como negativos en diversos sectores de la producción agrícola de nuestro país. La horticultura es la que se ha visto más beneficiada con la entrada en vigor del Tratado, este artículo estudia los casos de la uva, el tomate y el pimiento morrón. Y por otra parte, el sector de los granos básicos ha sido el más afectado. Aquí se estudia el caso del trigo y el maíz como muestra de impactos negativos en el contexto del TLCAN.

Palabras Clave: Agricultura, TLCAN, horticultura, granos básicos

## 1. Introducción

La idea general que predomina entre los que preconizan la modernización del campo y la liberalización de la economía, es que estos cambios propiciarán un mejor uso de los recursos del sector, incrementarán la producción y productividad, elevando los ingresos y trayendo una mayor prosperidad a la población rural. La formula mágica parece ser la competencia. Las esperanzas de revitalizar la economía rural descansaban en las posibilidades que se abrían mediante el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Es conveniente recordar que cuando se discutían en el país las conveniencias y desventajas que significaban para México firmar un tratado de libre comercio incluyendo al sector agrícola, los productores, campesinos y empresarios agrícolas de nuestro país dejaron en claro los rezagos y problemas que presentaba nuestra agricultura frente a los Estados Unidos. De esta forma, cada sector productivo, ganaderos, citricultores, productores básicos, industriales del ramo, productores forestales, etc., expresaron sus inquietudes en cuanto a la incapacidad de nuestra agricultura para competir con los países del norte.

Puesto que la articulación comercial con Estados Unidos y Canadá se consideraba la viga maestra para hacer del nuestro un país desarrollado, (como lo defendieron a brazo partido las autoridades de la administración salinista) a todos los sectores y ramas productivas se les dieron respuestas alentadoras, se minimizaron los riesgos y los problemas y se propusieron soluciones que, en gran medida, descansaban en los hombros de los propios hombres del campo. La lógica era aplastante: buscar la competitividad implicaba lanzar a los productores a competir en el mercado, retirar subsidios, adelgazar el aparato estatal de apoyo al campo, privatizar empresas, etc. Pero no se diseñó ninguna política transexenal (o de Estado) de apoyo al campo; en pocas palabras, el gobierno renunció a apoyar el proceso de modernización y reconversión productiva y técnica de la agricultura nacional. La única medida fue prolongar la agonía estableciendo un periodo de desgravación de 15 años, al final del cual se abrirán por completo y sin restricciones las fronteras y dará inicio a una feroz y salvaje competencia en detrimento de nuestros agricultores.

Estamos en el octavo año del TLCAN, es decir, solo nos quedan siete años para intentar una estrategia que permita a la agricultura nacional hacer frente, con fortaleza, a la apertura de nuestros mercados agrícolas que se avecina en el 2008.

A continuación se revisan brevemente las consecuencias, tanto positivas como negativas, que ha tenido la apertura comercial del TLCAN en la agricultura mexicana mediante el estudio del caso de tres productos beneficiados (uva, tomate y pimiento morrón) y dos perjudicados (maíz y trigo), no sin antes dar una visión general de la situación de la agricultura en México dentro del contexto del TLCAN

Esta investigación resalta el hecho de que el TLCAN ha tenido efectos e impactos muy variados en el espectro de productos agrícolas mexicanos. De esta forma, la horticultura ha tenido en el Tratado su principal factor de impulso de sus exportaciones. Sin embargo, el sector de los granos básicos ha visto como, a raíz del TLCAN, su futuro se ha ennegrecido y se ven en el corto y mediano plazo pocas posibilidades de mejorar.

## **2. Metodología**

Se realizó una investigación documental de análisis previos a la entrada en vigor del TLCAN, así como los análisis posteriores a éste. Cabe mencionar la importancia del análisis hecho en el año 2000 bajo los auspicios del Senado de la República, "Análisis de los efectos del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en la economía mexicana: una visión sectorial a cinco años de distancia". La información estadística fue tomada, en su mayoría, del USDA "NAFTA Commodity Supplement" de Marzo del 2000.

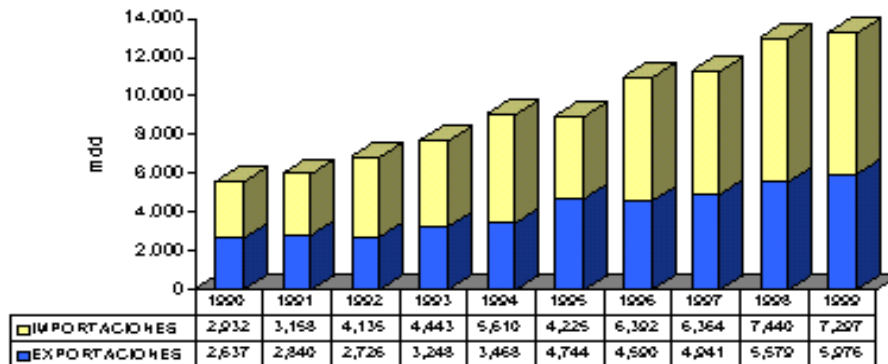
Cabe mencionar que las cifras de las estadísticas presentadas en los casos de estudio se enfatizan para el año de 1998 por ser un año en donde se observa una recuperación económica de México y una maduración del TLCAN

## **3. Resultados y Discusión**

En el mes de junio de 1990, los presidentes de México y de los Estados Unidos establecen la conveniencia de que ambos países busquen mecanismos para ampliar los flujos de comercio e inversión. En la VII Reunión de la Comisión Binacional México-Estados Unidos (agosto de 1990), las autoridades comerciales de ambos países recomendaron a sus presidentes que se iniciaran las negociaciones formales para un Tratado de Libre Comercio. Canadá participó en dichas negociaciones, se evaluaron diferentes maneras de negociación y se optó por una de tipo trilateral. En febrero de 1991 se anunció, en los tres países, la decisión de iniciar las negociaciones[1]. El 12 de junio de 1991 empezaron las negociaciones formales del Tratado en Toronto, Canadá, que terminaron el 12 de agosto de 1992. El 17 de diciembre del mismo año, se firmó el acta final por los mandatarios de México y EU y por el Primer Ministro de Canadá, entrando en vigor el 1 de enero de 1994.

El sector agropecuario se aborda en el TLCAN en su capítulo VII "Sector agropecuario y medidas Sanitarias y Fitosanitarias", en el se tratan los temas de apoyos internos a la producción, subsidio a la exportación, normas técnicas de comercialización y disposiciones zoonosanitarias y fitosanitarias. Junto con el capítulo de Acceso a Mercado se completa la negociación del sector agropecuario. Los temas de acceso a mercados y normas y estándares de calidad son de carácter bilateral, el resto de carácter trilateral. Se establecieron diferentes modalidades de desgravación arancelaria en el Tratado. Las fracciones con categoría de desgravación "A" quedaron libres de arancel a la entrada del Tratado; las de categoría "B" se desgravan a cinco años, es decir, al 1 de enero de 1998; los productos con categoría "C" quedaran libres de arancel a 10 años, el 1 de enero del 2003; los de categoría "C+" quedaran libres de arancel al final del periodo de transición del Tratado, el 1 de enero del

Comercio Agroalimentario México-TLCAN, 1990-1999  
(Millones de dólares)



Nota: Fuente: Dirección de Comercio Exterior del SEAGAR, con datos de SIDA-SECOFI.

**Grafica 1.** Comercio Agroalimentario México-TLCAN, 1990-1999

2008. La categoría de desgravación "D" fue asignada para los productos que ya no se les cobraba arancel. Estos seguirán recibiendo un trato libre de impuestos. Los bienes con modalidad de desgravación Salvaguarda Especial quedarán libres de arancel a los 10 años, el 1 de enero del 2003; los bienes con modalidad de desgravación tarifación, por ser sensibles en su mayoría, a los 15 años y los bienes con modalidad de desgravación Ventana de Acceso, quedarán libres de arancel el 1 de enero del 2003.

En el caso de este sector, los efectos de su liberalización se han traducido, de acuerdo con datos del INEGI, en que las exportaciones agrícolas mexicanas aumentaron su valor en 54% entre 1993 y 1999, mientras sus importaciones crecieron en 60% en el periodo mencionado. Para 1999, el 82.28% de las exportaciones agrícolas y el 79.03% de las importaciones agrícolas en México se realizaron con un solo país: los Estados Unidos.

México representa hoy día para Estados Unidos el segundo mercado foráneo en productos agroalimentarios después de Japón. De esta forma, el Consejo Estadounidense de Granos Forrajeros señala que México ocupó el tercer sitio mundial en la importación de granos forrajeros en 1996-1997. En este marco, especialistas del sector agropecuario consideran que el desempeño de este último se deterioró a raíz de la vigencia del TLCAN, ya que obligó, como parte de la negociación del Tratado, a la reducción de apoyos a la producción, entre otros, los proporcionados por la recién extinta CONASUPO y la eliminación de subsidios y precios de garantía que, en contraposición, se mantienen en EU, situación que ha repercutido negativamente en el nivel de ingresos de alrededor de ocho millones de personas en el campo de México[2].

Uno de los rubros en que más ha impactado el TLCAN es el de los granos básicos (como ejemplo veremos más adelante en el estudio de casos la problemática del maíz y el trigo). Al respecto, hay que enfatizar que en México éstos tienen una importancia estratégica para la seguridad alimentaria, pues se constituyen como la principal actividad para alrededor de 3 millones de campesinos, y son los cultivos de mayor extensión, volumen y valor. Desde el punto de vista de la estructura socioeconómica de la agricultura, dicen los analistas, el TLCAN se ha convertido en uno de los principales instrumentos de polarización de los productores agropecuarios en México. En este sentido, las reformas agrícolas que la negociación del TLC garantizó, privatizaron el acceso al financiamiento rural y a los seguros, a la investigación para el desarrollo tecnológico y la asistencia técnica, y a los mercados de insumos y productos nacionales y extranjeros. Todo esto se tradujo en que la mayoría de los campesinos no ha recibido beneficio alguno del TLCAN, mientras que los sistemas de protección, fomento y subsidios que fueron la pieza clave de la política agrícola en años anteriores, se desmantelaron como condición para la firma del TLCAN[3]. De allí que, sin duda alguna, aún falta mucho camino por recorrer para potencializar

ESTRUCTURA DE LAS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES  
AGROALIMENTARIAS MEXICANAS CON PAISES MIEMBROS DE  
TRATADOS DE LIBRE COMERCIO, 1999

TRATADO DE LIBRE COMERCIO	EXPORTACIONES		IMPORTACIONES	
	Miliones Dólares	Participación %	Miliones Dólares	Participación %
TLCAN	5,975.6	83.36	7,296.7	85.30
Estados Unidos	5,898.1	82.28	6,760.2	79.03
Canadá	77.5	1.08	536.5	6.27
G3	59.7	0.83	32.5	0.38
Colombia	21.8	0.30	20.0	0.23
Venezuela	37.9	0.53	12.5	0.15
CHILE	16.9	0.24	159.3	1.86
NICARAGUA	13.5	0.19	13.0	0.15
BOLIVIA	1.1	0.02	0.002	0.00
COSTA RICA	26.7	0.37	45.7	0.53
ISRAEL	2.3	0.03	10.6	0.12
UNION EUROPEA	415.1	5.79	496.6	5.81
RESTO DEL MUNDO	657.7	9.17	499.7	5.84
TOTAL MUNDO	7,168.7	100.00	8,554.1	100.00

**Gráfica 2.** Comercio agroalimentario de México por región geográfica, 1999

al sector agropecuario y lograr que éste pueda caminar solo. Labor nada fácil, pues con o sin TLCAN, existen problemas de fondo que requieren su pronta atención y la elaboración de un plan congruente, coherente, integral y competitivo de corto, mediano y largo plazo

### **Análisis del impacto del TLCAN por productos seleccionados**

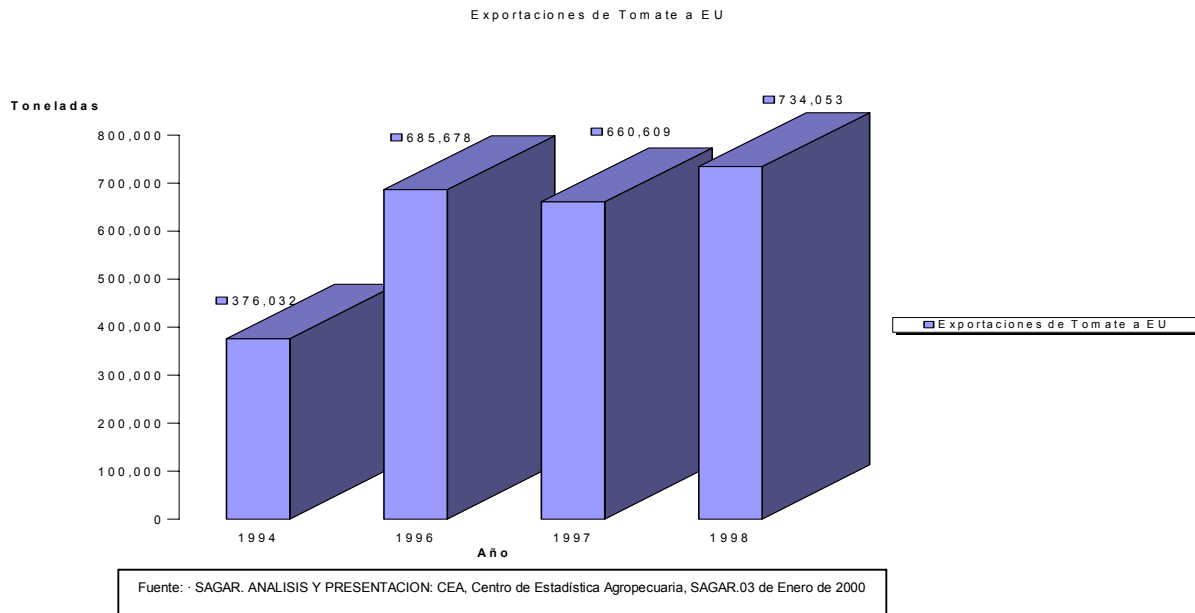
El TLCAN ha producido ganadores y perdedores en el sector agrícola. El sector que se ha visto mayormente beneficiado por el Tratado es el de la horticultura. Gracias a una función de complementariedad con sus productos similares de EU con relación a la siembra y las épocas de cosecha, la horticultura mexicana ha logrado penetrar con paso firme el mercado estadounidense y convertirse en un ejemplo típico de éxito agrícola en el marco del TLCAN. Los productos que a continuación haremos mención son el tomate, la uva y el pimienta morrón.

#### **El caso del tomate**

El tomate ha sido uno de los productos de exportación mexicana que más se ha beneficiado dentro del TLCAN. El aumento de la exportación y del precio de este producto llegó a tales dimensiones que para 1996 era necesario realizar acuerdos para proteger el mercado estadounidense, ya que éste acusaba a los mexicanos de cometer un *dumping* de 17.5%.

Es necesario destacar que dentro del marco legal del TLCAN se encuentran cierto tipo de condiciones especiales que protegen a los productos nacionales de la competencia internacional. "Los productos sensibles" y "los productos de preferencia arancelaria". Los productores regionales norteamericanos catalogaron el mercado del tomate como "inestable y sensible" ya que con cualquier crecimiento en la industria mexicana, afectaba inmediatamente la industria local y muy en particular al estado de Florida. La devaluación de 1994 es considerada como el factor determinante para el dramático aumento de las exportaciones del tomate. La caída del peso mexicano hizo atractivos los precios de los productos que se cultivaban en México. Además, el tomate, al igual que las hortalizas, es un producto que complementa la producción de EUA. Durante el invierno, el arancel de EUA para el producto mexicano fresco es de cero, por lo que para ésta época México tiene programada su producción de exportación, igualmente pasa de abril a julio, fecha en la que los aranceles son reducidos. Definitivamente, la devaluación de 1994 fue el gran motor que impulsó la exportación del tomate[4].

El impacto para los agricultores de Florida fue tal que ya no pudieron competir ni en precio ni calidad con el tomate mexicano. En el periodo que abarcó de 1993 a 1997 el precio del tomate norteamericano aumentó en un 16 % en términos reales. Se da entonces la llamada "guerra del tomate", la cual retomaba quejas de agricultores norteamericanos que para 1970 habían perdido la demanda de dumping del tomate, pepino, chile y berenjena. En 1996 se vuelve a desatar esta situación influenciada por las fuertes presiones de los sectores agrícolas de Estados Unidos y esta vez si se llegó a un acuerdo en el que los agricultores mexicanos se comprometieron a no vender el tomate por debajo de los 21 centavos por libra en el periodo invernal, desde el 15 de noviembre al último día de febrero de cada año siguiente[5]. El pacto fijaba como precio piso del tomate mexicano 5.17 dólares por caja de 25 libras. Y si esto fuera violado se aplicará la cuota que estaba antes del TLC[6].



**Gráfica 3.** Exportaciones de tomate mexicano a Estados Unidos, 1994-1998

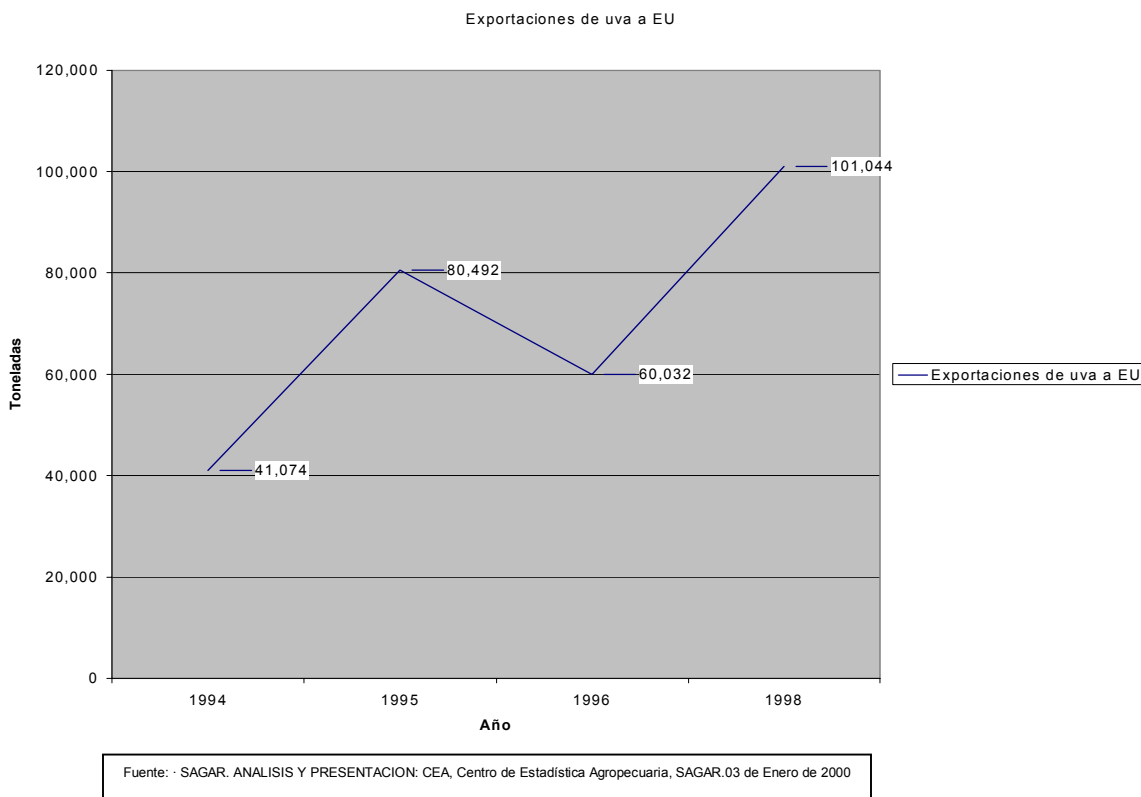
### El Caso de la Uva

Es importante mencionar que el tipo de uva beneficiada por el TLC es la uva de mesa y no la que se utiliza para la producción del vino en Baja California. Según la SAGAR, la producción mexicana de uva fresca para mesa en 1998 fue por un volumen de 161,683 Toneladas Métricas, siendo el estado de Sonora por mucho el mayor estado productor del país, al aportar el 67.4% del total. Ésta uva compite directamente con la uva californiana, ya que su estado es el mayor productor doméstico en Estados Unidos.

Antes del TLCAN, los Estados Unidos imponían una tarifa a la importación de uva mexicana de alrededor 2.12 dólares por metro cúbico. Con la entrada en vigor del tratado, se eliminaron todas las tarifas para las uvas mexicanas. La mayoría de las importaciones de uva en Estados Unidos provienen de Chile, siendo México la segunda fuente para las importaciones de uva en EU. La exportación de la uva mexicana toma su mayor impulso en el año de 1998, y para el periodo que abarca de Enero a Octubre de 1999, las ventas de las uvas frescas hacia EU se colocaron dentro de las principales exportaciones del rubro de las frutas frescas, alcanzando un monto de US \$211 millones, lo que representó un aumento del 46.5% del mismo periodo del año anterior[7]. En 1998, los Estados Unidos importaron \$144 millones de uvas mexicanas, lo que representa un 6% del total de las importaciones norteamericanas de frutas y vegetales provenientes de México.



El contexto internacional brindó oportunidades de buen precio para los comercializadores mexicanos, ya que los precios de la fruta habían tenido incrementos significativos respecto a los observados durante 1998. En ese mismo año, el precio promedio de internación de la uva mexicana a los Estados Unidos fue de US \$1,427.73 / Ton. M., mientras que para 1999, fue de US\$ 2,412.17 / Ton. M., es decir, 68.95%[8][9]. La entrada en vigor del tratado fue muy importante para las exportaciones de uva mexicana a EU, en especial porque ayudó mucho a que se eliminaran los requerimientos de licencias para exportarla.



**Gráfica 4.** Exportaciones de Uva Mexicana a Estados Unidos, 1994-1998

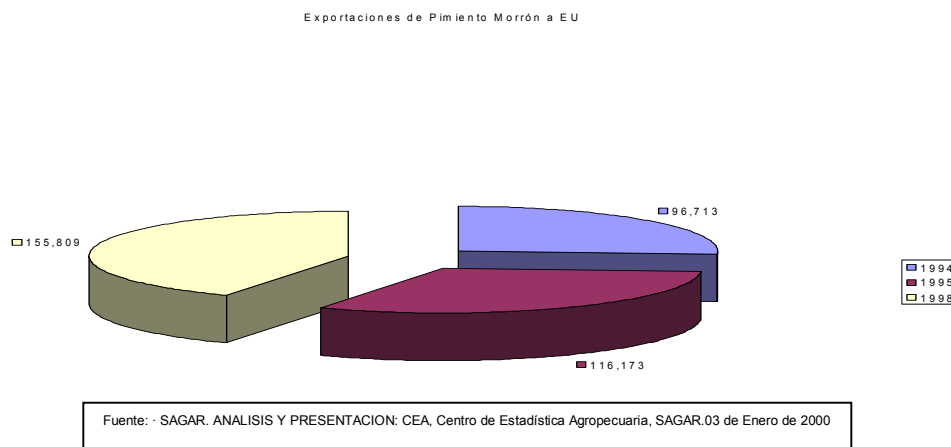
### El caso del pimientó morrón

Con la implementación del TLCAN, se dieron cambios en las políticas hacia este producto en los tres países que forman el tratado. En Estados Unidos, la tarifa que antes se imponía a este producto fue eliminada en 1999. En México, antes del tratado se le imponía al pimientó morrón un impuesto del 10%, el cual fue eliminado en 1999. Y para Canadá, la tarifa existente quedó eliminada en 1998.

El comercio es un componente importante del mercado norteamericano del pimientó morrón. Las importaciones de éste producto representan un 25% del consumo, mientras que un 7% es para exportación. Aproximadamente 78% de las importaciones de pimientó morrón en EU provienen de México. En 1998, las importaciones de éste producto fueron el 7% del total de las importaciones de frutas y vegetales de EU provenientes de México. En 1994, los Estados Unidos importaron 96,713 toneladas de pimientó morrón de México. Y para 1995, estas importaciones aumentaron un 20% al pasar a 116,173 toneladas. De esta manera, en 1998 las importaciones tuvieron una cifra récord de 155,809 toneladas[10].

En marzo de 1996, los productores de Florida, en conjunto con productores de otros Estados y funcionarios del departamento de agricultura de Florida, solicitaron a la Comisión de Comercio Internacional (ITC, por sus siglas en inglés) ayuda económica ante las importaciones de tomate y

pimiento morrón, principalmente provenientes de México. El tomate y el pimiento morrón son dos de los más importantes productos de invierno en términos de su valor monetario. El 2 de julio de ese mismo año, la ITC encontró que las importaciones de tomate y pimiento no eran una causa substancial o intento de serio daño para las industrias norteamericanas que producen tomate y pimiento[11], con lo cual la solicitud de los productores estadounidenses no prosperó. Las importaciones norteamericanas de pimiento mexicano se incrementaron 53% entre 1993 y 1998. Antes del TLCAN, el promedio del impuesto ad valorem sobre los pimientos mexicanos era de 7.43 %. Bajo el TLCAN, este impuesto se ha reducido a menos de un 1%. Esta liberalización se observa como el factor más importante para el éxito de los pimientos mexicanos en Estados Unidos. A este factor se le añade un aumento en la demanda norteamericana de pimientos, la devaluación del peso mexicano y el clima adverso en algunos periodos explican porque han aumentado las importaciones, a Estados Unidos, de pimiento morrón proveniente de México[12].



**Gráfica 5.** Exportaciones de pimiento morrón mexicano a Estados Unidos, 1994,1995,1998.

El TLCAN ha tenido, principalmente, un impacto negativo en el sector de los granos básicos en México. A continuación veremos esto reflejado en el estudio de caso del maíz y el trigo.

### El caso del maíz

La inclusión del maíz en el TLCAN se ha convertido en una competencia desventajosa para México, ya que tan sólo 6 estados de la Unión Americana (Iowa, Illinois, Nebraska, Indiana, Minnesota y Ohio) producen el 39% del total del maíz mundial. Su producción representa el 8.5% de la producción mundial, que es aproximadamente equiparable a la producción total de México, Francia y Argentina juntos[13]. La repercusión en la economía mexicana se ha traducido en grandes pérdidas que abarcan: bajas al fisco por US \$2 mil millones, la caída de inversión pública en el campo; y el alza en el precio de un producto muy común y sumamente consumido: la tortilla[14].

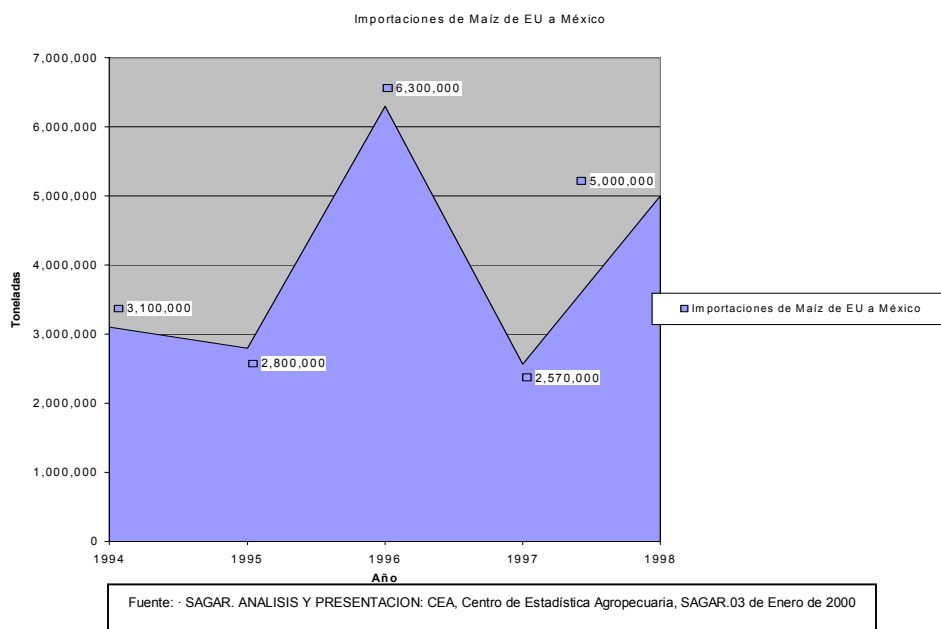
Para tener un mejor entendimiento del problema, es necesario recordar el entorno político y económico que se vivía en la época anterior a la apertura comercial (devaluación, inestabilidad política y económica, cambios administrativos y estructurales, entre ellos, el cierre de CONASUPO) en la década de los ochenta y principios de los noventa. Cuando el TLCAN se estaba negociando, se estimaba que la producción del maíz se elevaría, que caerían los precios y que, por ende, se reduciría el número de productores del maíz. También se preveía que la subsidiaria CONASUPO permaneciera operando por lo menos los siguientes 15 años. Sin embargo, sucedió todo lo contrario. Debido a la premura que tuvo la negociación del TLCAN, al no respetar el periodo de transición para la apertura del grano, el cual estaba considerado a 15 años y que tan sólo se hizo en 40 meses, se redujo el financiamiento y los créditos a

los campesinos para de esta manera obligarlos a salir del cultivo del maíz. La situación en la que se encontraba México era la de un país en crisis, en el que la inversión de los años anteriores al TLCAN se había reducido de una manera muy determinante. Por mencionar un ejemplo: Tan sólo en obras de infraestructura que se llevaron a cabo para 1988 se invirtieron alrededor de 443 millones de pesos y para 1997, sólo se destinaron 327 millones.

La desaparición anticipada de CONASUPO (la principal organización que daba subsidios para la agricultura en México) favoreció a los productores con mayores recursos, mientras que a los productores que no contaban con grandes capitales se les cortaban los subsidios, dejándolos con inalcanzables oportunidades de crédito (por las altas tasas de interés, derivadas de la devaluación). De esta manera en los cuatro primeros años del comienzo del TLCAN los apoyos de *Procampo* se redujeron en un 40 % y a su vez, la *Alianza para el Campo*, con menos recursos, se enfocó a los productores con mayor potencial[15].

Mundialmente, el precio del maíz ha disminuido 20% para 1999 y mientras las importaciones se duplicaban, la compra de maíz del extranjero se duplicó entre 1997 y 1999, alcanzando para el 2000 18.5 millones de toneladas. Ante esta situación, los productores del maíz mexicano han realizado severas quejas y manifestaciones como respuesta a las importaciones indiscriminadas y por el precio tan bajo de la tonelada de maíz. A pesar de la caída de los precios en un 40%, el retiro de apoyos al cultivo y el aumento de las importaciones, el cultivo del maíz se ha mantenido estable, debido a los retos a los que los productores de maíz se han tenido que enfrentar para no seguir perdiendo.

Entre los impactos relacionados con el maíz, se encuentran aquellos sobre los suelos, mantos acuíferos, la salud humana (a propósito del maíz transgénico), plaguicidas y los recursos genéticos. Cabe destacar el caso de la erosión genética, ya que se ha presentado un desplazamiento del maíz que utiliza la variabilidad genética del grano como una parte central de su estrategia productiva. En México existen 41 tipos de maíz y cientos de variedades. Lo anterior convierte a México como un centro de biodiversidad genética de este grano. Por lo que el abandono en la producción de éste implica graves consecuencias para la permanencia del material genético, mismo que también puede ser determinante para la producción mundial[16].



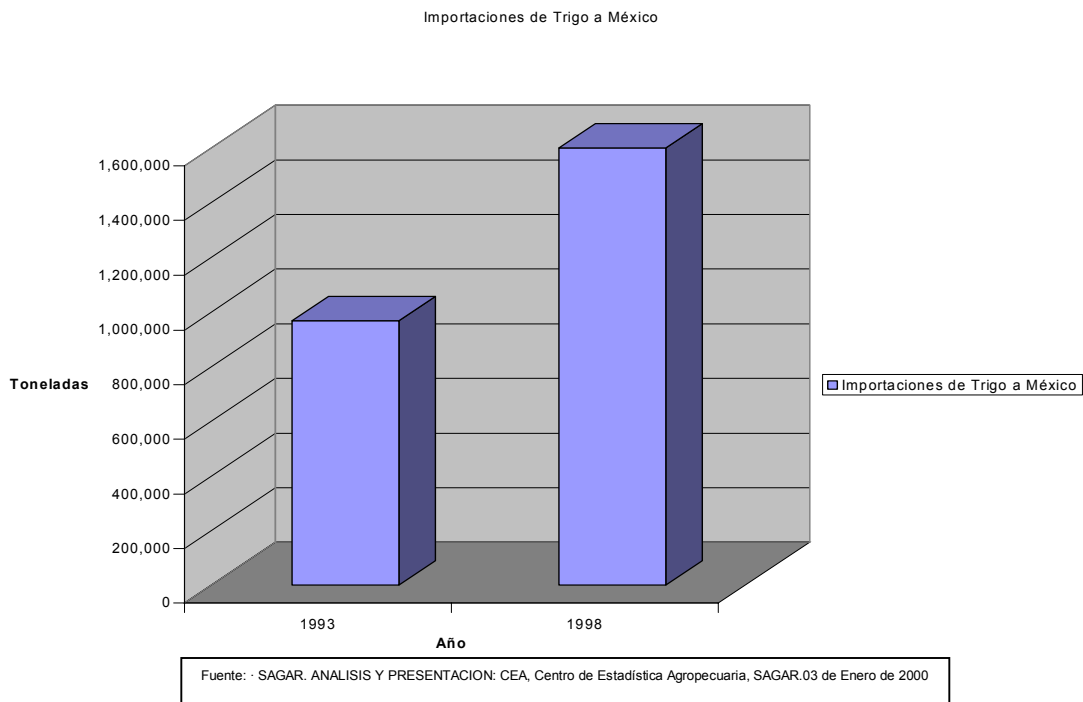
**Gráfica 6.** Importaciones mexicanas de maíz proveniente de Estados Unidos, 1994-1998

## El caso del Trigo

Bajo el TLCAN, los Estados Unidos eliminaron su tarifa a la importación de trigo proveniente de México en 1999. En correspondencia a esto, México eliminó, inmediatamente después de la entrada en vigor del tratado, el requerimiento de licencia de importación para el trigo y para el 2004 será eliminado el impuesto ad valorem de 15% para las importaciones de trigo norteamericano y canadiense. En el caso canadiense, este país eliminó su tarifa a la importación de trigo en 1998.

Las importaciones mexicanas de trigo totales y las provenientes de EU, disminuyeron en 1994 debido al favorable clima en México que resultó en una importante producción. Sin embargo los dos siguientes años, la sequía en el campo mexicano afectó a la producción nacional de trigo y provocó un *boom* en las importaciones de este producto. El trigo es uno de los productos más afectados con la entrada en vigor del TLCAN, según palabras del presidente de la Unión Nacional de Productores de Trigo, Rubén Duarte Corral, " los campesinos de México entero estamos atravesando el peor siniestro de la historia, pues desde la época posrevolucionaria el campo jamás había padecido una situación tan desesperante como la actual; sin comercializar los que produce, sin créditos y sin la mínima seguridad de obtener una utilidad"[17]. El líder de 800 mil trigueros afirma que el TLC "ha resultado sumamente negativo en lo que se refiere a la agricultura, al permitirse la importación indiscriminada de granos básicos, generando así un desaliento sistemático de la actividad y una grave dependencia alimentaria".

Los cambios en algunas políticas, incluidas aquellas asociadas con el TLCAN, contribuyeron al *boom* de las importaciones de trigo por parte de México en 1998, no obstante que la reducción de la tarifa no era muy significativa. El efecto indirecto del TLCAN en el área cultivada de trigo en México también contribuyó significativamente en el aumento de las importaciones. Las importaciones de trigo proveniente de EU a nuestro país han aumentado de 967,000 toneladas en 1993 a 1.6 millones de toneladas en 1998. Es decir, un aumento de alrededor 160% en sólo 5 años. Y el valor de esas importaciones fue de 143 millones en 1993 a 344 millones de dólares en 1996[18].



**Gráfica 7.** Importaciones mexicanas de trigo proveniente de Estados Unidos, 1993 y 1998.

#### 4. Conclusiones

El impacto del TLCAN en la agricultura es complejo porque incluye a perdedores y ganadores. La devaluación de 1994 de cierta manera coincidió con la firma del Tratado, lo que provocó artificialmente una mayor capacidad de los exportadores para poder penetrar con ventaja al mercado estadounidense. Sin embargo, los granos básicos son el sector más perjudicado por el TLCAN. Obviamente no puede culparse totalmente al TLCAN del efecto negativo sobre los granos básicos ya que también influyen factores coyunturales (clima, crisis económicas, legislación, etc.) y factores estructurales (rezagos históricos, sistemas políticos y económicos, cultura, etc.). El sector hortícola de México ha encontrado en el TLCAN la forma de crecer y desarrollarse. Así mismo ha encontrado en el mercado de EU el lugar casi perfecto para la demanda de sus productos. El TLCAN ha beneficiado más a los agricultores que cuentan con recursos porque tienen mayores posibilidades de realizar proyectos de exportación. En este sentido, se necesita un mayor apoyo al campesino y productor que carece de recursos económicos y tecnológicos, para poder pernear el beneficio del TLCAN hacia todo el país y que no se concentre en sólo unas zonas (Sinaloa, Sonora, etc.) y productos.

El TLCAN se inscribe como una parte de la política económica global de México, la cual todavía enfrenta resistencia para su implantación por diversos sectores de la población, derivado en parte porque los beneficios de la misma, al igual que los derivados del TLCAN, se han concentrado en una proporción muy reducida de la población. En este sentido, el Tratado precisaría reajustes para inducir una relación de mayor simetría entre sus integrantes. Para aminorar los efectos del TLCAN en la agricultura es necesario una política de Estado encaminada a resolver dichos efectos por diversos medios. Las consecuencias de no hacerlo son claras: no alcanzaremos la competitividad que necesitamos para el año 2008, cuando se liberaliza totalmente el comercio agrícola en el Tratado, y seamos, en gran medida, dependientes de las importaciones agrícolas provenientes de nuestros otros dos socios comerciales, principalmente de los Estados Unidos.

#### 5. Referencias

- [1] Arenas Reyes, Humberto (1996). "Evaluación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en el sector agrícola a dos años de su entrada en vigor". Universidad de Chapingo, México p. 43
- [2] Opalin, León (1999). "TLCAN: transición por completar". Ejecutivos de Finanzas. Noviembre 1 p. 26
- [3] Opalin, León (1999). "TLCAN: transición por completar". Ejecutivos de Finanzas. Noviembre 1 p. 26
- [4] Tzinia, Chellet (1999) "Favorece TLC exportación de hortalizas; hay excepciones". El Universal, Febrero 2 p. 7<sup>a</sup>
- [5] Mena, Yadira (1998). "Una nueva batalla". El Economista, Enero 14 p. 32
- [6] En línea: <http://www.jornada.unam.mx/1996/oct96/961030/tomate.html> Consultado el 28-04-01
- [7] US Agricultural Import – Exports. Foreign Agricultural Service. / USDA, 2000
- [8] FAS, Foreign Agricultural Service. USDA.-CEA, Centro de Estadística Agropecuaria, 2000 p. 23
- [9] SAGAR. ANALISIS Y PRESENTACION: CEA, Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR.03 de Enero de 2000 p. 4
- [10] USDA. "NAFTA Commodity Supplement" Marzo 2000 p. 76
- [11] USDA. "NAFTA Commodity Supplement" Marzo 2000 p. 76
- [12] USDA. "NAFTA Commodity Supplement" Marzo 2000 p. 56
- [13] En línea <http://maize.agron.iastate.edu> Consultado el 29-04-01
- [14] Infolatina, 2000.
- [15] Infolatina, 2000
- [16] La Jornada. 1999, 17 de Marzo p. 8
- [17] Correa, Guillermo. (1998) "El TLC debe renegociarse, dicen líderes campesinos: en cinco años desmanteló a la agricultura nacional". Proceso, 6 de Diciembre p. 34
- [18] USDA. "NAFTA Commodity Supplement" Marzo 2000 p. 46

# EL MERCADO INMOBILIARIO COMERCIAL EN EL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY

Alicia Angélica Guajardo Alatorre

El mercado inmobiliario es muy sensitivo a los cambios económicos, políticos y sociales, ya que éstos influyen directamente en los patrones de oferta y demanda, además tiende a responder a un patrón cíclico derivado de las condiciones de estabilidad, en contraposición a los períodos de inestabilidad política y económica. La presente investigación se centra sólo en el análisis del mercado inmobiliario comercial en el Area Metropolitana de Monterrey, asegurando para esto la introducción de temas clave como indicadores económicos, valores del suelo, oferta y demanda del sector comercial y financiamiento inmobiliario de este sector, evitando abordar el mercado industrial y el de oficinas para la metrópoli.

Las transacciones de los bienes inmuebles son privadas por naturaleza, "opacas", no tienen la misma visibilidad que transacciones en los mercados accionarios, el precio final es raramente publicado. Ante la escasez de investigación inmobiliaria actualizada y pública, este estudio presenta el comportamiento del mercado de renta de inmuebles comerciales con el apoyo de los valores de venta de terrenos en la metrópoli y una guía de valores para arrendamientos comerciales por corredor urbano. El trabajo pretende mostrar una geografía de los valores de renta para inmuebles comerciales localizados en los principales corredores del área metropolitana de Monterrey. También busca definir una serie de parámetros de valor actualizados al 2001 que puedan ser comparables para futuras investigaciones.

Palabras clave: mercado inmobiliario, bienes raíces, externalidades, transacciones, comercial

## 1. Introducción

La palabra mercado, del latín "mercatum", puede ser definida en múltiples formas, ya sea como la concurrencia de personas (compradores y vendedores) que desean intercambiar bienes y dinero; la contratación pública de mercancías en un sitio destinado al efecto y en días señalados; la región en la que cualquier bien puede ser vendido; o bien, el conjunto de mercancías que forman un mercado específico como el mercado de capitales [Ring y Dasso, 1977].

El mercado inmobiliario se refiere entonces al intercambio de bienes raíces y éste difiere de mercados tradicionales ya que presenta características únicas: en primer lugar, su carácter de localidad, los bienes raíces son inamovibles, afectan y se ven afectados por todo aquello que los rodea, su valor está condicionado entonces a ganancias positivas o negativas llamadas externalidades. Su valor también depende de su correcta localización temporal. En segundo lugar, como ya se comentó, las transacciones de estos bienes son privadas por naturaleza, "opacas". En tercer lugar, los bienes raíces no pueden ser estandarizados. Con relación a su localización cada desarrollo es único, ya que contiene características de terreno, accesibilidad y escrituración propias. Además, este mercado no obedece a ningún control que no sea local. La actividad inmobiliaria de una ciudad a otra varía y, no puede ser replicada. Se advierte que los bienes inmuebles debido a su tamaño y durabilidad, representan un peso elevado en las carteras de individuos, son indivisibles y tienen dificultad para adaptarse a la demanda, su gestación es larga y esto se traduce en inestabilidad y riesgo. Finalmente, el mercado inmobiliario es de naturaleza viscosa es decir, que incurre en altos costos de transacción. El mercado de los bienes raíces se fragmenta en mercados residenciales, comerciales, industriales, agrícolas y otros y éstos a su vez se reclasifican en submercados. [Achour, D. y Castañeda, G., 1992]

Arq. Alicia Angélica Guajardo Alatorre, MUP. Directora del Centro de Desarrollo Estratégico Metropolitano (CEDEM) del Centro de Estudios Estratégicos (CEE) del ITESM y profesora de Economía de Proyectos, Campus Monterrey. [aguajardo@itesm.mx](mailto:aguajardo@itesm.mx)

Indicadores Económicos: La inversión en el sector inmobiliario depende en gran medida de la operación del mercado y de la economía en general. De esta manera, el mercado inmobiliario considera riesgos no sólo de las condiciones propias de oferta y demanda sino que es sensible al riesgo general del país en que opera. Variables como cambios en la política monetaria, en el comportamiento del mercado y otros indicadores macroeconómicos, permiten conocer las posibilidades reales de crecimiento para el mercado inmobiliario o bien su contracción.

Las condiciones para el camino a la modernización de la economía mexicana estriban en erradicar la inflación de la fórmula [Elizondo, 2001]. La única manera de asegurar un crecimiento es a través de un incremento constante de la producción en un ambiente de poca inflación, un peso fortalecido y una balanza externa favorable. La perspectiva inmediata del Banco de México estriba en una mayor rigidez para lograr la meta de descenso en la inflación, esto a través del aumento al corto. Como es natural, las tasas de interés aumentan en respuesta a esta política. Las altas tasas activas bancarias no permiten se estimule el crédito, lo que frena el crecimiento y la inversión inmobiliaria a corto plazo.

Se podría decir que en México, las expectativas económicas se comportan de manera cíclica y en muchas ocasiones en directa coincidencia con cambios en el gobierno federal cada 6 años, lo que también ha afectado el desempeño inmobiliario. México ha tenido que sobrepasar muchos obstáculos a fin de obtener un crecimiento constante. Antes de 1970, la política de industrialización y sustitución de importaciones permitió el crecimiento, mismo que se vio reforzado por las grandes expectativas del período de auge petrolero durante la administración del Lic. José López Portillo, en el que se necesitó efectuar grandes inversiones para el desarrollo de infraestructura y permitió que se estimulara el crecimiento de tipo industrial y a su vez el crecimiento inmobiliario.

Después de la crisis de 1994 y durante el período de 1995-2000 se observó una clara recuperación económica con un aumento de 30.7% del producto interno bruto (PIB) y una reducción de la tasa de los certificados de la tesorería (ver figura 1). El Estado de Nuevo León fue uno de los más dinámicos en el país, ya que el crecimiento del PIB ascendió a 39.1% entre 1995 y 2000 situándose por encima del crecimiento promedio nacional. Este crecimiento económico permitió una reactivación del mercado inmobiliario de manera que el Area Metropolitana de Monterrey presentó un incremento en el número de establecimientos comerciales de 1993 a 1998 a pesar de la crisis de 1995, pasando de 49,470 a 52,971, esto mismo se reflejó en la variable de personal ocupado en el sector comercial que pasó de 192,269 a 234,926 en el mismo período (ver figuras 5 y 6).

Año	Inflación anual (%)	P B México (m illes de pesos de 1993)	Tipo de cambió real (pesos/dólar)	CETES	ED (Dólares)	ED Sector de la Construcción (Dólares)	P B Nvo. León (m illes de pesos de 1993)
1995	52.00	1,131,589,680	6.419	48.44	8,201,800,000	26,000,000	73,103,840
1996	27.70	1,189,738,130	7.599	31.39	7,662,300,000	25,500,000	76,669,200
1997	15.70	1,270,430,000	7.918	19.80	11,812,700,000	110,200,000	83,572,390
1998	18.60	1,331,595,930	9.136	24.76	7,612,000,000	65,400,000	89,535,890
1999	12.32	1,380,214,480	9.561	21.41	11,964,500,000	101,300,000	94,372,680
2000	8.96	1,479,497,200	9.456	14.72	12,451,600,000	43,200,000	101,688,958

Figura 1

Datos macroeconómicos de México y Nuevo León entre 1995 y 2000.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2001.

El crecimiento del mercado comercial es un claro indicador de progreso económico y fortaleza ya que indica que los espacios desarrollados para actividades del sector terciario, están siendo absorbidos por la demanda generando mayor actividad de consultorías, asesorías, desarrollos, restaurantes, hoteles, comercios y servicios similares. Desde junio de 2000, la economía norteamericana comenzó a presentar síntomas de desaceleración, lo anterior, aunado a la alza en la tasa de desempleo, el déficit comercial y un dólar débil frente a un euro fortalecido, se tradujeron en una menor capacidad de compra e intercambio que generó sus mayores efectos sobre aquellos países con mayor dependencia económica de este país, siendo México uno de ellos. En este sentido, la producción de México está intrínsecamente entrelazada a la estadounidense y más aún desde la entrada en vigor del TLCAN en 1994.

En el año 2000 el 88% de las exportaciones de México tuvieron como destino los Estados Unidos, los principales productos exportados son bienes manufacturados, cabe resaltar que la industria maquiladora contribuyó en ese año con el 47% del total de exportaciones de México. La desaceleración económica de los Estados Unidos ocurrida en el 2001 ocasionó que México registrara una caída en su Producto Interno Bruto de -0.3% en ese año, mientras que las exportaciones disminuyeron -4.8%. Durante cuatro trimestres consecutivos el PIB de México se contrajo (del segundo trimestre de 2001 al primer trimestre de 2002). El crecimiento esperado del PIB para el 2002 es de 1.7% según previsiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, sin embargo, el crecimiento acumulado al primer semestre fue nulo (ver figura 2). Nuevo León ha sido una de las entidades más afectadas por esta coyuntura económica, ya que cuenta con un importante número de empresas exportadoras, las cuales resintieron una baja en la demanda de sus productos. La baja actividad económica ha incidido en el mercado inmobiliario local presionando los precios – principalmente los de renta- de locales comerciales y casa-habitación a la baja.

Año	Crecimiento estimado PIB (%)	Crecimiento real PIB (%)	Inflación estimada (%)	Inflación registrada (%)
1999	3.0	3.7	13.0	12.32
2000	4.5	6.9	10.0	8.96
2001	4.5	-0.3	6.5	4.4
2002	1.7	0*	4.5	4.4**

Figura 2

Proyecciones económicas en México

Fuente: Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 1999, 2000 y 2001. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2001 y 2002. \* Al primer semestre de 2002; \*\*Inflación acumulada al mes de octubre de 2002

Es importante comentar que el Área Metropolitana de Monterrey ha iniciado un proceso de transición de una economía secundaria a una economía terciaria, siguiendo las tendencias mundiales observadas en Estados Unidos, Canadá y los países europeos, por lo que la necesidad de estudiar el comportamiento del mercado comercial inmobiliario es importante para conocer el impulso del proceso de terciarización que actualmente experimenta la metrópoli.

En específico, este trabajo presenta un análisis de la demanda del mercado comercial en Monterrey y su área metropolitana y un análisis de la oferta de espacios comerciales sobre corredores urbanos de la ciudad. No existe a la fecha un estudio de oferta comercial por corredores de esta magnitud, lo que hace de la investigación aquí presentada una oportunidad para la generación de políticas públicas que apoyen el buen desarrollo de la metrópoli en ese sector, y servirá como una guía para investigadores interesados en el tema, desarrolladores inmobiliarios, arquitectos y académicos en general, que desean contar con información de campo estructurada para la toma de decisiones acertada. El estudio presenta exclusivamente los valores de renta sobre las principales avenidas de la ciudad y se apoya la investigación con los valores del suelo de la metrópoli.

## 2. Metodología

El valor de un terreno actualmente se ve afectado por los planes de desarrollo urbano metropolitanos y los planes parciales municipales. Estos planes crean ventajas o desventajas de valor sobre la tierra y su precio se fija en el mercado con relación a estas expectativas. En otras palabras, que un terreno se localice en corredor comercial con posibilidades de densificación, generará una mayor plusvalía que cualquier otro ubicado en zonas no especiales para el desarrollo. Por densificación entendemos un alto porcentaje de desplante sobre el predio y alto porcentaje de construcción con relación a su área, así como altos coeficientes de ocupación del suelo (COS) y de utilización del suelo (CUS).

Conocer el “valor” de un terreno a través de la valuación es esencial si se desea: tratar y determinar la oportunidad de las ofertas de compra-venta; *las propuestas de rentas*; verificar las herencias de propiedad, donaciones y permutas; entender hipotecas, valores de seguros, pagos de daños; conocer la aportación de negocios en proyectos de desarrollo urbano, remodelación y en actividades relacionadas a la construcción, subdivisión y/o administración del desarrollo inmobiliario.



En un sentido “catastral” la valuación es necesaria para efectos de “cobro justo” de impuestos, así como para efectos de “pago justo” de propiedades en caso de expropiación.

El valor del suelo presentado en esta investigación se determinó con base al levantamiento catastral generado en 1993 por la Secretaría de Finanzas y Tesorería General del Estado de Nuevo León, Subsecretaría de Ingresos, 2000; este valor catastral levantado en pesos corrientes de 1993 fue convertido a dólares de acuerdo al tipo de cambio de 1993 de 3.10 pesos/dólar para la definición de los rangos de valores en dólares/m<sup>2</sup>. Para la actualización de estos valores al 2000, se utilizó la misma base de datos de 1993 y tipo de cambio a 9.60 pesos/dólar en el año 2000 obteniéndose promedios por colonia y comparando estos precios con el *Mosaico de Valores* de la tierra realizado por la Asociación de Profesionales Inmobiliarios (AMPI) para el 2000. Observándose que los valores de 1993 al 2000 en dólares y en promedios por colonia no variaron de manera significativa.

Para conocer la evolución de la demanda del mercado comercial se utilizó como variable proxy el número de establecimientos comerciales y el personal ocupado en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) en las categorías de *Comercio al por mayor (61)*, *Comercio al por menor (62)*, *Restaurantes y Hoteles (93)*, *Servicios de esparcimiento culturales, culturales, recreativos y deportivos (94)* y *Servicios relacionados con agricultura, ganadería, transporte y comercio (97)* clasificadas de esta manera por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en los Censos económicos de 1999. Es importante resaltar que algunas de las variables no forman parte de la demanda comercial en su totalidad como es el caso de la categoría número 97; sin embargo, por efecto de considerar usos de tipo comercial se incluyó en el estudio ya que no es posible efectuar una desagregación mayor a nivel municipal de acuerdo con lo reportado por INEGI.

En lo que respecta al estudio de la oferta comercial por no contar con información oficial (municipal, estatal o federal), se utilizó el Programa de Modernización Catastral 1993 que, a través de un programa especializado de cartografía (Arc-view) presentó las concentraciones de locales comerciales y permitió determinar de esta manera los principales corredores comerciales de la ciudad. En el AMM existen 47,171 comercios que representan un área de 29,942,554.45 m<sup>2</sup> concentrados sobre 403 avenidas principales que representan el 60% de esta actividad medida en área. Tomando en consideración el principio de eficiencia de Pareto, para el estudio del mercado comercial en Monterrey se definió un total de 40 corredores estratégicos en la ciudad que corresponden a 13,491,790.46 m<sup>2</sup>, lo que representa un 40% del total de la superficie comercial en el AMM. La investigación utilizó entonces, 1,500 observaciones de campo de un universo de 18,868 locales comerciales (8% del total) ubicados en los corredores de mayor concentración de acuerdo al Programa de Modernización Catastral 1993, y al Programa de Mercados Inmobiliarios en San Pedro Garza, García. Balance y Perspectivas, 1998. Se diseñó una encuesta que recabó la información de éstas 1,500 observaciones con elementos relacionados a las condiciones de la propiedad en materia de servicios, urbanización, servicios de apoyo, diagrama de localización, tamaño y valores de renta.

### 3. Resultados y Discusión

**El Valor del Suelo.** El mercado inmobiliario del Área Metropolitana de Monterrey es uno de los más dinámicos en el contexto nacional debido a la solidez económica de la urbe. El valor del suelo experimenta valores para terrenos a partir de 5 y hasta 2,000 dólares/m<sup>2</sup> siendo las áreas suburbanas las que tienen menor valor desde 10 a 100 dólares. A medida que se va adentrando a la ciudad y que la infraestructura está completa, los valores pueden alcanzar hasta 2,000 dólares, en particular en San Pedro Garza García. Debido al crecimiento económico registrado en los últimos años, el precio en general de los terrenos y casas se ha incrementado de manera sensible, lo que ha generado importantes dividendos para aquellas personas poseedoras de bienes raíces, siendo estos una buena opción de inversión en tanto que genera plusvalía. (Ver figuras 3 y 4)

En Monterrey, como en la mayoría de las metrópolis del mundo, el valor de la tierra se incrementa a medida que nos acercamos a su centro y hay mayor acceso a la infraestructura, equipamiento y los servicios. El valor de los terrenos responde entonces correctamente al grado de infraestructura que lo rodea. De esta manera los terrenos a 20 kilómetros del centro presentan valores bajos, de 5 a 20 dólares, a diferencia de los terrenos localizados anexos a la Macroplaza o a equipamientos importantes que pueden alcanzar hasta los 2,000 dólares/m<sup>2</sup>. En conclusión, las

zonas periféricas rurales o suburbanas presentan valores menores a las totalmente urbanas, con excepción de zonas deprimidas en el centro metropolitano y suburbanas de alto valor.

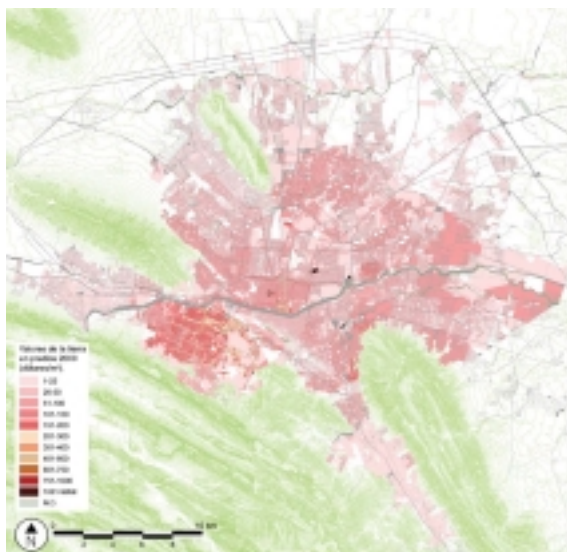


Figura 3

Valores de la tierra en predios en el AMM 1993.

Fuente: Secretaría de Finanzas y Tesorería General del Estado de Nuevo León, Subsecretaría de Ingresos, 2000; Dirección General de CATASTRO, 2000.

Elaborado por CEDEM. Nota: cálculo a dólares con base en tipo de cambio a \$3.10 de 1993.

Monterrey cuenta con zonas centrales de alta plusvalía como las ubicadas alrededor de la Macroplaza que incluye la zona hotelera y equipamientos importantes (Plaza Morelos, la Plaza Hidalgo, los Palacios de Gobierno Municipal y Estatal, los museos, el Teatro de la Ciudad, el Banco Mercantil, el Casino Monterrey y los edificios gubernamentales), condiciones que hacen de esta zona la más alta en sus valores de terrenos.



Figura 4

Valores de la tierra catastral en colonias en el AMM 2000.

Fuente: Secretaría de Finanzas y Tesorería General del Estado de Nuevo León, Subsecretaría de Ingresos, 2000; Dirección General de CATASTRO, 2000.

Elaborado por CEDEM.

Nota: Cálculo en base a valor predial de 1993 y tipo de cambio (dólar) a \$9.60 en el año 2000.

El Distrito Central Metropolitano presenta una importante zona deprimida en cuando a su valor, específicamente el área situada entre M.M. del Llano a Madero y de Félix U. Gómez a Zuazua. En esta zona se presentan valores con rangos de 100 a 200 dólares/m<sup>2</sup>. En condiciones similares se encuentra el área comprendida entre las calles 5 y 15 de Mayo de Pino Suárez a Venustiano Carranza. Ambas zonas han experimentado una falta de programas de renovación urbana. Esta

situación representa una debilidad en tanto que es un síntoma de la decadencia de importantes zonas del centro metropolitano, lo que evidencia la falta de promoción de un desarrollo urbano armónico.

**El Mercado Comercial (Demanda):** El sector comercial destaca por su crecimiento del número de establecimientos y empleos en el AMM desde 1985 a 1998. El sector con mayor participación es el de comercio al por menor, que tuvo un crecimiento del 101.87%, un promedio del 5.55% anual. El sector más dinámico fue el de servicios relacionados con la agricultura, ganadería, transporte y comercio con un crecimiento del 17,850%, seguido por el sector de comercio al mayoreo y restaurantes y hoteles, con crecimientos del 175.74% y 106.49%, respectivamente (ver figura 5).

Sector comercial	1985	1988	1993	1998	Cambio 85-98 (%)
97 Servicios relacionados con agricultura, ganadería, transporte y comercio	6	382	647	1,077	17,850.00
94 Servicios de esparcimiento, culturales, recreativos y deportivos	542	436	1,133	1,045	92.80
61 Comercio al por mayor	2,160	2,461	4,829	5,956	175.74
93 Restaurantes y hoteles	2,652	2,846	4,662	5,476	106.49
62 Comercio al por menor	19,526	23,322	38,199	39,417	101.87
Total	24,886	29,447	49,470	52,971	112.85

Figura 5  
Establecimientos comerciales en el AMM.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1999. Elaborado por CEDEM.

En cuanto a personal ocupado, todos los sectores del comercio presentaron un crecimiento importante por encima del 90% de 1985 a 1998 que implica un escenario optimista para el desarrollo comercial (ver figura 6).

Sector comercial	1985	1988	1993	1998	Cambio 85-98 (%)
97 Servicios relacionados con agricultura, ganadería, transporte y comercio	118	3,325	4,865	8,326	6,955.93
94 Servicios de esparcimiento, culturales, recreativos y deportivos	4,166	5,546	6,882	8,326	99.86
61 Comercio al por mayor	25,249	30,977	49,745	65,488	159.37
93 Restaurantes y hoteles	14,928	15,861	27,794	31,277	109.52
62 Comercio al por menor	63,789	71,050	102,983	121,509	90.49
Total	108,250	126,759	192,269	234,926	117.02

Figura 6  
Personal ocupado del sector comercial en el AMM.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1999. Elaborado por CEDEM.

Si nos adentramos a la plataforma local podremos observar que los Municipios de Apodaca, Escobedo y Santa Catarina son los más dinámicos con relación a sus tasas de crecimiento de 1988 a 1998, seguidos por San Pedro, San Nicolás, Guadalupe y con mucho menor crecimiento Juárez, García y Monterrey (ver figura 7).

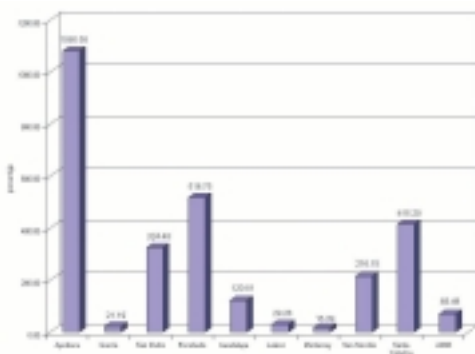


Figura 7  
Crecimiento total del valor agregado del sector comercial por municipio del AMM de 1988-1998.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1999. Elaborado por CEDEM.

**El Mercado Comercial (Oferta):** Es difícil otorgar un valor promedio de renta para un corredor que presenta características físicas similares, pero que responden a usos de suelo y condiciones contextuales diferentes. No hay que perder de vista que el valor lo determina finalmente el mercado, como consecuencia de las características específicas. Sin embargo el valor del corredor en promedio nos permite identificar las áreas comerciales de mayor plusvalía en el AMM.

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos decir que los corredores comerciales del sur del AMM, tales como Eugenio Garza Sada, Revolución y Lázaro Cárdenas presentan en promedio valores de renta que oscilan de 10 a 18 dólares/m<sup>2</sup>/mes. Los tres corredores sirven de distribuidores viales para el tráfico que proviene desde y hacia La Carretera Nacional, sin embargo sus características son diferentes. La avenida Revolución permite el tránsito de vehículos de carga y el tipo de establecimientos de este corredor tiende a responder a este flujo, con precios de renta menores a los que podemos encontrar en Eugenio Garza Sada, que por restricciones de pesos y medidas crea un ambiente comercial orientado al menudeo. Además, en este último corredor existen centros de equipamiento educativo y comercial (centros comerciales o tiendas ancla) que promueven los valores a la alza conforme la cercanía de los terrenos a estos puntos, tal es el caso de los predios anexos al Tecnológico de Monterrey y los inmediatos al cruce Garza Sada y Alfonso Reyes, última que conecta Lázaro Cárdenas con Revolución (ver figura 8).



Figura 8  
 Valores de renta en corredores comerciales en el AMM 2001.  
 Fuente: Centro de Desarrollo Estratégico Metropolitano (CEDEM), 2001a. Elaborado por CEDEM.  
 Nota: calculo a dólares con base en tipo de cambio a \$9.51 del 2001.

La avenida Revolución presenta valores más altos que otros corredores similares de Monterrey y la razón estriba en su localización especial entre zonas residenciales de nivel medio y medio alto, como son las Colonias Contry. Por último, Lázaro Cárdenas presenta una mezcla de comercios dispares que no permiten un análisis certero de valor en todo el corredor, sólo en aquellas zonas cuyo desarrollo ha sido planeado. De esta forma, podemos observar mayores valores de renta comercial a medida que se acerca a la zona de Valle Oriente.

Al realizar el análisis por zonas puede observarse lo siguiente. La zona Centro cuenta con los siguientes corredores comerciales importantes: el par vial Pino Suárez-Cuauhtémoc, Juárez, los corredores Madero y Colón, Gonzalitos, Félix U. Gómez, Pablo A. De la Garza, Simón Bolívar y los principios de Universidad y Bernardo Reyes. Todos ellos ubicados entre 5 y 20 dólares/m<sup>2</sup>/mes en rentas, lo que indica nuevamente la disparidad de las zonas centrales de la Ciudad (ver figura 8). El par vial Pino Suárez-Cuauhtémoc presenta mayores valores a medida que se acerca a Colón. Son

avenidas con carácter comercial al menudeo y albergan tiendas de especialidades, restaurantes, cines, y hoteles. Sus valores se encarecen en la medida de su proximidad a algún equipamiento, tal como la Alameda, y Centros de Salud como la Clínica Oca, y el Hospital del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). La avenida Juárez es la principal arteria comercial central de Monterrey. Con ventas al mayoreo y menudeo, este corredor presenta una gran afluencia peatonal y de tráfico particular y colectivo. Sus valores se ubican en general altos y alrededor de los 15 dólares/m<sup>2</sup>/mes de rentas. El par vial Madero-Colón, va aumentando su valor a medida que se acerca a la perpendicular de Gonzalitos de 2 a 8 dólares/m<sup>2</sup>/mes, donde se localizan comercios medianos orientados a la industria de la construcción (ver figura 8).

La avenida Gonzalitos es uno de los corredores comerciales más importantes de Monterrey con gran afluencia vehicular. Sus valores se incrementan a medida que los predios se acercan a Constitución alcanzando promedios de 9 dólares/m<sup>2</sup>/mes y en su intersección con Bernardo Reyes sus valores son en promedio de 6 dólares/m<sup>2</sup>/mes. Una zona de gran actividad comercial es la localizada anexa a Galerías Monterrey. Por otro lado, la avenida Félix U. Gómez presenta una mezcla de usos de suelo cuya renovación urbana ha sido escasa, sus valores de renta mensual aumentan a medida que se acerca a Colón y la renta oscila entre 6 a 13 dólares/m<sup>2</sup>/mes. Mientras que, Pablo A. De la Garza presenta un uso de suelo homogéneo hacia la venta de refacciones, la renta mensual promedio de este corredor se ubica entre los 4 y 6 dólares. Simón Bolívar, con comercios pequeños, presenta un valor promedio de corredor de 6 dólares de renta por mes. Finalmente, esta zona central incluye también los inicios de Universidad y Bernardo Reyes con valores de 8 a 10 y de 2 a 4 dólares/m<sup>2</sup>/mes respectivamente e incluyen su conexión hacia el norte del AMM facilitando el acceso al centro (ver figura 8).

Con la excepción de San Pedro Garza García, que será analizado más adelante, el resto de los corredores del AMM se destacan por tener rentas que oscilan de los 3 a los 10 dólares/m<sup>2</sup>/mes. Entre ellos podemos mencionar Díaz Ordaz, Paseo de los Leones, Lincoln, Manuel L. Barragán, Universidad, Adolfo Ruiz Cortines, Benito Juárez, y Eloy Cavazos, entre otros. Hacia el poniente, Paseo de los Leones, de 9 carriles, presenta valores desde 8 a 12 dólares, éstos se ven incrementados a medida que los locales se aproximan a Cumbres sexto sector, y en cercanía de los centros comerciales. La avenida Universidad es un corredor que por su alto tráfico, como arteria de conexión hacia el norte del AMM, permite el desarrollo comercial de todo tipo. Su suelo urbano variado, alberga empresas, universidades, tiendas de autodescuento, equipamientos deportivos, hoteles y hasta pequeños comercios. Sus precios de renta mayormente oscilan entre 8 y 10 dólares/m<sup>2</sup>/mes. La avenida Adolfo Ruiz Cortines que inicia en Gonzalitos y finaliza con la Miguel Alemán, de 6 carriles, sin camellón central, presenta una serie de negocios comerciales, principalmente talleres, refaccionarias, y locales de reparación de aparatos eléctricos, su renta promedio se ubica de 4 a 6 dólares/m<sup>2</sup>/mes, muy inferior a lo que se puede observar en Universidad. La razón estriba en el tipo de negocios orientados hacia servicios, la antigüedad de la zona, la baja calidad de las edificaciones y la localización lejana de las nuevas zonas residenciales. Hacia el oriente del AMM, la avenida Benito Juárez ubica sus valores de 2 a 6 dólares/m<sup>2</sup>/mes, el corredor no ha experimentado renovaciones y las fachadas de las edificaciones están en pleno descuido, existe una marcada falta de estacionamientos y todo esto se refleja en los bajos valores de renta siendo los más bajos los de aquellos locales cercanos a la Y griega. Este corredor presenta primero locales pequeños, bodegas y edificaciones antiguas en su sección paralela al metro, después y en la salida a Reynosa, los giros comerciales son de servicios para automóviles (ver figura 8).

La zona de San Pedro presenta los valores más altos del AMM. Entre los corredores de mayor importancia se encuentran: Lázaro Cárdenas-Sección Valle Oriente, Vasconcelos, Gómez Morín, Calzada San Pedro, Calzada del Valle, Humberto Lobo, "El Centrito" y el centro de San Pedro. De esta manera, Lázaro Cárdenas presenta rentas de 16 dólares/m<sup>2</sup>/mes y conecta con el corredor de Vasconcelos III con valores de hasta 24 dólares, uno de los más altos de la ciudad. Sin embargo, Vasconcelos originalmente de 6 carriles se acorta a 4 después de su cruce con Gómez Morín y sus valores de renta bajan a 14 y 7 dólares a medida que se acerca al casco antiguo de San Pedro. La avenida Gómez Morín muestra valores similares a Lázaro Cárdenas llegando en promedio a los 16 dólares. Otras tres avenidas especiales para este municipio en relación a la localización de los comercios son: Calzada del Valle de 17 dólares, calzada San Pedro de 11 dólares en promedio, y Humberto Lobo de 12 dólares/m<sup>2</sup>/mes. "El Centrito" del Valle así mismo ofrece opciones de renta a 13 dólares/m<sup>2</sup>/mes en locales comerciales y oficinas (ver figura 9).

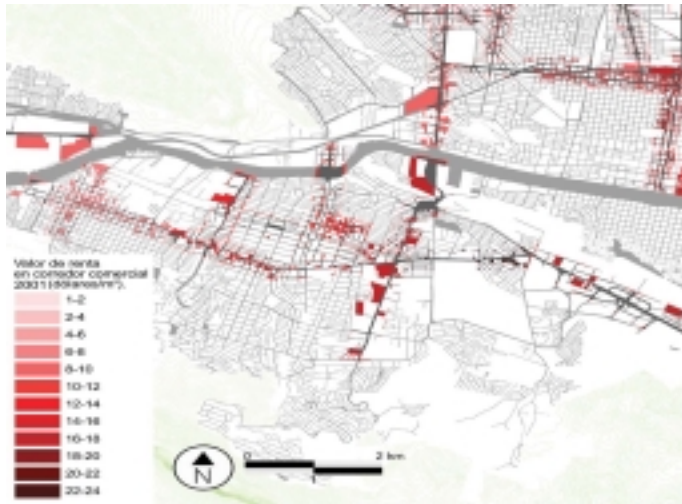


Figura 9

Valores de renta en predios comerciales en San Pedro.

Fuente: Centro de Desarrollo Estratégico Metropolitano (CEDEM), 2001a; Secretaría de Finanzas y Tesorería general del Estado de Nuevo León, Subsecretaría de Ingresos, 2000; Dirección General de CATASTRO, 2000; Secretaría de Finanzas y Tesorería de San Pedro, 2000. Elaborado por CEDEM.

Nota: Cálculo a dólares con base en tipo de cambio a \$9.51 de 2001.

Debido a la falta de información del precio de renta de corredores comerciales en otras metrópolis nacionales e internacionales, se tomarán como referencia los valores de renta de oficinas en otras ciudades con fines meramente comparativos. Los valores de renta de oficinas ejecutivas por metro cuadrado en Monterrey son relativamente altos si los comparamos lo que se paga en ciudades como Los Ángeles, Dallas, Chicago y Montreal. El precio promedio de renta se ubicó en 1999 en 17.52 dólares/m<sup>2</sup>/mes mientras que en la metrópoli francófona de Canadá fue de 9.13, en la urbe californiana \$ 11.36, en Dallas \$ 11.60 y en Chicago \$ 17.43.

#### 4. Conclusiones

El papel de las ciudades en la era de la globalización se vuelve vital pues éstas se convierten en los nodos conectores del sistema económico mundial. Las grandes urbes acentuarán su especialización en el área de los servicios y el comercio. Es previsible que esto ocurra con el Área Metropolitana de Monterrey, la cual continuará consolidándose como el más importante centro comercial de la región Noreste. Por tanto, la demanda por desarrollos comerciales seguirá creciendo, lo que tendrá un impacto en el mercado inmobiliario.

El mercado inmobiliario del AMM es uno de los más dinámicos en el contexto nacional debido a la solidez económica de la urbe. El valor del suelo experimenta valores para terrenos a partir de 5 y hasta 2,000 dólares/m<sup>2</sup> siendo las áreas suburbanas las que tienen menor valor, a medida que se va adentrando a la ciudad y que la infraestructura está completa, los valores pueden alcanzar hasta 2,000 dólares. El Distrito Central Metropolitano presenta una importante zona deprimida en cuanto a su valor debido a una falta de programas de renovación urbana.

El sector comercial del Área Metropolitana de Monterrey ha experimentado un crecimiento del número de establecimientos al pasar de 24,886 a 52,971 locales comerciales de 1985 a 1998, lo que se vio reflejado en un aumento del personal ocupado de 108,250 a 234,926 trabajadores. En este renglón se engloban actividades tales como comercio al por mayor, al por menor, restaurantes y hoteles, servicios de esparcimiento, entre otros. Tal dinámica implica un escenario optimista para el desarrollo comercial. Es probable que este crecimiento haya impulsado la generación de proyectos inmobiliarios como el de Valle Oriente y el Proyecto Santa Lucía. La oferta ha respondido a tan elevada demanda, lo que ha permitido la consolidación de importantes corredores comerciales como el eje Pino Suárez-Cuauhtémoc y las Avenidas Gonzalitos, Juárez, Colón, Madero, Félix U. Gómez,

Eugenio Garza Sada, Revolución, Lázaro Cárdenas, todos en el municipio de Monterrey; Vasconcelos, Calzada San Pedro y Calzada del Valle en San Pedro; las Avenidas Universidad y Barragán en San Nicolás así como Benito Juárez y Eloy Cavazos en el Municipio de Guadalupe. Debido al auge económico de la metrópoli regiomontana es de esperarse que se siga presentando una dinámica favorable en el sector, lo que constituye una fortaleza en tanto que representa claras oportunidades para los desarrolladores inmobiliarios que atienden este giro.

El presente estudio se centró en analizar la oferta comercial de 40 corredores estratégicos en los cuales se ubica al 40% del total de la superficie comercial reportada por el Programa de Modernización Catastral en 1993. El valor varía a la alza en razón de la localización de un equipamiento importante o tienda ancla o a la baja como resultado de su proximidad a alguna externalidad negativa como un basurero municipal, cementerio y otros. En general, Monterrey cuenta con espacios comerciales suficientes para el acomodo de establecimientos de este giro sobre corredores cuyos precios pueden variar de 3 a 22 dólares/m<sup>2</sup>/mes en rentas. Los corredores ubicados en el Municipio de San Pedro, la zona sur de Monterrey y parte de los corredores centrales metropolitanos tienden a presentar valores altos, entre 10 y 22 dólares/m<sup>2</sup>/mes en comparación con el resto de los corredores del AMM que se ubican de 3 a 10 dólares. Por otro lado, las áreas centrales de Monterrey presentan corredores comerciales importantes con una disparidad en sus alquileres que van de los 5 a los 20 dólares/m<sup>2</sup>/mes.

La continuidad en la investigación es un factor clave para determinar frecuencias de cambio en el comportamiento de inversiones y valores adjudicados a éstas, sólo a través del análisis consecutivo se podrán obtener mayores precisiones para la toma adecuada de decisiones.

## 5. Referencias

- (1) Ring, A. , y Dasso, J. (1977). Real estate, principles and practices (8a. ed). NJ, United States: Prentice-Hall Inc.
- (2) Achour, D., y Castañeda, G. (1992). Bienes raíces, con aplicaciones a la economía mexicana (1a. ed.). México, D.F.: Editorial LIMUSA, Noriega Editores.Elizondo, E. (2001).
- (3) Condiciones para la modernización de la economía mexicana. Sesión presentada para el V Foro Inmobiliario de Bienes Raíces, Monterrey, México.
- (4) Banco de Información Económica (BIE): Indicadores económicos de coyuntura [Base de datos electrónica]. (2001). Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) [Productor y distribuidor].
- (5) Banco de México (BANXICO). (2001). Base de datos electrónica. Información financiera y económica. Resultados de encuestas. Encuesta de coyuntura del mercado crediticio [En línea]. Disponible: <http://www.banxico.org.mx>
- (6) Bando Nacional de México (BANAMEX). (1998). Estudios económicos y socio políticos de México. Economía urbana [En línea]. Disponible en: <http://www.banamex.com>
- (7) Barrett, G. (1982). How to conduct and analyze real estate market and feasibility studies. New York, United States: Van Nostrand Reinhold Company.
- (8) Bolsa Mexicana de Valores (BMV). (2000). Informe anual de la Bolsa Mexicana de Valores [En línea]. Disponible: <http://www.bmv.com.mx/bmv/informe/bmv.html>
- (9) Centro de Desarrollo Estratégico Metropolitano (CEDEM). (2001a). [Investigación de campo sobre corredores comerciales localizados en el Área Metropolitana de Monterrey y sus características]. Datos en bruto no publicados.
- (10) Dirección General de CATASTRO. (2000). Información CATASTRAL del Área Metropolitana de Monterrey. Información no publicada.
- (11) Dobner , H. (1981). CATASTRO, Conceptos, técnicas, avances, sistemas y aplicaciones. (1a. ed.). México, D.F.: Editorial Concepto, S.A.
- (12) Garza, E. (2000, 9 de noviembre). Comercialización de los bienes adjudicados del IPAB. ITESM Conferencia.
- (13) González, D. (2001b, 23 de septiembre). Crédito hipotecario a tasas fijas. El Norte, p. 1F.
- (14) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (1999). XV Censo industrial, XI Censo comercial y XI Censo de servicios. Censo económicos 1999 Nuevo León. Aguascalientes, México: Autor.
- (15) Maisel, S. (1965). Financing real estate, principles and practices. (8a. ed). Berkeley, US: McGraw-Hill Book Co.
- (16) Mayoral, I. (2000, 10 de octubre). El gobierno, principal beneficiado por la BMV. El Financiero, p. 4.
- (17) Negrin, J. (2001). Mecanismos para compartir información crediticia. El trimestre económico, 68 (3) 405-440.
- (18) Ring, A. (1972). Real estate, principles and practices (7a. ed). New Jersey, United States: Prentice-Hall Inc.
- (19) Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). (1999). Criterios generales de la política económica para el año 2000 [En línea]. Disponible: <http://www.shcp.gob.mx/index01.html>
- (20) Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). (2000). Criterios generales de la política económica para el año 2001 [En línea]. Disponible: <http://www.shcp.gob.mx/index01.html>
- (21) Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). (2001). Informe mensual de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de julio de 2001 [En línea]. Disponible: <http://www.shcp.gob.mx/index01.html>
- (22) Secretaría de Finanzas y Tesorería General del Estado de Nuevo León, Subsecretaría de Ingresos. (2000). Información CATASTRAL del Área Metropolitana de Monterrey. Información no publicada.
- (23) Secretaría de Finanzas y Tesorería de Apodaca, Escobedo, Monterrey, San Nicolás, San Pedro, Santa Catarina. (2000). Información CATASTRAL de los Municipios. Información no publicada.

- (24) Treviño, M. (2001). Encuesta aplicada a la coordinadora de la Dirección de CATASTRO sobre el tema inmobiliario en el Área Metropolitana de Monterrey. Sin publicación.
- (25) Ventolo, W., y Williams, M. (1997). Técnica del avalúo inmobiliario. Chicago, EUA: Real Estate Education Co.
- (26) World Development Indicators. (2000). Indicadores económicos [CD-ROM]. Washington, D.C.: Banco Mundial (BM) [Productor y distribuidor].



# **\*ANÁLISIS DEL SECTOR ELÉCTRICO DE MÉXICO A LA LUZ DE LOS CAMBIOS INTERNACIONALES DE MERCADO Y REGULACIÓN**

**Alejandro Ibarra Yúnez  
EGADE  
ITESM-Monterrey**

## **RESUMEN**

Muchos países, desarrollados y en desarrollo, han internalizado el cambio de visión del sector eléctrico, de monopolio perteneciente al estado, a sector estratégico con inversión y tecnología privadas en esquemas de mercado desagregado tanto vertical como horizontalmente. Los retos sobre la reestructuración de este sector en economías abiertas y el papel gubernamental como regulador, han dado por resultado una gama de opciones políticas viables. Sin embargo, el presente estudio ofrece conclusiones alternativas de primero y segundo óptimo para México a la luz de reestructuras de mercado y cambios regulatorios en otras economías, donde dado el contexto mexicano de 2001 y el futuro previsible, se evalúan las acciones propuestas de gobierno.

**Palabras clave:** Electricidad, Cambio Regulatorio, Privatización, México.

## **INTRODUCCIÓN**

El gobierno de México inició un proceso de reestructuración y privatizaciones desde la mitad de la década de los ochenta. De más de tres mil empresas paraestatales en todas las esferas de la actividad económica en 1985, para 1991 se habían desregulado, desinvertido, liquidado o privatizado la mayoría de ellas. Por el monto de ingresos generados para el gobierno en todo el proceso, podría decirse que existió una ola privatizadora que llegó a un punto máximo en 1991, para luego ceder en su dinámica (Rogozinski 1997). México siguió la estrategia de otros países del mundo, que encontraron beneficios en general, de sus procesos de reestructura de gobiernos, pero donde la evidencia en desempeño económico y cobertura de mercado, fue mezclada. En dicho período, hubo un aprendizaje de todos los agentes económicos, de que una privatización sin un adecuado y moderno ajuste regulatorio, reditúa en desempeños sub-óptimos de eficiencia económica de las empresas privatizadas o reestructuradas, así como el deterioro de la relación entre el sector privado y el sector público; asimismo, los resultados en cobertura, precio y acceso para consumidores son poco visibles y pueden crear insatisfacción para los últimos usuarios del proceso.

Mientras otros países enfrentaban con gran dinamismo la reestructura y liberalización de su infraestructura, especialmente el sector energético-eléctrico, México permaneció inmóvil hasta 1999. Tanto el ciclo económico que inició un período de expansión entre 1997 y 2000, como el notorio rezago productivo de la oferta de insumos energéticos como combustibles fósiles, de gas y finalmente de la propia energía eléctrica de calidad, a precios competitivos y suficiente para hacer frente a los requerimientos proyectados de demanda, han llevado al gobierno mexicano a enfrentar la reestructuración del sector eléctrico para hacer frente a la proyección de la demanda ante la apertura económica y a precios competitivos. Las autoridades han estimado las necesidades de inversión en el sector de explotación de gas, en US\$37 miles de millones, mientras que para el sector eléctrico en total, se han estimado las necesidades de inversión entre US\$ 55 y \$75 miles de millones, para hacer frente satisfactorio, a la demanda y la competitividad de la infraestructura del país. Asimismo, es evidente que dichos flujos de inversión no podrán emanar de recursos públicos, sino de origen privado, tanto nacional como del exterior.

Sin embargo, la primera propuesta integral de reformas, elaborada en 1999 por el gobierno del Pres. Zedillo y las subsecuentes en la nueva administración del Pres. Fox (2000,

---

\* Reporte de avance, a abril 9, 2002. El autor agradece a la EGADE y al ITESM por su apoyo especial para el presente proyecto: Fondo Proyectos de Investigación EGADE enero 2002. Comentarios dirigílos al autor, [aibarra@campus.mty.itesm.mx](mailto:aibarra@campus.mty.itesm.mx).

2002) y partidos políticos (Partido Verde Ecologista 2001, PAN 2002), han enfrentado rechazos políticos y discusiones no técnicas o sustentadas en el análisis económico, institucional y regulatorio, tanto en el contexto de eficiencia, como a la luz del marco de referencia internacional. El presente estudio intenta abordar estos aspectos para ofrecer un marco adecuado de análisis y de evaluación de las políticas de reforma alternativas.

El estudio está organizado de la siguiente manera: En la segunda parte se analiza la evolución y el desarrollo del mercado eléctrico y reformas recientes en el mundo. La tercera sección profundiza sobre la experiencia mexicana del desarrollo del sector y los retos y oportunidades en el futuro previsible. En la cuarta parte se presentan las bases teóricas del cambio regulatorio al sector eléctrico, siguiendo un enfoque económico, para concluir sobre qué elementos deben considerarse para anticipar los resultados de las reformas en ciernes.

## **DESARROLLO DEL MERCADO ELECTRICO Y REFORMAS RECIENTES.**

De acuerdo con el Departamento de Energía de los EUA (DOE, EIA 1998), la electricidad es la industria más intensiva en capital, la cual para poder cubrir las proyecciones de energía del futuro, requerirá de gastos de unos US\$2.3 trillones en el período 1995-2010. Dos terceras partes tendrán que asignarse a los países en desarrollo, cuyo crecimiento de demanda es mucho mayor que en economías desarrolladas. De ellos, Asia del Sur y América Latina presentan los mayores crecimientos y necesidades. El DOE estima en unos US\$108 miles de millones los requerimientos de inversión en América Latina para el año 2010.

Muchos países en desarrollo ya enfrentan restricciones de oferta, tales como Brasil, China, Filipinas, India, Indonesia, Irán, Malasia, o Pakistán. Sus gobiernos han planteado la urgencia de atraer capital nacional y externo para enfrentar el reto ante la insuficiencia de recursos públicos directos para fomentar el crecimiento del sector. Por la intensidad de capital y capacidad tecnológica, las empresas de países desarrollados son inversionistas relevantes en las economías emergentes, en diversos formatos de inversión o co-inversión. La atracción de inversión extranjera es entonces condición crítica para la expansión de los sectores eléctricos en estos países, tanto para los servicios domésticos como para los extra-fronterizos. Es decir, el capital y la capacidad tecnológica originados en países desarrollados, al ser objeto de argumentaciones políticas en contra en economías emergentes, podrían redundar en el mantenimiento o ampliación de la brecha tecnológica y el rezago de la capitalización competitiva del sector.

¿Cuáles son los objetivos principales de una desregulación del sector eléctrico en el mundo? En primer lugar, la expansión económica y del comercio internacional obligan a tener niveles de inversión en expansión y en tecnología sin precedentes. En segundo término, la reestructuración del mercado eléctrico debe crear un ambiente competitivo, donde los usuarios finales tengan opciones variadas para el contrato y la compra de energía a precios competitivos y con calidad y estabilidad del servicio. En tercero, la desregulación eléctrica crearía conductas de mercado que maximizarían la eficiencia económica de los agentes, la cual sería una variable de competitividad clara para los sectores económicos intensivos en el uso de energía, como las industrias de aluminio, automotriz, acero, química, papel, petróleo, textiles, semiconductores y la industria del vidrio. En cuarto lugar, liberaría al sector público de cargas fiscales y laborales onerosas pero lo obligaría a instrumentar medidas regulatorias que aseguren el servicio a regiones no económicas, con infraestructura moderna y con servicios similares y con estándares y normas de calidad similares a las mejores prácticas en el mundo.

Existen variaciones en las reestructuras de la industria eléctrica y la de sus insumos básicos. Sin embargo, en todos los casos se ha desregulado completamente el segmento de generación de energía, así como en materia regulada, se ha modificado la regulación de precios, de tasas de retorno, a precios tope (*price caps*) en modalidades variadas. Por su parte, existen en general esfuerzos por la desintegración vertical o particionamiento del sector, en generación, transmisión, distribución y venta, donde sólo la transmisión se ha mantenido como monopolio natural, paraestatal en la mayoría de los casos, aunque también privado en otros (Bélgica o Japón, con sectores tradicionalmente privados), o administrado por el estado mediante una agencia operadora de la red y otra reguladora de los accesos.

Adicionalmente, la desregulación ha dado pie para el desarrollo de mecanismos financieros de precios tanto de contratos como de energía residual con precios competitivos

diarios, en mercados de *spot*, así como de opciones y futuros. Para ello, los mercados desregulados han visto nacer una nueva actividad en la de reventa y correduría (*brokerage*), donde un generador tiene el acceso para transmitir el flujo eléctrico por la red al consumidor final como menudeo, o al revendedor de energía como mayorista. Lo anterior implica la interconexión de sistemas eléctricos alternativos, en un ambiente de competencia.

Ha habido análisis que plantean que si en una reestructura del sector, se impide la existencia de acceso competitivo de consumidores (residenciales, industriales y gubernamentales), la industria tiende hacia estructuras de oligopolio con altos precios, altas tarifas de acceso para la recuperación de costos hundidos y servicio subóptimo (Joskow 2001, Navarro 1996). En tal sentido, algunos gobiernos han liberalizado totalmente el acceso de consumidores al generador más eficiente (tales como Australia, Alberta en Canadá, Alemania, Finlandia, Nueva Zelanda, Reino Unido y Suecia); en otros países, se establecen umbrales de consumo para liberalizar el acceso de último consumidor, sobre todo no residencial (En Argentina, los consumidores de más de 50 kilowatts/ hora: KWh por año; En Chile y Japón, consumo mayor a 2 MW; Irlanda, 4 GWh; Italia, 9 GWh; Países Bajos y Dinamarca, 10 GWh; Portugal, 20 GWh; Resto de la Unión Europea, 100 GWh). Otros más no han liberalizado el acceso de último consumidor, como es el caso de Brasil, Grecia, o Venezuela.

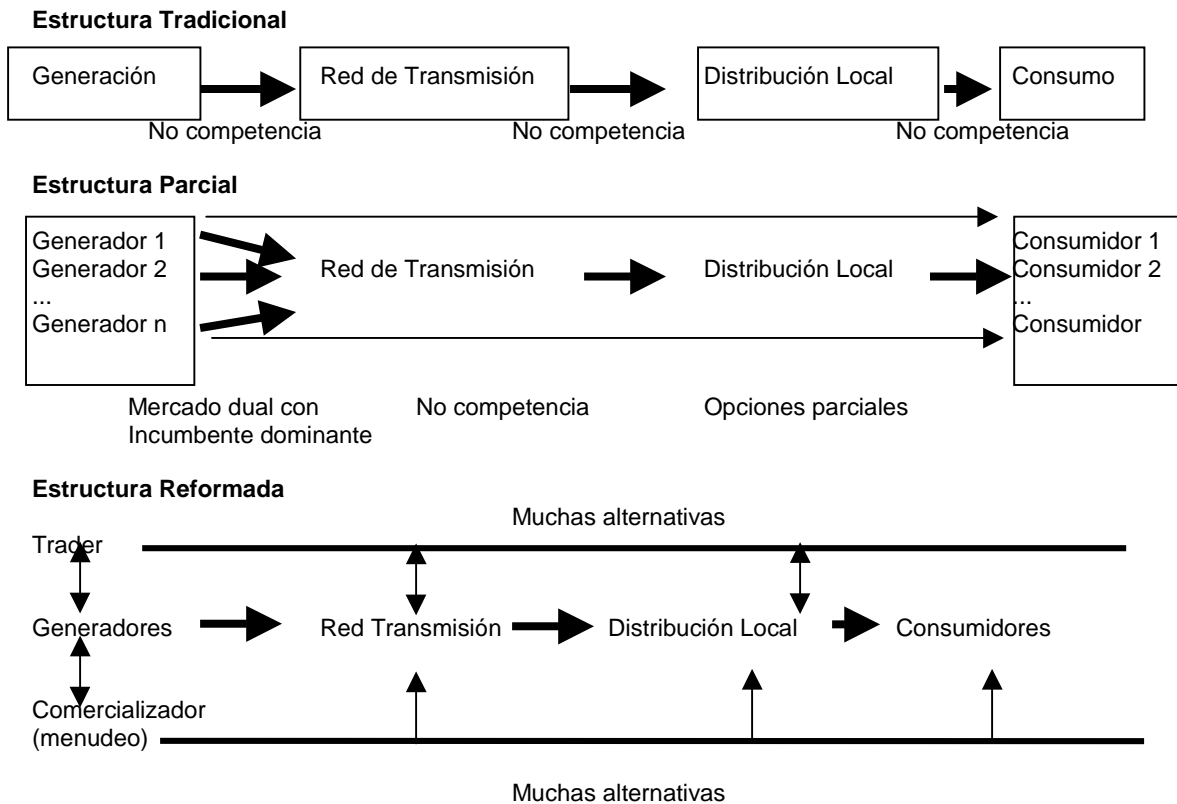
Por su parte, la interconexión se realiza tanto dentro de las fronteras de un país, como también entre sistemas de varios países. Es decir, la desregulación también impacta las estrategias de gobiernos y empresas, de crear redes conglomeradas nacionales e internacionales (*pool/s* nacionales y regionales). Ello ha sido ya abordado a nivel multilateral, en el seno del Acuerdo General de Comercio en Servicios o GATS, sobre todo en la interconexión internacional, la apertura a los servicios extrafronterizos de ingeniería, construcción o venta, así como a los derechos de establecimiento o presencia en mercados externos (USITC 2000).

Finalmente, el reto primordial en los primeros pasos de un cambio regulatorio, es la separación contable y operativa de la generación, transmisión, distribución y venta, así como los servicios adicionales.

### **Cambios en Estructura de Mercado.**

Un mercado reestructurado requiere de desintegración tanto verticalmente como horizontalmente. Los países que han desregulado el sector, podrían tipificarse de la siguiente manera: (a) La reestructuración vertical implica la desagregación de las actividades de generación, transmisión, distribución y ventas al menudeo. Se separan claramente actividades potenciales de monopolio natural (transmisión, parte de distribución), de las competitivas de generación y ventas al menudeo. En algunos países se ha optado por sólo la separación operativa y contable, mientras que en otros también se ha transformado el control del capital y la propiedad; (b) Dentro de la reestructuración vertical, algunos países han optado por la desagregación de todos los segmentos del mercado, mientras que en otros se ha requerido separar las actividades competitivas, de aquellas con poder monopólico solamente; (c) La reestructuración horizontal generalmente implica la reducción de la participación y control de las empresas incumbentes en la generación y la liberalización del derecho de acceso. Por ello, las autoridades deben separar las llamadas "materias reguladas" de las "materias no reguladas." Es común encontrar mercados reestructurados verticalmente pero no horizontalmente; (d) En mercados desregulados, un nuevo segmento es la reventa o intermediación (*brokerage* o *power trading*). De manera diagramática, la industria ha enfrentado los siguientes cambios:

**Figura #1**  
**La Reforma en el Sector Eléctrico**



Fuente: Generación propia y USITC (2000)

En los países más desregulados, toda la generación es privada con algunas excepciones relacionadas con acuerdos internacionales o generación nuclear. Los segmentos primeramente privatizados y desregulados son la generación y la distribución, donde conjuntamente se desarrollaron mercados de comercialización. Tales mercados también presentan límites de propiedad de las empresas generadoras y en las de distribución, como Argentina o Reino Unido, mientras que en la mayoría de los países no hay reglas de separación horizontal. En términos de reestructuración vertical, algunos países sólo obligan a la separación contable pero no propietaria (Chile, Finlandia, Japón, y la Unión Europea). Otros casos sí obligan a la separación de los segmentos por vía de la venta, desinversión, y separación administrativa (Australia, Canadá- Alberta, España, Suecia, Reino Unido). Otras economías han liberalizado sólo la generación, donde la transmisión y la distribución no han sido separadas ni desreguladas. Una visión similar a ésta parece seguirse en México, con un período propuesto de transición de seis años (El Norte 29/01/02). En el proceso de reestructuración del sector, las actividades de operadores gubernamentales de la red de transmisión están claramente separadas de las actividades requeridas de nuevos reguladores del mercado reestructurado.

En todos los casos, un regulador independiente tiene potestades en vigilancia de acceso, precios del mismo, tarifas de las materias reguladas, subsidios cruzados, obligaciones del servicio público, compañías de distribución nacional (no locales), política de competencia, adjudicación de disputas, nuevas licencias y la planeación de necesidades en generación y el desarrollo de la red (USITC 2000, Paredes y Sagap 2001).

### **Capacidad Ociosa y Demandas Pico**

Un punto crítico, más que la senda de generación y consumo total, está en las capacidades de hacer frente a consumos pico (potencia), la distribución de usuarios, los precios y la capacidad de planta. Este punto ha sido enfatizado por Estache (1998) para Argentina; Joskow (2001) y Sioshansi (2001) para California; o Matacangay (2000) para Reino Unido.

Los países en los que la capacidad instalada crece a tasas bajas ante crecimientos seculares de demanda, enfrentan presiones mayores para liberalizar el sector. Por ejemplo, de acuerdo con la Secretaría de Energía de México (SENER 1999), su demanda creció a tasas promedio de 6% entre 1990 y 1994, a 5.2% entre 1995 y 1996 y a alrededor de 6.8% desde 1997; en contraste, la capacidad instalada de energía eléctrica creció a 5.2% entre 1980 y 1997, destacando tasas de 7.8 y 8.4% en 1993 y 1994, respectivamente, ante la perspectiva del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Sin embargo, la falta de recursos públicos resultado de la crisis devaluatoria de 1994, obligaron al gobierno a suspender recursos para el financiamiento de la capacidad, con lo que ésta creció a 0% entre 1997 y 1999. Una medida de que un punto crítico es la inversión en capacidad (potencia en MW), es el problema de interrupciones de suministro eléctrico (caídas de voltaje o brownouts e interrupciones o blackouts). Por ejemplo, México ha sido considerado como poco competitivo por el número de horas promedio de interrupciones al año, así como otros de América Latina como Colombia, Bolivia, o recientemente Brasil (IMD 2000). Ello hace patente que no sólo los requerimientos de inversión emanan del crecimiento secular de la capacidad instalada, la generación o el consumo, sino de la capacidad potencial y la redundante.

A manera de resumen de esta sección, la liberalización y segmentación del sector de energía, obliga a enfrentar objetivos de crecimiento secular de generación, inversiones en potencia, bajo estructuras de mercado donde la inversión privada fluya para evitar rezagos crónicos de países emergentes, incluyendo la internacionalización tanto de recursos de capital y tecnológicos, como de comercialización extrafronteriza y creación de *pools* de energía.

### **LAS PROPUESTAS DE CAMBIO AL SECTOR ELECTRICO EN MEXICO**

En la historia de México, la industria eléctrica apareció durante el período de industrialización del presidente Porfirio Díaz, sobre todo a partir del crecimiento de la industria pesada (siderurgia, cementos, productos químicos) antes del período revolucionario de 1910-1914. La industria eléctrica se inició en 1879 con la instalación de la primera planta termoeléctrica en la fábrica textil Hayser y Portillo en la ciudad de León, Guanajuato. En Batopilas, Chihuahua, al Norte del país, se inauguró la primera hidroeléctrica en 1889, para el uso de las minas de la región (Reséndiz- Núñez 1994). En 1911 había más de 100 empresas de luz, principalmente de capital nacional.

La integración creciente del mercado eléctrico en la CFE llevó finalmente a la nacionalización, en 1960, de la industria eléctrica de México (DOF 23/12/1960). Así, la CFE se convertía en la responsable del crecimiento del sector, a precios justos para la población y donde su obligación era expresa de electrificar todos los rincones del país. En el decreto de nacionalización, también se estableció la exclusividad estatal, en la generación, transformación, distribución y abasto de energía cuyo objeto es el servicio público.

A lo largo de casi setenta años de operación de la CFE, se crearon directivas y leyes adicionales en la materia. En 1975 se fundamenta un marco jurídico para la energía, con la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, y sus modificaciones posteriores hasta 1993. En la última Ley y sus reformas, se esbozan las reglas para la participación privada en el mercado eléctrico. Las actividades que no son consideradas por la ley de 1993 como de servicio público, son:

- Autoabastecimiento para satisfacer necesidades propias.
- Generación producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o cuando la energía térmica no utilizada en otros procesos se utilice para la generación directa o indirecta.
- La producción independiente para su venta exclusiva a la CFE, sin relación jurídica, incluyendo importaciones.
- La pequeña producción limitada a un máximo de 20 MW

- Se permite a particulares la exportación de energía que no constituya un servicio público, así como la importación para usos propios.
- Se permite la generación privada para emergencias, o redundante.

Sobre las regulaciones y leyes recientes, a principios de la década de los noventa durante el gobierno del presidente Salinas de Gortari, se reconoció la necesidad de instrumentar medidas que permitieran la rehabilitación financiera del sector eléctrico para hacer frente a los requerimientos de nueva capacidad de generación de electricidad y garantizar el suministro en condiciones de calidad, cantidad y precio. Las medidas aplicadas tuvieron como propósito incrementar la oferta, y disminuir la demanda mediante programas de ahorro de energía.

El incremento en la oferta requería destinar recursos presupuestales cada vez mayores por lo que el Gobierno Federal decidió hacer modificaciones en diciembre de 1992 a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) con el objeto de abrir nuevas oportunidades de participación a los inversionistas privados y de la banca internacional en actividades de generación de energía eléctrica que no constituyen un servicio público, ya sea para generar electricidad destinada a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) o para consumo privado propio.

Se implantó una apertura limitada a los inversionistas privados en las modalidades de generación de usos propios continuos y de emergencia. Derivada de esta reforma se dio apertura para que los permisionarios que contaran con energía sobrante de sus 20 MW permitidos, tuvieran oportunidad de celebrar un convenio con CFE o LFC para su compra. Entre los logros de los financiamientos privados se encuentran las centrales termoeléctricas de Petacalco (unidades 3, 4, 5 y 6), Adolfo López Mateos (unidades 3 y 4) y Topolobampo II (unidades 1 y 2). Sin embargo, los proyectos privados se vieron acotados por diversos factores, como el que las tecnologías de generación dependen de tamaños óptimos de operación y del establecimiento de compromisos de largo plazo para su financiamiento. Por ejemplo, Paredes y Sapag (2001) indican que la escala mínima eficiente de gas en Chile, es de unos 340 MW. Si los generadores mexicanos para el autoabastecimiento se limitan a capacidades de generación de 30MW, sus costos medios serían altos, desincentivando la entrada de nuevas empresas a tales niveles acotados. Sólo en los casos de producción independiente para la venta exclusiva a CFE o para exportación, se permiten capacidades de planta mayores a 30MW. En el caso de la ampliación de las oportunidades de inversión en generación, la energía sobrante adquirida por la paraestatal requiere de mecanismos de precios de mayoreo transparentes y que incentiven no solamente la mayor generación del fluido sino además, que los generadores compitan en costos.

Entre 1994 y 2001, se otorgaron 141 permisos, de los cuales 36 son de la petrolera PEMEX. Del total de permisos, 30 son para co-generación de empresas industriales que utilizan insumos viables para la generación adicional a sus procesos de producción propios, 99 para autoabastecimiento y autoconsumo, 6 para producción independiente para venta exclusiva a la paraestatal y 6 para importación. Destacan entonces los inversionistas limitados en capacidades de 30MW, generalmente de tecnologías de gas natural y ciclo combinado de gas y combustóleo.

El 21 de diciembre de 1995, el Congreso aprobó adiciones a la Ley General de Deuda Pública y reformas a la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal, mediante las que quedó definido el marco legal para la realización de los llamados Proyectos de Infraestructura Productiva de Largo Plazo con Registro Diferido en el Gasto (PIDIREGAS). Un problema con este esquema es que aumenta la deuda pública, aunque ha sido exitoso para permitir proyectos de generación privados de producción independiente, sobre todo de tecnologías basadas en gas, de venta exclusiva a CFE.

¿Cuáles son los argumentos más señalados por las empresas privadas interesadas en invertir en el sector, que desincentivan el desarrollo del mercado eléctrico? En primer lugar, es necesario apuntar que desde 1992 y 1995 en que liberalizó el sector tanto de insumos (transporte, distribución y comercialización de gas), como contratos de energía, se han invertido cerca de US\$ 5 miles de millones en total, cifra no despreciable pero insuficiente (CRE 2000). En segundo término, todo el sector energético del país ha quedado rezagado en conjunto con Venezuela, frente a todos los demás países relevantes de América Latina. Los condicionantes de la inversión privada en el sector podrían resumirse como sigue:

- En el terreno de inversión en gas natural, a partir de 1995 se liberaron licitaciones competitivas para la inversión privada en transporte, almacenamiento y distribución, actividades antes reservadas sólo a la petrolera PEMEX. La producción de gas sigue estando constitucionalmente en poder de la paraestatal. Si bien ha habido inversión privada en transporte por gasoductos, y distribución, ya que el crecimiento de la demanda es alto (8.9% proyectado por la Comisión Reguladora de Energía), los inversionistas privados no han tenido una posición decisiva. Existen varios argumentos de los empresarios. Punto toral ha sido la inexistencia de contratos de futuros en el precio de insumos, que también afecta a la generación. Los incrementos del precio registrados en 2000 y que rebasaron los US\$9 por millón de BTUs, dieron por resultado la oferta de contratos de largo plazo de PEMEX a US\$4 en 2001, que aceptaron los distribuidores, comercializadores y las empresas usuarias. La caída posterior del precio spot debajo de los precios de contratos, generó pérdidas en las empresas privadas.
- Adicionalmente, los inversionistas privados temen a la competencia desleal en la comercialización por parte de PEMEX gas.
- En el segmento de gas licuado transportado (GNL) y gas comprimido (GNC), la inversión relevante es en medios de licuefacción así como de transporte marítimo. La inversión doméstica ha presentado poco interés, fundamentalmente porque dicho transporte es casi inexistente en el país.
- Ahora, para el sector eléctrico, la cogeneración, autoabasto, la pequeña propiedad de menos de 30 MW y la producción independiente se encuentra liberalizada en derechos de interconexión mediante permisos, desde 1996 (CRE 1996). En 1997, la CRE publicó los convenios de servicio de transmisión o porteo, para la energía de respaldo y la compra-venta de excedentes. También en 1977 se publicaron las tarifas que incorporan índices de precios y de combustibles. Los requerimientos son de unos 14,500 MW de inversión privada, de los cuales se han realizado menos de 6,000. En este punto, la incertidumbre del mercado de mayoreo, mediante contratos y futuros, y las tarifas de interconexión a la red pública han sido la causa fundamental de la insuficiente inversión privada. Adicionalmente, parece que la poca claridad de las entregas a CFE o a usuarios bajo precio regulado, impide el mayor esfuerzo económico. Punto medular es que el gobierno no ha definido aún si el operador de la red de transmisión será el mismo controlador del despacho de energía, con lo que podrían sufrirse conductas depredadoras de CFE y CLFC.
- Finalmente, parece claro que ante la falta de capacidad financiera o técnica de CFE y CLFC, los contratos de largo plazo promovidos por la autoridad, no son sostenibles en el esquema de PIDIREGAS ya que el mecanismo es una carga presupuestal para el gobierno. Ante ello, el riesgo de no pago al final de un proyecto de inversión en generación o comercialización de electricidad, des-incentiva mayores inversiones, tanto nacionales como fundamentalmente extranjeras, donde existe capacidad tecnológica.

### **Las Propuestas Gubernamentales de Reestructuración Eléctrica para el Congreso (2002-2003).**

El cambio en la industria eléctrica de México se llevará a cabo basado fundamentalmente en tres de las propuestas hechas recientemente: "**Propuesta de Cambio Estructural en la Industria Eléctrica en México**" (1999) del gobierno de Ernesto Zedillo, la "**Iniciativa del Sector Eléctrico**" (2001) del Partido Verde Ecologista, y el "**Plan de Desarrollo 2001-2006**" (2001) del presidente Fox y las cuales se describen a continuación. No hay propuesta del PRI o PRD.

#### Propuesta de Cambio Estructural en la Industria Eléctrica de México 1999 (Propuesta Zedillo)

En la primera etapa, CFE y LFC se transformarían en diversas empresas de generación y distribución; y una empresa de transmisión. En esta etapa se establecería el marco de regulación básico, el diseño del mercado eléctrico y se crearía el organismo público llamado Centro de Operación del Sistema Eléctrico Nacional (COSEN), encargado de la red nacional de

transmisión y del mercado, y el organismo descentralizado responsable de la generación núcleo-eléctrica. La propuesta que podría llamarse Zedillo, no llegó a discutirse en el Congreso, principalmente por el ambiente político adverso del mismo para crear reformas promovidas por la presidencia. Sin embargo, la propuesta de la administración Zedillo parece ser la más técnica, completa e integral en todo la cadena de producción y servicio del sector.

La segunda etapa estaría marcada por el inicio de operaciones del mercado eléctrico mayorista por lo que la generación y la comercialización se abrirían a la inversión privada, nacional y extranjera. Las empresas de generación, públicas y privadas, competirían unas con otras en el mercado eléctrico. Los generadores podrían establecer contratos bilaterales con las nuevas empresas de distribución y con los usuarios calificados, con o sin la intervención de comercializadores.

Las empresas públicas de generación y distribución serían desincorporadas progresivamente. Esta propuesta menciona que debido a los cambios tecnológicos que han reducido la dimensión óptima de las centrales eléctricas, no se justifican los monopolios en la generación, ni la integración vertical en las demás actividades de la industria eléctrica. Si bien la generación ha dejado de ser un monopolio natural, las economías de escala continúan siendo aplicables a las redes de transmisión, por lo que este segmento de la industria eléctrica sería todavía considerado monopolio natural.

#### Iniciativa de Reforma del Sector Eléctrico (Partido Verde Ecologista 2001).

La iniciativa del Partido Verde Ecologista menciona que la reforma eléctrica debe verse como la oportunidad para alinear un mercado distorsionado, diversificar el portafolio energético mexicano, incrementar la recaudación y disminuir la emisión de contaminantes al medio ambiente. El marco de referencia de esta propuesta, hace especial énfasis en la diversificación de fuentes de energía con principios de cuidado ecológico, por lo que la referencia a la alineación del mercado, es subsidiaria de la primera idea. Así, la Nación seguiría parámetros de protección ambiental y sustentabilidad en todos los servicios que realice en materia de transmisión eléctrica.

Como prueba de lo anterior, la reforma al artículo 27 incluiría la eliminación de la exclusividad del Estado en generación y distribución de energía eléctrica, pero manteniéndola en la transmisión. La participación privada estaría restringida principalmente al ámbito de generación, para gradualmente incorporarse al negocio de distribución y servicio. La transmisión siempre sería exclusiva del Estado.

La propuesta del partido Verde Ecologista sugiere que la política de precios de los combustibles fósiles debería tener como objetivo central, reflejar el costo de oportunidad de quienes los producen para fomentar el saneamiento financiero de la empresa e incrementar su eficiencia productiva. En este sentido el Partido Verde Ecologista propone aplicar impuestos a los precios actuales de los combustibles de acuerdo con la degradación ambiental y perjuicios a la salud que provocan. Así, el precio del combustóleo debe ser 40% mayor a la actual, por lo que se aplicaría un impuesto del 40% al combustóleo, y de 18% al diesel. Con esto, se enviaría una señal de precios para orientar la inversión en el sector eléctrico hacia plantas de generación menos contaminantes. Como puede notarse, la preocupación de esta propuesta hace que se oriente básicamente a la generación, liberalizada para el sector privado, pero sujeta de regulación de precios y tarifas de insumos.

Como puede entenderse, la propuesta dista mucho de ser integral de todo el mercado de energía, su carácter de sector en red y sus externalidades, su problemática de precios de transferencia, y de fomento del acceso al mercado para potenciar inversiones o incluso desarrollar un mercado extra-fronterizo.

#### Propuesta del Plan de Desarrollo 2001-2006 (Propuesta Fox)

El presidente de la República ha planteado la necesidad de desmonopolizar los mercados sin privatizar el sector energético, diseñando esquemas de financiamiento alternativos que permitan su modernización (1° Informe de Gobierno, 2001). La modernización del sector eléctrico contempla los aspectos siguientes:



- Separación vertical de las actividades del sector a fin de permitir una operación transparente, donde coexiste la paraestatal con agentes privados.
- Apertura a la inversión social y privada, tanto nacional como extranjera, sin garantías del Gobierno Federal en las actividades que no sean consideradas áreas estratégicas reservadas al Estado.
- Establecimiento de un mercado eléctrico en el que los participantes, en igualdad de condiciones puedan ofrecer y comprar energía eléctrica en condiciones competitivas.
- Establecimiento de una empresa nacional de transmisión que ofrezca sus servicios a tarifas reguladas que reflejen el costo del transporte de la energía eléctrica. Dicho organismo sería de propiedad estatal.
- Instrumentación de una política de subsidios explícitos dirigidos a aquellos sectores de la población que los necesiten.
- Diversificación de fuentes de energía, mediante el apoyo a plantas hidroeléctricas y carboeléctricas, con lo que se atenúa el riesgo de exponer la generación a la volatilidad del precio del gas natural.
- Asignación de manera óptima de los recursos del Estado, mediante la separación de presupuestos de CFE y LFC del Presupuesto de Egresos de la Federación.

## EVALUACION Y PARTES DE ANALISIS DE ESTRUCTURA DE MERCADO

Para crear una base de análisis, a continuación se presentan los elementos fundamentales que debe contener la reestructuración del sector eléctrico y una evaluación del estado de las propuesta de cambio regulatorio:

**FIGURA # 2  
COMPARACION DE LAS PROPUESTAS DE CAMBIO DEL SECTOR ELECTRICO EN MEXICO**

<b>Variable de Análisis</b>	<b>Cambio Estructural (Prop. Zedillo: 1999)</b>	<b>Partido Verde Ecologista (2001)</b>	<b>Plan Energía (Prop. Fox: 2001)</b>
Integración Vertical	Se divide CFE en generación, transmisión, distribución, y comercialización, en lo administrativo y en propiedad.	Se divide CFE en empresas de generación, transmisión y distribución en lo administrativo. No se indican estrategias adicionales.	Continúa esquema de integración vertical, separando administrativamente CFE en generación y transmisión con participantes privados, dado el esquema, en generación y comercialización.
Integración horizontal y desmonopolización	Se elimina mediante límites de inversión en otros segmentos. Se mantiene monopolio en transmisión en empresa pública de la red, y un regulador de la misma. Realineación de tarifas, sin explicitar la forma.	Se elimina mediante límites de inversión en otros segmentos. Se mantiene transmisión.	Competencia entre generadoras, pero no establece claramente límites de inversión. Separa entre materias reguladas y no reguladas. Separa del presupuesto federal, las actividades de la CFE y CLFC. Realineación de tarifas, disminución y transparencia de subsidios.
Fuentes de energía	No plantea promoción de fuentes específicas, pero promueve generación eficiente de ciclo combinado y sustitución hacia gas.	Impuesto a combustóleo y diesel para orientar la inversión hacia fuentes menos contaminantes.	Apoyo a plantas hidroeléctricas y carboeléctricas. Materia desregulada en ciclo combinado, sin apoyo explícito.

Distribución a áreas rurales no económicas	El gobierno garantiza el desarrollo de proyectos a áreas no económicas, mediante mecanismos de apoyo a la inversión, no especificados.	No se plantea el punto. El gobierno asegurará el suministro pero no se especifican medidas.	El gobierno continúa promoviendo la distribución mediante CFE y CLFC.
Mecanismos de acceso a la red de transmisión (precios de nodo)	Se detallan mecanismos de precios de nodo, precios de demanda marginal, costos hundidos, con fórmulas similares a otras economías desreguladas.	No se toca este punto.	No se toca este punto. En materia desregulada, la inversión privada se sujeta a precios regulados de la red de transmisión y porteo.
Redes de distribución y mecanismos de comercialización.	Mercados de contratos y <i>spot</i> dependiendo de máximos de uso en MWh. Mercados de futuros y opciones.	No se hace mención de mecanismo alguno sobre este punto.	No se hace mención de mercado de <i>trading</i> aunque se anticipa la coexistencia de CFE y generadores y comercializadores privados.
Calidad y seguridad	No se presentan propuestas de indemnización o pagos a usuarios que enfrentan interrupciones o cambios en voltajes. Se plantean capacidades (potencia) excedentes.	No se presentan propuestas.	No se presentan propuestas concretas, esperando con la inversión en potencia sea garantizada por el mercado.
Reguladores	Se mantiene la Comisión Reguladora de Energía, además de la Operadora de la Red, la Administradora de la Red y organismo que opera la comercialización y mercado, con independencia de los participantes. Relación no explícita con la Comisión Federal de Competencia.	Se mantiene la Comisión Reguladora de Energía y la Operadora de la Red de Transmisión.	Se mantiene la Comisión Reguladora de Energía, y un Operador de la Red y el Mercado.

Fuente: Generación propia, con datos de los planes de gobiernos y partido.

De acuerdo con el análisis particular del sector eléctrico, así como la búsqueda de un modelo de análisis, al menos basado en teoría, se desglosan las variables relevantes de dicho modelo, donde se aprecia la no integralidad de las propuestas de cambio regulatorio en México para este sector clave para el desarrollo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CFE (2001), "Desarrollo del Mercado Eléctrico," México, Comisión Federal de Electricidad.

CRE (2000), "Mexico's Future Energy Regulatory Agenda," presentación en 9<sup>th</sup>. Annual Latin American Energy Conference, Mayo 15, La Jolla, CA.

DOE-EIA (1998), "An Energy Overview of Mexico," consultado en enero 3, 2002, en [www.fe.doe.gov/international/mexiover.html](http://www.fe.doe.gov/international/mexiover.html)

El Norte (2002), "Sufirá Clase Media la Mayor Descarga," nota en Sección A-Negocios, p.1, Monterrey, México, enero 30.

International Energy Agency (2001), "World Energy 2001: BP Statistical Review," Paris, IEA- DOE

International Energy Agency (1999), Electricity Market Reform –An IEA Handbook, Paris, IEA.

International Energy Agency (1996), Regulatory Reform in Mexico's Natural Gas Sector, Paris, OECD.

Joskow, P.L. (2001), "California's Electricity Crisis," Working Paper 8442, Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research.

Organización Latinoamericana de Energía OLADE (2000), "Estadísticas Energéticas para América Latina y el Caribe," consultado en abril 2, 2002, en [www.olade.org.ec](http://www.olade.org.ec).

Paredes, R. y J.M. Sapag (2001), Fortalezas y Debilidades del Marco Regulatorio Eléctrico Chileno: Propuestas para un Cambio, Santiago de Chile, Centro de Investigación Aplicada para el Desarrollo de la Empresa, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

Reséndez- Núñez, D., coord.. (1994), El Sector Eléctrico de México, México, FCE.

USITC (2000), "Electric Power Services: Recent Reforms in Selected Foreign Markets," Investigation No. 332-411, Pub. No. 3370, Washington, D.C., Noviembre

# FINANCIAL INNOVATIONS AND DEMAND FOR MONEY: MEXICO, 1982 – 1995

André Varella Mollick\*

Over the years 1989-1993, Mexico underwent liberalization of its financial sector, privatization of commercial banks, and opening to foreign markets. This paper studies the money demand in Mexico under specifications that capture such institutional changes using monthly data for the period 1982-1995. Block exogeneity tests support M2 instead of M1 in the left-hand side of the demand for money. Under M2, the *currency-money ratio* (C/M1) becomes important in the long-run cointegration vector and our main hypothesis finds empirical support. A positive long-run coefficient of the currency-money ratio on money demand suggests that when C/M1 falls (financial innovations rise) due to higher diffusion of banking, for example, the demand for money falls. Our benchmark specification has the real value of M2 cointegrated with income (+1.03), with interest rates (-0.04), and with currency/M1 (+0.55).

**Keywords:** Money demand, financial innovations, currency-money ratio, cointegration.

## 1. Introduction

An important building block of many economic models is the existence of a *stable money demand function*. Following Friedman [1] and Cagan [2], empirical works have measured real money demand balances relative to income and the various opportunity costs of holding money, such as: interest rates, the inflation rate, and the expected depreciation rate of a currency. The survey by Judd and Scadding [3] mentions *financial innovations* as the possible cause of the instability in U.S. money demand after 1973. The approach through evolving financial innovations in the economy has been applied since then to developed economies by Siklos [4] and to developing countries by Arrau and De Gregorio [5], Arrau et al. [6], Melnick [7], and Dekle and Pradhan [8]. Such works complement others that bring to the field developments in time series econometrics, such as: Hendry and Ericsson [9], Stock and Watson [10], Hoffman et al. [11], Haug and Lucas [12], and Muscatelli and Spinelli [13].

This paper also pursues the explanation that misspecifications in money demand are due to the inability to capture *financial innovations* by standard approaches. We verify the validity of such hypothesis for the Mexican economy along the years 1982-1995. Since the late 80s the Mexican economy has been subject to profound transformations in its financial system. Although elaborated under the De La Madrid administration (1982-1988), the financial reforms were adopted in succession after the inauguration of the Salinas term (1988-1994). The various stages of the reforms (liberalization, legal reforms, privatization of commercial banks, and integration into NAFTA) are well documented in the local literature. For example, by Girón [14].

---

\* Dr. André Varella Mollick, Assistant Professor, Department of Economics, ITESM-Campus Monterrey, Mexico. E-mail: [avarella@campus.mty.itesm.mx](mailto:avarella@campus.mty.itesm.mx) Telephone: +52-81-8358-2000 (ext. 4305, 4306) and fax: +52-81-8358-2000 (ext. 4351). I would like to thank João Faria for pointing out a shortcoming on a first draft of this paper. A previous version of this paper was presented at the IV Congreso de Administración en México: Teoría y Práxis, ITESM-Campus Monterrey, May of 2000. Remaining errors are mine.

We take into account such period of vast reforms and estimate various money demand functions under traditional and alternative (augmented by financial innovations) specifications. We wish to see whether the stable functional relationship in money demand holds under financial sophistication and fundamental changes in the economy. It turns out that it does. Also, the financial innovations term helps in replicating a greater than unity income elasticity found in other studies for developing countries, such as: Thornton [15] for a cointegration analysis on Mexican data without financial innovations and [13] for a similar analysis on long-run Italian data.

We use in this paper the ratios currency to money (C/M1) and M2/M1 as proxies for *financial innovations*, which happen to mirror the demand for money in Mexico. Both ratios rise as demand for money falls and later fall as demand rises (around 1990) with financial sophistication and price stabilization. The non-stationarity of the data leads to cointegration techniques. The C/M1 ratio is found present in the cointegrating vector when M2 (the monetary aggregate shown to be endogenous to the other variables in the system) is used. A positive long-run coefficient of the currency-money ratio on money demand suggests that when financial innovations fall (C/M1 rises), demand for money diminishes. Conversely, when C/M1 is reduced (financial innovations rise) due to higher banking penetration, for example, the demand for money falls. The alternative proxy of the expansion of the credit system, M2/M1, is also investigated with less clear-cut results. This research can thus be seen as an attempt to complement studies for Mexico employing trends as proxies for financial sophistication. Studies such as [5] and [6] either do not consider the more recent period of financial reforms or are plagued by small sample bias (38 observations).

The paper is composed of five sections: section 2 discusses various specifications for money demand, section 3 summarizes the data and features of the financial reforms in Mexico, while section 4 presents the estimations. Section 5 reviews the work and provides extensions.

## 2. Methodology

The *standard money demand function* estimated in empirical studies is based on a log-linear version of Cagan's [2] classical analysis of hyperinflation. It usually captures long-run movements in real income ( $y$ ) and nominal interest rates ( $i$ ):

$$m_t = c + \alpha_1 y_t + \alpha_2 i_t + v_t \quad (1),$$

where:  $c$  is a constant,  $m$  are real money balances (money supply stock deflated by the price level),  $v_t$  is a white-noise error normally distributed with variance  $\sigma^2$ , and the variables are in logarithms, except for the interest rate. The coefficients  $\alpha_1$  and  $\alpha_2$  are interpreted as the income elasticity of money and the interest semi-elasticity, respectively, whose signs are expected to be positive and close to one for  $\alpha_1$  and negative for  $\alpha_2$ . For recent estimation of (1) for Canada in the long run, see [12].

The *augmented version of the money demand function* has the inflation rate ( $\Delta p$ ) as an additional variable in (2) below, taking into account a different opportunity cost of holding money:

$$m_t = c + \beta_1 y_t + \beta_2 i_t + \beta_3 \Delta p_t + \omega_t \quad (2),$$

where  $\omega_t$  is the white noise error and  $\beta_3$  is expected to be  $< 0$ . Equation (2) is particularly estimated in studies of high-inflation economies: Rossi [16] for Brazil; Blanco and Garber [17], Rogers [18], and Goldberg [19] for Mexico; Melnick [7] for Israel; and Muscatelli and Spinelli [13] for Italy. But it may appear in studies of industrial countries as well: Cooley and LeRoy [20] and Hendry and Ericsson [21].

Apart from "spurious regressions" that affect earlier studies, one possible explanation for misspecifications in either (1) or (2) is related to their disabilities in verifying forces in the real

economy towards sophistication of financial markets. A burgeoning literature postulates misspecifications in (1) and (2) due to financial innovations and incorporates alternative money demand functions as follows:

$$m_t = c + \alpha_1 y_t + \alpha_2 i_t + \alpha_3 f_t + \varepsilon_t \quad (3),$$

$$m_t = c + \beta_1 y_t + \beta_2 i_t + \beta_3 \Delta p_t + \beta_4 f_t + \iota_t \quad (4),$$

where  $\varepsilon_t$  and  $\iota_t$  are white-noise errors and  $f_t$  captures financial innovations. Arrau and De Gregorio [5] derive (3) from an utility maximizing model with reductions in transaction costs. The series  $f_t$  is a *non-stationary process* that changes permanently the demand for money. What composes  $f_t$  is debatable and varies considerably across studies [4, 5, 7]. As in Siklos [4], this paper makes use of *monetary indicators* for  $f_t$ : we concentrate on factors that measure shifts in demand deposits (a component of M1) or in some short-term bank instruments (a component of M2). As conjectured two decades ago, “the instability in money demand appeared to be in its demand deposit component” ([3], p.998).

We focus on the *currency-money ratio* (C/M1) that measures the proportion of currency with respect to the M1 aggregate: as C/M1 goes down, less currency is used, and more demand deposits (checking accounts) are utilized for transactions. Changes in the composition of M1 should reflect financial innovations since the ratio of currency to money “mirrors the spread of commercial banking” [4]. As banking expands, velocity of money falls at first and later rises with financial sophistication and less need for money. Changes in the velocity of money are thus positively related to changes in the currency-money ratio.

Another possible indicator for  $f_t$  is the *M2/M1 ratio* that captures in the long-run the growth of a systematic increase in broad monetary aggregates with respect to a narrower money stock. Ireland [21] provides a model consistent with such trend for the U. S.: always up from around 2 in 1952 to around 4 in 1992, except for a fall in the early 90s after disinflation and regulation that is also observed in other industrial countries. According to [21], the M2/M1 ratio rose from 2 to 3.2 in Japan from 1953 to 1970; from 1.7 to 3.4 in Germany during the same period; from 1.3 to 2.9 in Korea from 1960 to 1970; and from 1.4 to 2.9 in Taiwan from 1952 to 1970. The ratio M2/M1, however, does not appear to be a good indicator of financial innovations in Mexico, since M2/M1 does not keep rising. Another drawback with M2/M1 is that it is not clear the expected value of the coefficients in the context of money demand. For instance, as M2/M1 moves up, the demand for money balances (with M2 as the money stock) has to move positively. But that contradicts the hypothesis that more sophistication leads to less need for money. Similarly, when M1 is the money stock variable in the left hand side instead, a fall in M2/M1 (due to a rising M1 relative to M2, for example) should make (M1/P) to grow according to the hypothesis but to fall algebraically.

Such problems do not distort our conjecture when M2 is the monetary aggregate. Under C/M1 as the indicator of financial innovations, the financial sophistication hypothesis implies that increases in the ratio C/M1 (less important is the banking sector in the overall economy) cause demand for money (measured by M2) to move up. It should also make demand for money to grow under M1/P when innovations diminish (more and more currency relative to deposits in the banking system). Inference thus depends on the exact monetary aggregate employed as the dependent variable. Block exogeneity is checked and it follows that real money demand under M2 depends on other variables. Conversely, under M1 as the money stock, the hypothesis that real money demand is exogenous with respect to ( $y$ ,  $i$ ,  $p$ , and  $f$ ) can not be rejected. These results seriously cast doubt on M1 as the appropriate monetary indicator in Mexico and favor M2.

A final caveat deals with an econometric point. Hamilton [22] shows that if there are significant disturbances to the money demand equation, a variable such as C/M1 might appear statistically significant in (3), even though it has nothing to do with money demand. Vector Autoregressions (VARs) are one route to deal with the simultaneity problem as we have

performed in the block exogeneity tests. Other potential ways are: i) to repeat the analysis for other countries, and ii) to conduct structural analysis.

### 3. The Data

The data used in this study come from the *Bank of Mexico Information System*, covering the period 1982-1995 and classified in the monthly information entry of the "Time Series Catalog". The real money stock ( $m_1$  and  $m_2$ ) measures are:  $M_1$  (currency in circulation + demand deposits); and  $M_2$  ( $= M_1 +$  short-term bank instruments), both deflated by the price level, not seasonally adjusted. Within the short-term bank instruments are those with maturity of up to 1 year and those called bank acceptances. Our two measures of financial innovations are calculated from these data. While the ratio  $M_2/M_1$  (call it  $f_1$  henceforth) measures the extent of growth in the substitutes of money with respect to its narrowest aggregate,  $C/M_1$  (define it as  $f_2$  for the empirical tests below) captures a decreasing trend in currency usage under innovations in the financial system. The interest rate ( $i$ ) is the (nominal) yield on 3-month bank deposits. The transactions variable is the index of industrial production ( $y$ ), which has been extensively used instead of monthly personal income or monthly GNP data for developing economies by [6], [18] and [19]. The inflation rate is defined as the rate of change of the consumer price index (CPI). Except for the interest rate, all variables are transformed into logarithms.

The first year of observations, 1982, was the last year of the López Portillo administration that ended with two currency devaluations, a foreign debt crisis, and the nationalization of commercial banks. The subsequent De La Madrid administration was marked by attempts to launch structural reform programs and negotiation of the external debt under stagflation. Stabilization at moderate inflation and real growth was achieved years later. The *process of financial reform* planned under the De La Madrid administration was put into practice from end-1988 onwards, already at the outset of the Salinas term. The stages were, according to Girón [14]: i) liberalization of financial markets at the end of 1988 and beginning of 1989 with free interest rates, competition, and authorization to pay interest on checkings accounts; ii) legal reforms and deregulation towards the end of 1989; iii) privatization of commercial banks between June 1991 and August 1992; and iv) gradual openness to foreign capital with the signature of NAFTA by the end of 1993, coupled with more autonomy to the central bank. So, by 1995 when our sample ends, the whole process was completed and the exchange rate regime had changed into a (managed) float.

Figures 1 and 2 display the demand for real balances and the two measures for financial innovations. In figure 1 it can be seen that  $m_2$  (real  $M_2$ ) is much more volatile than  $m_1$ , although both series rise after 1990 with price stabilization. It also shows real currency ( $CUR/P$ ), making clear that from the second half of 1991 onwards a large displacement start to exist between currency and  $M_1$ . The fall in the currency-money ratio during the second half of 1991 is consistent with financial sophistication due higher penetration of commercial banking. The currency-money ratio  $C/M_1=f_2$  starts to decrease from 1989 onwards, while  $C/M_2$  is flat around the 0.10 level. The proxy  $M_2/M_1=f_1$ , omitted due to a higher scale, reflects a pattern very similar to  $f_2$ .

### 4. Results and Discussion

Unit root tests, under three methodologies, document non-stationarity for all series in levels and stationarity in differences. The series can be thus classified as integrated of order 1:  $I(1)$ . It follows that  $f_1$  and  $f_2$  are non-stationary in levels, which implies *permanent effects on the demand for money*. Block exogeneity tests verify the information content of the series in help explaining other series. A striking contrast appears across the money stock variables: while the hypothesis of (money stock) exogeneity is not rejected for all specifications using  $M_1$ , it is rejected for all specifications under  $M_2$ . This uncovers the notion that econometrically  *$M_2$  can be explained*

by other variables. The interest rate seems to be exogenous in all specifications and the proxy variable  $f_2$  is rejected for exogeneity at  $\alpha = 5\%$  only in one specification: (m2,y,i,f2).

In order to proceed with the estimation by the Johansen cointegration procedure, the appropriate choice of the lag-length in the VAR is critical. Mechanical application of an information criterion does not usually provide the best choice in terms of efficiency of the estimators. In fact, results of cointegration in systems are highly sensitive to the choice of lags, the treatment of deterministic terms (constant, trends and seasonals), and stability of parameters [10, 23]. We conduct in this paper a particular method for selecting the lag-length of the VAR in the context of cointegrated systems. Toda and Yamamoto [23] show that a lag selection procedure that is commonly employed for stationary VARs is valid even for VARs with integrated or cointegrated processes as far as the lag-length is greater than the order of integration of the series. Their analysis proposes Wald tests to be applied on VAR processes that may have some unit roots. Our motivation for applying Wald tests and selecting the *lag-length of the VAR* on such basis is twofold. First, it derives from the tendency of VARs with a small number of variables and (true) long lag-length to have small inefficiency by adding a few more lags than otherwise could be suggested. Mechanical application of the Akaike Information Criterion (not reported below) would suggest a very small lag length that *invariably rejects the null of no-cointegration*. Such selection criterion would potentially end up concluding for (misleading) cointegration whatever specifications. Second, the application of the Wald tests is formally appropriate since we are employing the method on the VAR and not on the vector error correction model (VECM) [23].

We thus apply Wald tests on the group of parameters in the VAR. For each choice of lag length ( $k$ ) under each specification [equations (1) to (4) in section 2], we take as the  $k$  the minimum lag (at the  $\alpha = 5\%$  significance level) that allows rejection of the null hypothesis that a given set of parameters is jointly zero. The set of parameters includes all those of lag-length in the VAR smaller than  $k$ . Table 1 shows for specification (1) with (m1,y,l, f1),  $k=9$  since, for whatever smaller  $k$ , the null that the group of parameters is jointly zero can not be rejected. Since we have a total of 168 observations for each series, the loss of power (overfitting the VAR) due to longer lags is not severe. We apply lags on at most 4 series, with real money in the (LHS).

Table 1 contains the main results of Johansen's tests. Apart from a constant term, the analysis includes seasonal dummies since the data originally are not seasonally adjusted. The coefficients on the dummy variables are not reported in the estimations. A dummy variable (D89), taking the value of 0 until November 1988 and 1 from December 1988 onwards, is included in order to take into account the process of financial reform summarized above. Other dummy variables are tried, such as those for the pronounced shifts in the ratios M2/M1 and C/M1 around mid-1991, but were not found statistically significant in the respective VARs. The t-statistics associated with DUM89 were 1.27 for the systems with M1 and augmented for  $\Delta p$ , 2.29 for the system with M2, and 2.38 for the p-augmented M2 system. The t-values for all other dummies were never significant. The statistic significance of D89 under M2 suggests the financial reform (from December 1988 onwards) signals on a more competitive financial environment.

Table 1 shows that the specification (m1,y,i,f1) is the only one with economically meaningful vectors when M1 is used. The others are omitted. Reported in bold is the vector that makes economic sense: without the dummy (D89 turned out not to be statistically significant for M1), the income elasticity is 0.31 and the interest semielasticity is -0.63. The M2/M1 ratio contributes to achieving long-run equilibrium, although the expected sign is difficult to rationalize and M1 is found to be not endogenous in the system. Note that cointegration is also obtained under the augmented specification with the inflation rate included. Without D89, however, the income elasticity is 0.66 and the interest semielasticity is -0.53. The inflation rate parameters are negative as expected and the coefficients on  $f_1$  are basically unaltered from the version without inflation. The currency-money ratio is found not cointegrated with  $m_1$ ; omitted in the table.

Under M2 as the variable for real money demand, we have meaningful results as the block exogeneity analysis suggests. Qualitatively different results are obtained when M2 is used:



the expected signs are found for  $f_2$  in all specifications. When D89 is present, specifications  $(m_2, y, i)$  and  $(m_2, y, i, \Delta p)$  are cointegrated with income elasticities varying, whether  $\Delta p$  is included or not, from 0.52 to 0.45 and interest semi-elasticities ranging from -0.20 to -0.15. Cointegration is also achieved without a series of financial innovations, a result preserved under inflation.

Specifications with  $f_1$  do not yield consistent estimates. For the specification with  $f_2$ , the income elasticity varies from 1.03 (without  $\Delta p$ ) to 2.21 (with  $\Delta p$ ), and the interest semi-elasticity stays at very low levels: -0.04 (without  $\Delta p$ ) and +0.02 (with  $\Delta p$ ). Note that the income elasticity greater than unity implies a downward trend in velocity that is commonly found in other studies [13, 15]. With D89, the estimates for  $f_2$  match the expected sign. The estimates are also close whether or not the inflation rate is present (0.49 and 0.55, respectively). Both equations for  $f_2$  are well specified. Without  $\Delta p$ , the income elasticity is unitary (1.034), the interest semi-elasticity is close to zero (-0.037), and the financial innovations parameter is positive as expected (0.55). Its value is robust to the inclusion of inflation in the regression equation since that yields a coefficient of 0.49. Thus, under M2, the relevant variable seems to be the *currency-money ratio*: as currency grows relative to M1 (innovations fall), the long-run value of money demand rises, which is consistent with the financial sophistication hypothesis. Money demand equations (with M2) are thus cointegrated with income, interest rate and financial innovations. The inclusion of inflation strengthens the evidence of cointegration, while maintaining the positive coefficient on  $f_2$ .

## 5. Final Remarks

The methodology for checking long-run relationships in money demand nests various specifications and employs techniques adequate to handle non-stationary series. Particular care is taken in considering Mexican financial reforms around 1989-1993. Evidence of stable long-run vector is found. Notably, the money demand equations are cointegrated under a period of substantial financial sophistication in Mexico in the late 80s. Under M2, the link is robust when the *currency-money ratio* is taken as the proxy of financial innovation. Income elasticity is close to 1 and the interest semi-elasticity is close to zero. A positive long-run coefficient on the financial innovation measure (0.55) means that, as the ratio grows, currency grows relative to M1 (innovations fall) and the long-run value of money demand rises, consistent with our hypothesis.

This research adds to [5, 6] that may be questioned on small-sample bias and not much financial sophistication going on in the Mexican economy during 1980-1989. Second, it complements works [13, 15] that verify the long-run association without financial innovations. Extensions of this paper include incorporating financial innovations series intrinsic to the banking sector, such as the number of automated teller machines (ATMs) per capita. Exploration along these lines and in checking structural stability in the estimations is left for further work.

## 6. References

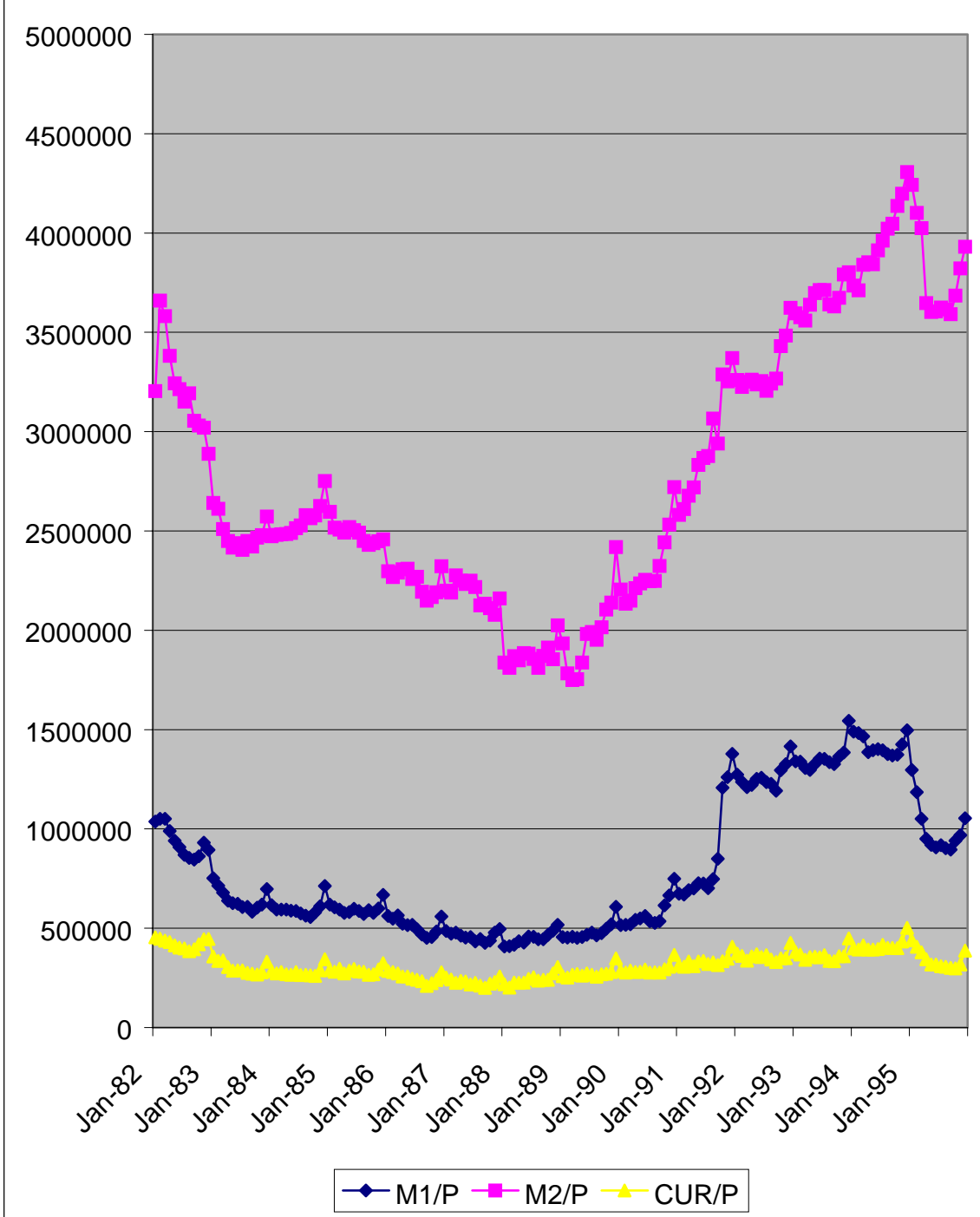
- [1] Friedman, M. The Quantity Theory of Money - A Restatement. In: Friedman, M. (Ed.). *Studies of the Quantity Theory of Money*. University of Chicago Press. (1956).
- [2] Cagan, P. The Dynamics of Hyperinflation In: Friedman, M. (Ed.). *Studies of the Quantity Theory of Money*. University of Chicago Press. (1956).
- [3] Judd, J. P. and Scadding, J.L. The Search for a Stable Money Demand Function: A Survey of the Post-1973 Literature, *Journal of Economic Literature* 20: 993-1023 (1992).
- [4] Siklos, P. L. Income Velocity and Institutional Change: Some New Time Series Evidence, 1870-1986, *Journal of Money, Credit, and Banking*, 25(3): 377-392 (1993).
- [5] Arrau, P. and de Gregorio, J. Financial Innovation and Money Demand: Application to Chile and Mexico, *Review of Economics and Statistics* 75: 524-530 (1993).
- [6] Arrau, P., de Gregorio, J., Reinhart, C.M. and Wickham, P. The Demand for Money in Developing Countries: Assessing the Role of Financial Innovation, *Journal of Development Economics* 46: 317-340 (1995).
- [7] Melnick, R. Financial Services, Cointegration, and the Demand for Money in Israel, *Journal of Money, Credit, and Banking*, 27(1): 140-153 (1995).
- [8] Dekle, R. and Pradhan, M. Financial Liberalization and Money Demand in the ASEAN countries, *International Journal of Finance & Economics* 4(3): 205-215 (1999).
- [9] Hendry, D. F. and Ericsson, N. R. An Econometric Analysis of U.K. Money Demand in Monetary Trends in the United States and the United Kingdom by Milton Friedman and Anna J. Schwartz, *American Economic Review* 81(1): 8-38 (1991).
- [10] Stock, J.H. and Watson, M.W. A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems, *Econometrica* 61(4): 783-820 (1993).
- [11] Hoffman, D.L., Rasche, R.H. and Tieslau, M.A. The Stability of Long-Run Money Demand in Five Industrial Countries, *Journal of Monetary Economics* 35: 317-339 (1995).
- [12] Haug, A. A. and Lucas, R.F. Long-Run Money Demand in Canada: In Search of Stability, *The Review of Economics and Statistics* LXXVIII(2): 345-348 (1996).
- [13] Muscatelli, V.A. and Spinelli, F. The Long-Run Stability of the Demand for Money: Italy 1861 - 1996, *Journal of Monetary Economics* 45: 717-739 (2000).
- [14] Girón, A. La Banca Comercial de México frente al TLC, *Comercio Exterior*, December, 1068-1074 (1994).
- [15] Thornton, J. Cointegration, Error Correction and the Demand for Money in Mexico, *Weltwirtschaftliches Archiv* 132(4): 690-699 (1996).
- [16] Rossi, J. W. The Demand for Money in Brazil: What Happened in the 1980s?, *Journal of Development Economics* 31: 357-367 (1989).
- [17] Blanco, H. and Garber, P.M. Recurrent Devaluation and Speculative Attacks on the Mexican Peso, *Journal of Political Economy* 94(1): 148-166 (1986).
- [18] Rogers, J.H. The Currency Substitution Hypothesis and Relative Money Demand in Mexico and Canada, *Journal of Money, Credit, and Banking*, 24(3): 300-318 (1992).
- [19] Goldberg, L.S. Predicting Exchange Rate Crisis: Mexico Revisited, *Journal of International Economics* 36: 413-430 (1994).
- [20] Cooley, T.F. and LeRoy, S.F. Identification and Estimation of Money Demand, *American Economic Review* 71(5): 825-844 (1981).
- [21] Ireland, P.N. Money and Growth: An Alternative Approach, *American Economic Review* 84(1): 47-65 (1994).
- [22] Hamilton, J.D. The Long-Run Behavior of the Velocity of Circulation, *Journal of Monetary Economics* 23: 335-344 (1989).
- [23] Toda, H.Y. and Yamamoto, T. Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes, *Journal of Econometrics* 66: 225-250 (1995).

Table 1. Cointegration Tests for Money Demand: MEXICO (1982:1-1995:12)

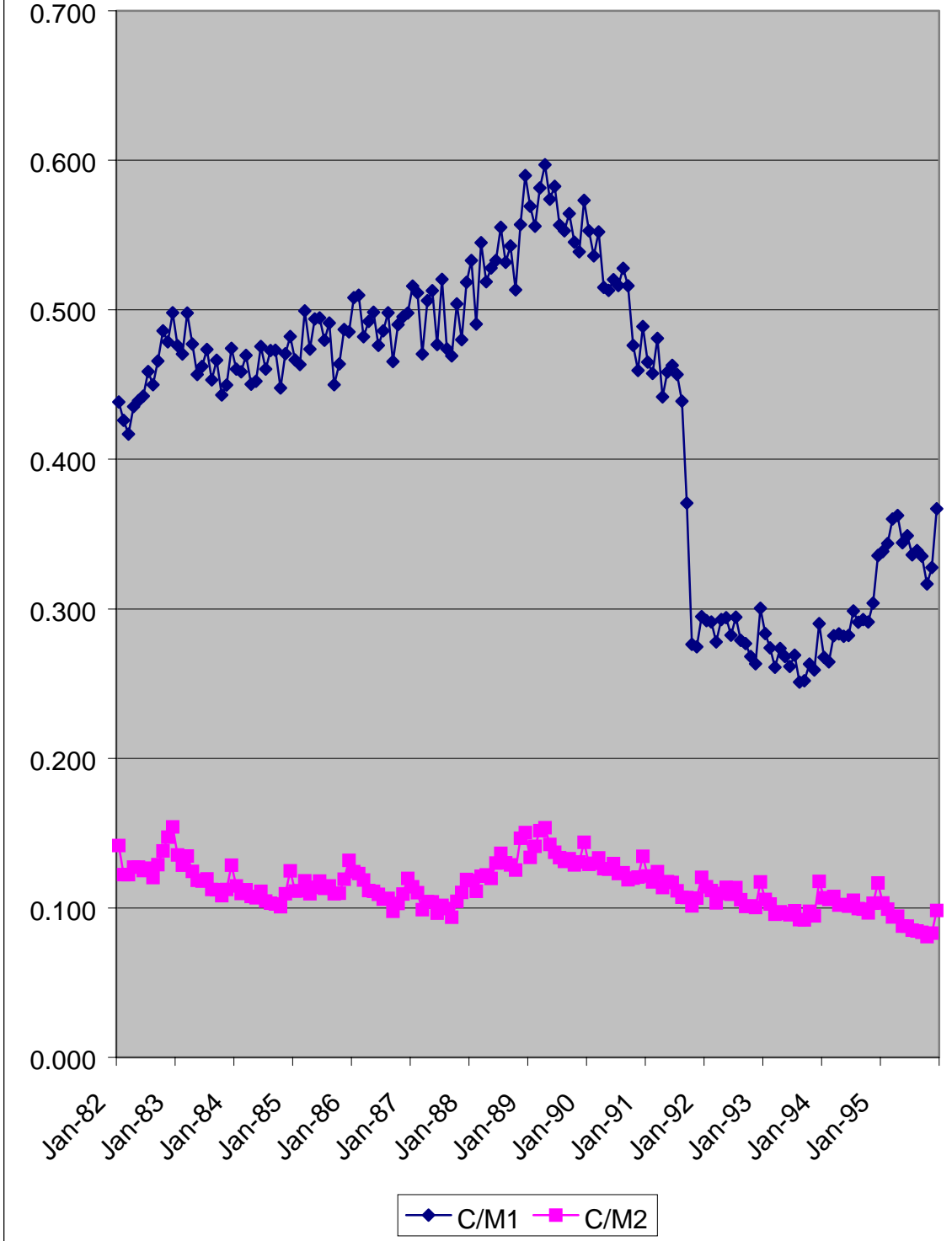
Estimates→ M <sup>d</sup> (.) function↓	H <sub>0</sub>					Estimated Cointegrating Vector	Lags
	r=0	r≤1	r≤2	r≤3	r≤4		
<b>With M1:</b>							
m1, y, i, f1	60.15**	32.85**	13.99	6.17		<b>0.31y - 0.63i + 1.94f1</b>	9
	[.00]	[.04]	[.16]	[.11]			9
with D89	67.76**	37.46**	14.65	6.79		1.13y -0.20i + 1.61f1	8
	[.00]	[.00]	[.13]	[.09]			8
m1,y,i,f1, Δp	125.35**	51.41**	30.63	13.62	5.9	<b>0.66y-0.53i+ 1.74f1-0.54Δp</b>	8
	[.00]	[.03]	[.06]	[.18]	[.13]		8
with D89	131.95**	58.32**	33.87	14.62	6.5	2.77y-0.06i+1.60f1-0.39Δp	
	[.00]	[.00]	[.03]	[.14]	[.10]		
<b>With M2:</b>							
m2, y, i	41.4**	17.23	5.24			-0.109y - 0.406i	10
	[.00]	[.06]	[.17]				10
with D89	49.2**	20.50	5.24			<b>0.446y - 0.147i</b>	10
	[.00]	[.02]	[.17]				
m2, y, i, f1	41.71	24.59	10.09	4.03		None	11
	[.20]	[.24]	[.44]	[.28]			11
with D89	49.20**	24.66	9.50	3.56		6.89y -0.32i + 1.49f1	11
	[.04]	[.23]	[.49]	[.34]			
m2, y, i, f2	39.53	20.94	9.37	3.52		None	11
	[.28]	[.45]	[.50]	[.35]			11
with D89	47.42*	22.32	9.07	3.48		<b>1.03y - 0.04i + 0.55f2</b>	11
	[.06]	[.36]	[.53]	[.35]			
<b>With M2: (Δp-Augmented)</b>							
m2,y,i, Δp	111.7**	35.14**	14.44	4.21		0.03y - 0.53i -0.51Δp	10
	[.00]	[.02]	[.14]	[.26]			10
with D89	118.0**	41.93**	17.67	4.49		<b>0.52y - 0.20i - 0.28Δp</b>	10
	[.00]	[.00]	[.05]	[.23]			
m2,y,i,f1, Δp	101.3**	36.63	21.59	8.36	2.0	3.76y-0.79i+1.40f1+0.19Δp	11
	[.00]	[.41]	[.40]	[.59]	[.57]		11
with D89	108.4**	44.39	21.53	7.93	1.8	<b>-1.13y-0.35i+ 0.34f1-0.41Δp</b>	11
	[.00]	[.12]	[.41]	[.63]	[.59]		
m2,y,i,f2, Δp	109.7**	41.41	23.31	9.59	4.2	0.33y-0.19i+0.57f2-0.49Δp	10
	[.00]	[.21]	[.30]	[.48]	[.27]		10
with D89	121.0**	52.98**	25.28	9.67	4.3	<b>2.21y+ 0.02i+ 0.49f2-0.22Δp</b>	10
	[.00]	[.02]	[.20]	[.48]	[.25]		

Notes: The variables are in logarithms (except for the interest rate) and are defined as follows: m1 or m2 stand for real balances (M1 or M2 deflated by the CPI); y measures real output (the index of industrial production); Δp is the inflation rate, i is the nominal interest rate; f1 is the M2/M1 ratio; and f2 is the currency/M1 ratio. The mark \*\* indicates significance at the 5% level or less. Below the calculated values are marginal significance levels (p-values) with the exact probability. The test statistic (for n=3,4,5 variables in the system) is  $-2\ln(Q) = -T\sum_{i=r+1}^{n-r} (1-\lambda_i)$ , where T is the sample size, r is the number of cointegrating vectors, and  $\lambda_i$  are the n-r smallest eigenvalues from the correlation matrix between  $\Delta X_t$  and  $X_{t-k}$  after regressing these 2n variables on a constant, lags of  $\Delta X_t$  and monthly dummies. The lag-length selection criterion used was given by Wald tests on exclusion of parameters as explained in section 4. The dummy (D89) takes the value of zero until 1988:11 and one from 1988:12 onwards.

**Figure 1. Mexico: Real currency, real M1 and real M2**



**Figure 2.** Mexico: Currency/M1 and currency/M2 ratios



## **Mercado de la vivienda en el Área Metropolitana de Monterrey**

El mercado de la vivienda en el AMM ha cambiado notablemente en los últimos cinco años. La vivienda en renta y los edificios de departamentos empiezan a aparecer en un mercado antes exclusivo de vivienda unifamiliar. El tamaño de las viviendas de interés social ha decrecido hasta en un 60% con respecto a la que se ofertaba hace unas cuantas décadas. El optimismo en cuanto al crecimiento futuro de la ciudad ha dado origen a un aumento importante en la demanda de vivienda. Los organismos vivendistas, no han podido dirigir sus créditos a los hogares de menores recursos, los cuales se han visto obligados a resolver su problema de vivienda mediante la autoconstrucción .

# DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PERFIL DEL CONSULTOR QUE SE CERTIFICA EN LA NORMA DE COMPETENCIA GENERAL Y DE LA EMPRESA A LA QUE PRESTA SERVICIO

Hugo Javier Fuentes Castro

## Resumen

El consultor cumple con el rol de aportar a las organizaciones conocimiento especializado para resolver sus problemas; se convierte en un facilitador idóneo del cambio productivo. Basta pensar que el consultor, al ser un transmisor de nuevas ideas que se traducen en cambio tecnológico, cambio organizativo y en nuevas formas de desempeño, garantiza la mejora en la productividad en cualquier organización.

Existe dentro de la empresa mexicana aún una baja predisposición a contratar los servicios de un consultor por la presencia de una cultura empresarial reacia a la innovación, al mismo tiempo que las crisis impiden el acceso a este tipo de servicios. A raíz de la crisis de 1994 muchas empresas se vieron obligadas a despedir a sus empleados y muchos decidieron en lugar de buscar trabajo en una nueva empresa, emprender el camino solos, dedicándose a la consultoría. La afiliación a la Cámara Nacional de Empresas de Consultoría que inició en 1985 con 200 afiliados tuvo su cenit en 1996 con 1700. Lamentablemente, este *boom* no trajo como consecuencia la revitalización del sector, si no que, debido a que esta actividad se volvió el último refugio para muchos al no encontrar otra vía para obtener ingresos, el servicio que se brindó dejó mucho que desear, dejando una amarga experiencia a muchas empresas y la presencia de una mala reputación. En mercados con una alta asimetría de información la reputación es fundamental ya que se convierte en la señal que dan los oferentes para poder atraer clientes y eliminar el riesgo de que el mercado desaparezca. A raíz de los anteriores problemas, surge la necesidad de certificar al consultor; es decir, validar ante el mercado que un agente tiene los conocimientos, habilidades y destrezas que se requieren para desempeñar una función productiva.

## I. INTRODUCCIÓN

El consultor tiene por objetivo aportar a las organizaciones que requieren sus servicios el conocimiento necesario para satisfacer sus necesidades y resolver sus problemas.

De esta manera es sencillo entender su importancia ya que se convierte en un facilitador idóneo del cambio productivo. Basta pensar que al ser el consultor un transmisor de nuevas ideas que se traducen en cambio tecnológico, cambio organizativo y en nuevas formas de desempeño, la mejora en la productividad en cualquier organización está garantizada.

La consultoría se divide en dos grandes rubros: consultoría de gestión e ingeniería. La consultoría en ingeniería ha sido la decana en nuestro país siendo su principal cliente la empresa gubernamental, la cual tenía en sus hombros hasta mediados de los ochentas, dada la política económica que privilegiaba la participación del Estado, el peso del crecimiento.

La consultoría en gestión inició en nuestro país sobre la segunda mitad de la década de los setentas, continúa en los ochentas y tiene en los noventas un fuerte crecimiento. La razón de este crecimiento está en la orientación de la política económica, la cual considera la competencia y la apertura del mercado el mecanismo de coordinación y motivación adecuado para que la gente tome decisiones económicas y alcance mejores niveles de bienestar.

El establecimiento de empresas de consultoría en diferentes especialidades ha sido un aspecto a resaltar, mientras que la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial ha habilitado a 10,000 consultores para orientar a la micro y pequeña empresa.

Los problemas que presenta la consultoría en México se pueden resumir en cinco puntos:

i) Alta concentración. Dentro de la consultoría de gestión 12 empresas tienen el 80% de la facturación. El 20% restante lo comparten empresas y cerca de 10,000 consultores.

ii) Durante el Boom petrolero de los setentas, PEMEX contrataba 20 millones horas hombre, 8000 técnicos especializados estaban bajo su servicio. A raíz de la crisis petrolera y del cambio de rumbo en lo que se refiere a la preponderancia de la participación del gobierno en la actividad económica la consultoría ingenieril mexicana inició una caída permanente hasta nuestros días. Al mismo tiempo, empresas que decidieron salir al extranjero vieron que el vivir del Estado les implicó perder un tiempo precioso dejando mercados potencialmente atractivos que tomaron empresas de otros países, en particular entidades brasileñas.

iii) Con la aparición de los Contratos Integrales (llave en la mano) el consultor mexicano se ha visto desplazado. Este tipo de contratos incluye todo el proceso de la obra y el costo financiero. Las trust extranjeras con una mayor fuerza financiera y contando con un amplio conocimiento del mercado financiero tienen acceso a programas del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Banco Mundial. Aunado a esto está el apoyo que tienen de sus gobiernos por lo que su competencia es avasalladora.

iv) Existe dentro de la empresa mexicana aún una baja predisposición a contratar los servicios de un consultor por la presencia de una cultura empresarial reacia a la innovación al mismo tiempo que las crisis impiden el acceso a este tipo de servicios.

v) A raíz de la crisis de 1994 muchas empresas se vieron obligadas a despedir a sus empleados y muchos decidieron en lugar de buscar trabajo en una nueva empresa emprender el camino solos, dedicándose a la consultoría. La afiliación a la Cámara Nacional de Empresas de Consultoría que inició en 1985 con 200 afiliados tuvo su cenit en 1996 con 1700. Lamentablemente este boom no trajo como consecuencia la revitalización del sector, sino que, debido a que esta actividad se volvió el último refugio para muchos al no encontrar otra vía para obtener ingresos, el servicio que se brindó dejó mucho que desear, dejando una amarga experiencia a muchas empresas y la presencia de una mala reputación.<sup>1</sup> En mercados con una alta asimetría de información la reputación es fundamental ya que se convierte en la señal que dan los oferentes para poder atraer clientes y eliminar el riesgo de que el mercado desaparezca. Si a esto unimos los anteriores puntos, se debe reconocer el problema que vive el sector.<sup>2</sup>

### **1.1. La importancia de la certificación y el objetivo del trabajo**

A raíz de los anteriores problemas, en particular los puntos iv y v, surge la necesidad de certificar al consultor; es decir, validar ante el mercado que un agente tiene los conocimientos, habilidades y destrezas que se requieren para desempeñar una función productiva a partir de expectativas de calidad esperadas por el sector productivo. Al certificar se busca reducir la asimetría de información que existe en el mercado y, al mismo tiempo, orientar en términos de capacitación al consultor que no sea considerado apto.

De esta manera surge la norma de Competencia Laboral la cual describe lo que una persona debe ser capaz de hacer, la forma en que puede evaluarse si lo que hizo está bien hecho, las condiciones en que la persona debe demostrar su aptitud, así como los tipos de evidencia necesarios para tener la seguridad de que lo que está haciendo se realiza de manera eficiente con base en un conocimiento construido y no como producto de la casualidad.

Para la certificación, la norma es el punto de referencia y para operativizar el proceso de certificación se requiere de un Centro Evaluador, un Centro Certificador y la presencia de un organismo que avale el proceso en su conjunto, que en el caso mexicano es el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER).

Este esfuerzo ha sido compartido por el Centro de Análisis Económico, creando con el apoyo de la División de Negocios y Alta Dirección un centro evaluador que permite al consultor certificarse en la Norma de Consultoría General

Sin embargo no basta con certificar, para disminuir las carencias informativas se necesita de programas y apoyos, pero esa misma brecha afecta la efectividad de estos esfuerzos creando un círculo vicioso. Un ejemplo palpable del problema de información se percibe cuando se realizan preguntas tan básicas que no tienen respuestas como: ¿Cuál es el perfil

---

<sup>1</sup> Este tema es analizado con profundidad en Milgrom y Roberts (1993).

<sup>2</sup> Para 1999 la Cámara Nacional de Empresas de Consultoría cuenta con 680 afiliados. La información que ha aparecido en esta sección proviene de Gutiérrez, M. (2000).



del consultor que se certifica?, ¿Qué características tiene la empresa que atiende este tipo de consultor?.

La importancia que tiene contestar estas preguntas está en que las políticas de apoyo para disminuir las brechas de información en el mercado y las destinadas a incrementar el capital humano del consultor, deben de saber a quién están impactando y así definir otras vías de apoyo o en su caso incentivar lo que hasta ahora se ha hecho. **El objetivo de este trabajo es contestar estas dos preguntas y ser un punto a tomar en cuenta para los tomadores de decisiones. Vale la pena resaltar que al ser realizado este trabajo se tienen registrados 550 consultores certificados y que este dato está muy lejos de ser una cifra que impacte al mercado de la consultoría dadas las cifras que se han mencionado en este trabajo.**

Para alcanzar el objetivo que se propone este estudio, en otras palabras, para contestar las dos preguntas, fue necesario crear una base de datos y enfrentar la brecha informativa que existe en el mercado. La generación de esta base es en si un logro, ya que, si bien la Secretaría de Economía tiene un registro de consultores, no existe en nuestro país otra que haga referencia a los consultores que están certificados. Asimismo vale la pena resaltar que el trabajo es descriptivo sin que ningún modelo de comportamiento se introduzca, utilizándose sólo como herramienta, adicionalmente al análisis estadístico tradicional, el análisis multivariante con la aplicación de un Cluster.

## II.- La Base de Datos

Como ya se indicó la base de datos se construye con la finalidad de brindar un perfil tanto del consultor que se certifica como de la empresa que busca sus servicios. Para realizar esta base fue necesario además del trabajo del Centro de Análisis Económico el apoyo de otro centro evaluador y de un centro certificador, teniendo siempre como punto de referencia respetar la confidencialidad de la información al no revelar la identidad de las instituciones y personas que conforman la base.

Sujetos a las restricciones de información y a mantener la confidencialidad a continuación se muestra los datos que para personas y empresas fue posible obtener. El tamaño de la base para consultores es de 107 mientras que de empresas se obtuvieron 194.

Vale la pena resaltar que los consultores analizados son los que han logrado la certificación y que las empresas que se presentan son firmas en las que el consultor tuvo éxito y que él utilizó como evidencia para respaldar la certificación.

### Consultor

i) Edad: con esta información se busca conocer la edad promedio del consultor que se certifica y evaluar el grado de dispersión que existe en torno a ésta. De esta manera se tiene un punto de contraste con la afirmación que dice que los consultores de más edad no necesitan la certificación al tener reputación, mientras que los jóvenes la necesitan como una señal.

ii) Sexo: con esta información se desea conocer el grado de involucramiento de la mujer consultora que se certifica.

iii) Grado de Estudio: con este dato se puede conocer el grado de preparación profesional que tiene el consultor. Esto es importante dado que una queja en el mercado es el bajo nivel de preparación lo cual impacta en términos de reputación. Vale la pena señalar que la certificación busca validar al trabajador a expensas del grado de preparación que tenga dando mayor peso a la experiencia y a la calidad de sus trabajos.

iv) ¿Pertenece a una organización, a un sistema de consultores o empresa?: esta información se hizo para evaluar si pertenece a CIMO, COMPITE a un sistema o empresa de consultoría. Esto permite saber el grado en que el consultor independiente a cualquier organización está aceptando la certificación.

Empresa:

i) Vida de la empresa: con esto se busca conocer la edad promedio de las empresas que buscan a un consultor. Una idea muy extendida es que las empresas con una edad mayor son reacias a la consultoría.

ii) Costo : una pregunta es ¿cuál es el costo promedio de los servicios de un consultor que se certifica?.

iii) Es de servicios o no: una pregunta que se hace es si la empresa que atiende un consultor que busca la certificación pertenece en su mayoría al sector servicios.

iv) ¿Se proporcionaron cursos?: la idea esencial es si en el proceso de consultoría está presente la transmisión de conocimientos a través de la impartición de cursos. De esta manera se puede pensar que el servicio de consultoría tiene un impacto positivo en el capital humano de los trabajadores y empleados.

v) ¿Está en el D.F?: se busca saber si la certificación está teniendo mayor impacto en el D.F. que en la provincia.

vi) Forma de empresa: se intenta apreciar qué empresas, clasificándolas por formas de propiedad, utilizan los servicios de los consultores.

vii) ¿Cuál es el costo medio por día de servicio?.

viii) Área de la empresa: ¿hacia dónde va dirigido el servicio: producción, ventas, recursos humanos..etc?

### III.- Estimación

Para el análisis de la información se realizará un análisis descriptivo evaluado con medidas de tendencia central y de dispersión junto con una tabla de frecuencia. Adicionalmente se aplicará un análisis tipo Cluster.

El análisis Cluster busca encontrar dentro de una muestra de observaciones grupos con similitudes, utilizando en este caso los datos que se han presentado tanto para empresas como para consultores. Se utiliza como método cluster el “between-groups linkage” y como medida tradicional la distancia Euclidiana.<sup>3</sup>

Como ya se indicó el tamaño de la muestra fue de 107 consultores y 194 empresas.

### IV.- Resultados

Los resultados del análisis descriptivo se encuentran en las tablas que se presentan en el anexo atendiendo a cada una de las variables que se utilizaron tanto para el caso de los consultores como de la empresa. A continuación se comentan los resultados.

#### IV.1. Consultores

i) Edad: de acuerdo a la tabla 1 la edad promedio del consultor es de 37.9 años siendo su desviación estandar de 8.69. Analizando la tabla de frecuencia se observa que si bien entre los 20 a los 26 años inicia el trabajo de consultoría, es de los 26 a los 51 que se tiene el 86% de las observaciones, teniendo después de los 51 sólo un 3.7% de la muestra.

Si se observa la clase segunda(26.25-32.5), tercera(32.5-38.75),cuarta(38.75-45) y quinta(45-51.25) se puede apreciar que la máxima frecuencia se ubica en la cuarta con un 25.23% de la muestra, sin embargo las diferencias con la segunda 19.63% y tercera 22.44% no son importantes.

Si consideramos que la salida de la licenciatura es a los 23 años, edad mínima en la muestra, y la maestría se termina sin haber frenado el proceso escolar a los 25 años, se

---

<sup>3</sup> Para la estimación se probaron dos metodos más de cluster : 1) Centroide y 2) Vecino más cercano. Como distancia se probó adicionalmente la Distancia Euclidean al cuadrado. Los resultados que se obtuvieron no distan de los presentados en el trabajo, por lo que se decidió no anexarlos. El programa utilizado es Statgraphics Plus.

puede afirmar que la gente inicia un proceso de consultoría hasta tener experiencia laboral, mínimo 3 años, 23 a 26, o en su caso haber terminado la maestría.

En este sentido es sugerente apreciar que la edad es una señal para el mercado y que a pesar de que se considere que son los más jóvenes los que tienen más incentivos a certificarse estos aparecen a partir de los 26 años. Adicionalmente la demanda por certificación se mantiene sin grandes saltos hasta los 51 años donde decae sensiblemente.

Un ejercicio a realizar en el futuro es analizar la causa por la que las personas después de los 51 no están interesados en el proceso de certificación. Tres podrían ser las causas: la primera es que las personas de esta edad ya tienen una reputación que no requiere estar a prueba, la segunda es que son reacios al cambio y, tercero, el número de consultores después de esta edad se reduce sensiblemente.

ii) Sexo: como se observa en la tabla 2, el 65.4% de los consultores certificados son hombres mientras que un 34.6% son mujeres. A pesar de que el porcentaje que tiene la mujer no es despreciable, aun queda camino que recorrer para que la mujer tenga una mayor presencia en el sector.

El porcentaje de consultores con un nivel escolar superior a la licenciatura se ubica en un 32% para el sexo masculino y en un 21% para el sexo femenino, en tanto que el porcentaje de consultores con estudios de ingeniería dice que el 74% de los caballeros cursó esta carrera, mientras que las mujeres un 18%. Lo anterior nos dice que la mujer se ha enfocado esencialmente a la consultoría de gestión, en tanto que el hombre prepondera en la consultoría ingenieril sin que esto signifique que no pueda dar consultoría gerencial. Por su parte los porcentajes referentes a estudios superiores a la licenciatura hablan de que estos no son preponderantes ni en hombre ni en mujeres. Una posible explicación se encuentra en que la gente con niveles superiores de educación no encuentra en la certificación una señal significativa para diferenciarse en el mercado.

iii) Grado de Estudio:

Siguiendo la tabla 3 de los consultores que buscaron la certificación un 98% tienen la licenciatura, 54% son ingenieros, pero únicamente un 28% tiene grados superiores de educación académica. Una vez más esto indica que la certificación no es una señal interesante para quien tiene una maestría o un doctorado.

Vale la pena señalar que la certificación busca validar al trabajador a expensas del grado de preparación que tenga dando mayor peso a la experiencia y a la calidad de sus trabajos. En este sentido la certificación sería una señal alternativa, para el caso de la consultoría, de los estudios de postgrado.

Por esta razón es cuestionable la nueva estrategia que busca promocionar la certificación con los estudiantes que están egresando de las universidades señalando que la certificación serviría para encontrar más rápido trabajo y en su caso reducir el periodo como aprendiz en una organización, el cual se caracteriza por bajos sueldos y una ardua labor.

Si bien la certificación es una medida que puede ayudar a compensar a un consultor la carencia de grados académicos gracias a su experiencia, la certificación no puede compensar la experiencia, la cual, de acuerdo a lo observado en el primer inciso es muy importante, al grado que un mayor porcentaje de participación en la certificación inicia a partir de los 26 años.

iv) ¿Pertenece a una organización, a un sistema de consultores o empresa?. Los resultados, tabla 4, indican que sólo un 13% de los 107 consultores analizados son independientes, perteneciendo el resto a algún tipo de organización. Esto permite hacer pensar que las organizaciones de consultores han sido los canales que han permitido generar la certificación al obligar a sus miembros a hacerla y ofreciendo descuentos que previamente habría negociado, quedando patente que aún existe un largo camino por recorrer en lo que respecta a atraer consultores independientes.

## **IV.2. Empresa**

i) Vida de la empresa: la tabla 5 muestra que la vida promedio de una empresa que busca un consultor certificado es de 14.01 años con una desviación estandar de 11.8, con un máximo de 61 y un mínimo de 1. Un hecho a resaltar en la tabla de frecuencia es que la empresa mientras mayor edad tenga más reacia es a buscar la consultoría. Observe como el 67% de las empresas se ubican en la clase 1 y 2, lo cual nos diría que van de 1 a 15 años de vida. Observe como empresas con más de 25 años en el mercado reducen sensiblemente su demanda de consultoría. Explicaciones a esto se puede encontrar en una actitud reacia al cambio por parte del empresario que tiende a repetir fórmulas de desempeño y se rige por las ganancias promedio que ha obtenido en el mercado.

ii) Costo : una pregunta es ¿cuál es el costo promedio de los servicios de un consultor que se certifica?. Siguiendo la tabla 6 el costo medio por servicio es de 47626.1 nuevos pesos y una desviación estandar de 55557.5. Si se observa la tabla de frecuencia el 60% de las empresas se ubican en la clase 1; es decir, donde el máximo costo por servicio se ubica en 36667 pesos. Si se observa detenidamente las siguientes clases tienen cada vez una menor frecuencia. La segunda clase tiene un 29.38% de las empresas analizadas, donde el máximo pago por servicios es 103,333. Las siguientes clases no tienen peso en la distribución que siguen las empresas. Si se observa, el costo no es elevado en parte esto puede ser explicado por que la mayoría de los consultores pertenecen a organizaciones, las cuales tienden a mantener políticas de bajos precios a las empresas ya que un porcentaje elevado de los servicios son subsidiados por el gobierno.

iii) Es de servicios o no: una idea generalizada es que la mayoría de las empresas que solicitan el apoyo de un consultor están relacionadas con los servicios. El resultado que se obtuvo, tabla 7, es que el 46% de las empresas pertenecen a este sector. Lamentablemente no fue posible obtener más información sobre cuáles son las ramas del sector servicios que son apoyadas por el consultor que se certifica.

iv) ¿Se proporcionaron cursos?: la idea esencial es si en el proceso de consultoría está presente la transmisión de conocimientos a través de cursos de capacitación y el resultado obtenido, véase tabla 7, muestra que el 95% de las empresas recibieron cursos.

v) ¿Está en el D.F?: se busca saber si la certificación está teniendo mayor impacto en el D.F. que en la provincia. En la tabla 7 se observa que sólo el 5% de los apoyos en consultoría se dieron en el D.F. quedando el resto al interior de la república mexicana. Esto muestra que el consultor que quiere certificarse presta sus servicios a empresas que se ubican en el interior del país. Una explicación está es que para el consultor que da servicio a empresas asentadas en la capital no percibe que la certificación sea un factor determinante para que demanden sus servicios, en tanto que para quien da su servicio en el interior sí lo es. El menor tamaño del mercado en provincia puede jugar el papel determinante obligando al consultor a tener mejores credenciales.

vi) Forma de empresa: los resultados que presenta la tabla 8 muestran que 52.5% de las empresas certificadas son sociedades anónimas, 36% son empresas familiares, 7.44% son cooperativas, 2.06% son asociaciones civiles y un 2% gubernamentales. Lo anterior deja a la vista que para el consultor que desea certificarse el gobierno no es un cliente importante y sí lo son sociedades anónimas y empresas familiares.

vii) ¿Cuál es el costo medio por día de servicio?. En promedio al día un consultor cobra, véase tabla 9, 1756.06 nuevos pesos existiendo una desviación standart de 1596.5 pesos, siendo el mínimo 0 y el máximo 10925 pesos. La tabla de frecuencias muestra que en la clase 2 que va de 666.66 a 2333.3 se encuentra el 47.4% de la muestra. Le sigue en importancia la clase 1, que reúne el 26.8% de la muestra. La clase 3 que tiene un rango de 2333.33 a 4000 tiene un 15.98% de la muestra. Con estas tres clases que en forma conjunta tendrían un rango de 0 a 4000 pesos por día se encuentra el 90% de los consultores.

viii) Area de la empresa: ¿hacia dónde va dirigido el servicio: producción, ventas, recursos humanos...etc.? Siguiendo la tabla 10 los resultados muestran que un 38% van al área de administración, 35.5% a producción, 19.5% a ventas y marketing, 6.7 % a recursos humanos. Con esto podemos decir que la consultoría gerencial es más ofrecida por este tipo de consultores que la ingenieril. Esto a pesar de que, como ya se mostró, el 54% de los consultores son ingenieros.

### **IV.3. Cluster**

Como ya se mencionó el análisis Cluster busca encontrar dentro de una muestra de observaciones grupos con similitudes, utilizando en este caso los datos que se han presentado tanto para empresas como para consultores. Se utiliza como método cluster el "between-groups linkage" y como medida tradicional la distancia Euclidiana.

#### **IV.3.1.Consultores**

Como se muestra en la tabla 11 se encontraron cuatro grupos de agentes

El primer grupo corresponde a individuos de sexo masculino, con una edad promedio de 41 años los cuales tienen estudios superiores a la licenciatura y que en un 57% son ingenieros. Este grupo lo conforman 22 consultores, 20.56% de la muestra.

El segundo grupo lo conforman mujeres cuya edad promedio son los 32 años el 22% tienen estudios superiores a la licenciatura y el 20% tienen estudios en ingeniería. Este grupo lo conforman 37 consultores, el 34.58% de la muestra.

El tercer grupo lo conforman dos varones cuya edad promedio es 62.5 años, el primero tiene 62 años y el segundo 65. Uno tiene estudios de postgrado y los dos son ingenieros. Componen el 1.87% de la muestra.

El cuarto grupo lo componen varones, cuya edad promedio es 39.7 años, no tienen estudios de postgrado y el 57.4% son ingenieros. Este grupo representa el 42.99% de la muestra.

De lo anterior se desprende que la mujer representa dentro de la muestra con la que se ha trabajado, un grupo con mayor homogeneidad que en el caso de los varones.

Por su parte los hombres muestran una mayor variación afincado este hecho en el grado de estudios y en la edad, esto en particular para un caso.

#### **IV.3.2. Empresas**

Este cluster toma en cuenta, obsérvese tabla 12, todas las variables utilizadas para describir a la empresa. El método utilizado fue el ya referido con anterioridad, método cluster el "between-groups linkage" y como medida tradicional la distancia Euclidiana, generándose 5 grupos de empresas.

El primer grupo lo conforman las cuatro Asociaciones Civiles con que cuenta la muestra y que tiene un promedio de 75.75 empleados, que pagaron en promedio 150,132.5 pesos, la duración del proyecto fue de 83.7 días, el 50% de estas empresas impartieron cursos, el costo medio al día fue de 1866.33 y tienen una vida de 17.25 años. Ninguna de las empresas están en el D.F. y las cuatro empresas trabajan en el sector servicios.

El segundo grupo lo conforman 183 empresas, de las cuales el 37.15% son empresas familiares, 52.45% sociedades anónimas, 8.19% son cooperativas y un 2.18% son empresas del gobierno. El 45.35% trabajan en el sector servicios y tienen una vida en el mercado de 13.56 años. El número promedio de empleados es de 51.52, el costo promedio que pagan por servicio es de 39,985.98, la duración promedio del contrato es de 43.66 días y el 91.5% de las empresas recibieron cursos. El costo promedio por día que paga este tipo de empresas es de 1770.44 pesos y el 5.46% de las empresas están en el D.F. Este grupo representa el 94.32% de la muestra.

En el tercer grupo conviven empresas que en promedio tienen de establecidas en el mercado 30.8 años, tienen en promedio 863 empleados y pagan por servicio 198,550 pesos teniendo como media la duración de los trabajos 108.4 días. El 100% de estas empresas recibieron cursos teniendo como pago por día promedio de 1655.12 pesos. Son 5 empresas las que conforman este grupo.

El cuarto grupo tiene sólo una empresa la cual recibió un servicio por 600 días, siendo el costo de 300,000 pesos por lo que el costo por día del servicio se reduce a 500 pesos. Esta empresa tiene 17 empleados y recibió cursos de adiestramiento. Tiene 11 años en el mercado, trabaja en el sector servicios y es una sociedad anónima. Esta empresa radica fuera del D.F.

El quinto grupo, al igual que su antecesor sólo está conformado por una empresa. Esta empresa cuenta con 21 trabajadores y el costo del servicio que recibió fue de 28,750 pesos. La duración del servicio que recibió fue de 65 días por lo que el costo por día fue de 442.30 pesos. Su experiencia en el mercado es de 3 años siendo una sociedad anónima.

Del resultado obtenido se desprende que las empresas muestran una mayor homogeneidad que lo consultores. Sólo un grupo tiene el 94.32% de la muestra por lo que se podría afirmar que el tipo de empresa que atiende un consultor que se certifica tiene los rasgos del grupo 2.

## V.- Conclusiones

a) Los resultados dan indicios de que la certificación es buscada como un sustituto de grados académicos superiores, por lo que se convierte en una señal muy importante para el consultor que ofrece sus servicios y busca disminuir asimetrías de información. De la seriedad con la que se implemente la certificación depende el éxito de ésta.

b) La certificación encuentra su demanda a partir de los 23 años manteniendo un comportamiento estable de los 26 hasta los 51 años, edad a partir de la cual la demanda disminuye sustancialmente.

Un punto a analizar son las causas por las que los consultores después de los 51 no están interesados. Tres pueden ser las respuestas: la primera es que las personas de esta edad ya tienen una reputación que no requiere estar a prueba, la segunda es que son reacios al cambio y, tercero, el número de consultores después de esta edad se reduce sensiblemente.

c) Del anterior punto vale la pena recalcar el peso de la experiencia. Si bien la certificación es una medida que puede ayudar a compensar a un consultor la carencia de grados académicos gracias a su experiencia, la certificación no puede compensar la experiencia, la cual, de acuerdo a lo observado en el primer inciso es muy importante, al grado que un mayor porcentaje de participación en la certificación inicia a partir de los 26 años. Recuérdese que la certificación busca validar al trabajador a expensas del grado de preparación que tenga dando mayor peso a la experiencia y a la calidad de sus trabajos.

De lo anterior se desprende la crítica hacia la estrategia encaminada a promocionar la certificación con los estudiantes que están egresando de las universidades ya que la certificación pierde sentido y congruencia. Por otra parte vale la pena analizar los peligros que acarrea a la universidad que busca la certificación del estudiante ya que puede impactar negativamente sobre su prestigio.

d) El consultor que se certifica pertenece en su mayoría a organizaciones que los han obligado a certificarse por lo que queda mucho por hacer con los consultores independientes. Un posible solución es que las autoridades hagan obligatoria la certificación y así permear en todos los ámbitos de la consultoría.

Los resultados obtenidos pueden reafirmar el hecho de que la certificación no ha tenido la penetración que sería deseable dado el efecto benéfico que tiene para la planta productiva nacional.

e) Sobre las empresas que son asistidas por un consultor que busca la certificación resalta que un porcentaje muy pequeño, 5%, se encuentran en el D.F. Una posible razón se puede encontrar en que el menor tamaño del mercado en provincia puede jugar un papel determinante obligando al consultor a tener mejores credenciales. Una segunda explicación está en el centralismo y en el hecho de que el gobierno no exija la certificación a los consultores que le brindan servicios.

f) El costo medio que paga una empresa por servicio y en promedio por día se ubican en \$46,626 y \$1,756 respectivamente. Estos costos son sumamente bajos lo cual se explica porque muchos de los consultores pertenecen a alguna organización y en buena medida parte del servicio es subsidiado por el gobierno.

g) La consultoría de tipo gerencial prepondera sobre la ingenieril. La impartición de cursos es fundamental.

h) De acuerdo a la muestra analizada el gobierno no es un cliente asiduo del consultor que busca certificarse. Un punto importante a considerar es que la certificación puede lograr una mayor expansión hasta que el gobierno la exija a todo aquel que pretenda venderle sus servicios.

i) La posibilidad de conocer más sobre la consultoría en México va de la mano con el grado de accesibilidad que exista en la información. La base de datos construida para el trabajo es un logro en sí, pero aún falta más información para hacer un análisis más completo y enriquecedor.

## VI.- Bibliografía

Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral, CONOCER, ¿ Qué es una Norma De Competencia Técnica Laboral?. Documento Informativo al Público.

Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral, CONOCER, ¿ Qué es la Certificación de Competencia Laboral?. Documento Informativo al Público.

Gutierrez, M. (2000) "Perspectiva de la Consultoría en México", Documento de Trabajo. Camara Nacional de Empresas de Consultoría. México, D.F.

Milgrom, P. y J. Roberts (1993) Economía, Organización y Gestión de la Empresa. Ariel (ed). Barcelona.

## VII.- Anexos

Tabla 1: Edad del Consultor

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
Abajo	de	20	0	0	0	0
1	20	26.25	11	11	0.102804	0.102804
2	26.25	32.5	21	32	0.196262	0.299065
3	32.5	38.75	24	56	0.224299	0.523364
4	38.75	45	27	83	0.252336	0.775701
5	45	51.25	20	103	0.186916	0.962617
6	51.25	57.5	2	105	0.0186916	0.981308
7	57.5	63.75	1	106	0.00934579	0.990654
8	63.75	70	1	107	0.00934579	1
Encima	de	70	0	107	0	1

Inf. Estadística:	
Observaciones	107
Media	37.9
Desv. Std.	8.69
Max	65
Min	23
Int. De Conf. Media (95%)	[36.23,39.57]

Tabla 2: Sexo y Grado Escolar

	% de la Muestra	% con nivel superior a la Licenciatura	% de Ingenieros
Mujeres	34.6	21	18
Hombres	65.4	32	74

Tabla 3: Grado Escolar en la Muestra

	% de Consultores con Licenciatura	% con nivel superior a la Licenciatura	% de Ingenieros
Grado Escolar	98	28	54

Tabla 4: Consultores Asociados e Independientes

% de Consultores Independientes	% de Consultores Asociados
13%	87%

**Tabla 5: Vida de la Empresa**

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
En o	Abajo de	-2	0	0	0	0
1	-2	6.88	66	66	0.340206	0.340206
2	6.88	15.77	64	130	0.329897	0.670103
3	15.77	24.66	32	162	0.164948	0.835052
4	24.66	33.55	13	175	0.0670103	0.902062
5	33.55	42.44	14	189	0.0721649	0.974227
6	42.44	51.33	4	193	0.0206186	0.994845
7	51.33	60.22	0	193	0.0	0.994845
8	60.22	69.11	1	194	0.00515464	1.0
9	69.11	78	0	194	0.0	1.0
Encima	De	78	0	194	0	1
<b>Inf. Estadística:</b>						
Observaciones 194.0						
Media 14.0155						
Desv. Std. 11.799						
Max 61.0						
Min 1.0						
Int. De Conf. Media. 95% [12.34,15.68]						

**Tabla 6: Costo de proyecto**

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
En o	Debajo de	-2	0	0	0	0
1	-30000	36666.7	117	117	0.603093	0.603093
2	36666.7	103333.	57	174	0.293814	0.896907
3	103333.	170000	15	189	0.0773196	0.974227
4	170000	236667	1	190	0.00515464	0.979381
5	236667	303333	2	192	0.0103093	0.989691
6	303333	370000	1	193	0.00515464	0.994845
7	370000	436667	0	193	0.0	0.994845
8	436667	503333	1	194	0.00515464	1.0
9	503333	570000	0	194	0.0	1.0
Encima	De	570,000.	0	194	0	1
<b>Inf. Estadística:</b>						
Observaciones 194.0						
Media 47626.1						
Desv. Std. 55557.5						
Max 450750.						
Min 0.0						
Int. De Conf. Media (95%) [39758,55493]						

**Tabla 7: Características Diversas (%)**

% de Empresas que están en el Sec. Serv.	46%
% de Empresas que recibieron cursos	95%
% de Empresas en el D.F.	5%

**Tabla 8: Clasificación por Forma de Propiedad (%)**

Sociedad Anónima	52.5%
Familiares	36%
Cooperativas	7.44%
Asoc. Civil	2.06%
Gubernamental	2%



Tabla 9: Costo medio diario

Clase	Limite Inferior	Limite Superior	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
En o	Debajo de	-1000	0	0	0	
1	-1000	666.6	52	52	0.268041	0.268041
2	666.6	2333.3	92	144	0.474227	0.742268
3	2333.3	4000	31	175	0.159794	0.902062
4	4000	5666.6	13	188	0.0670103	0.969072
5	5666.6	7333.3	5	193	0.0257732	0.994845
6	7333.3	9000	0	193	0.0	0.994845
7	9000	10666.7	0	193	0.0	0.994845
8	10666.7	12333.3	1	194	0.00515464	1.0
9	12333.3	14,000	0	194	0.0	1.0
Encima	De	14,000.	0	194	0	1
<b>Inf. Estadística:</b>						
Observaciones 194.0						
Media 1756.06						
Desv. Std. 1596.5						
Max 10925.0.0						
Min 0.0						
Int. De Conf. Media (95%) [1529.9,1982.1]						

Tabla 10: Areas atendidas en la consultoría (%)

Administración	38%
Producción	35.5%
Ventas y Marketing	19.5%
Recursos Humanos	6%

Tabla 11: Cluster de Consultores

SEXO	EDAD*	POSTGRADO %	INGENIEROS %	CLUSTNUMS	MUESTRA %
M	41	100	57	1	20.56
F	32	22	20	2	34.58
M	62.5	50	100	3	1.87
M	39.7	0	57.4	4	42.99

NOTA: (M) MASCULINO, (F) FEMENINO, \* PROMEDIO

Tabla 12: Cluster de Empresas

EMPLEADOS*	VIDA DE LA EMPRESA (AÑOS)*	COSTO (PESOS)*	DURACION (DIAS)*	CURSOS %	EMPRESAS EN D.F %	CLUSTNUMS		
75.75	17.25	150,132.5	83.7	50	0	1		
51.52	13.56	39,985.8	43.66	91.5	5.46	2		
863	30.8	198,550.	108.4	100	0	3		
17	11	300,000	600	100	0	4		
21	3	28,750	65	0	0	5		
COSTO DIARIO (PESOS)*	A.C. %	FAM. %	S.A. %	COOP. %	GOB %	SERIF %	MUESTRA %	CLUSTNUMS
1866.3	100	0	0	0	0	100	2.06	1
1770.4	0	37.15	52.45	8.19	2.18	45.35	94.32	2
1655.124	0	0	100	0	0	0	2.57	3
500	0	0	100	0	0	100	.51	4
442.3	0	0	100	0	0	100	.51	5

NOTA: \* PROMEDIO

**Remittances and Microenterprises in Mexico.** Christopher Woodruff, University of California San Diego; René Zenteno, Centro de Estudios Estratégicos Sistema ITESM.

Does access to capital lead to more robust investment in small scale enterprises in developing economies? We examine the effect of capital constraints on investment levels of microenterprises in Mexico. We use a survey of more than 6000 small firms located in 44 urban areas of Mexico. We focus on one important source of investment capital for Mexican entrepreneurs: earnings from migration by the owner or family members working in the United States. We estimate that remittances are responsible for almost 27% of the capital invested in microenterprises throughout urban Mexico. Within the ten states with the highest rate of migration to the United States, we estimate that more than 40% of the capital invested in microenterprises is associated with remittances. In addition to showing the importance of remittances in microenterprise development, the findings suggest that access to capital is an important factor in enterprise development.

# LA APLICACIÓN DE LOS DATOS DE CODIGOS DE BARRA EN LAS POLÍTICAS DE PRECIOS: MAS ALLA DE LA PARTICIPACION DE MERCADOS Y LOS INVENTARIOS

Nicolas Gutiérrez, Valerio Zivec, Irma A. Gómez y Gerardo Lozano

Este artículo explora la interrelación de las variaciones en el precio para un grupo de aceites comestibles utilizando un sistema de demanda. El estudio desarrolla la estimación para diversas formas funcionales para estimar las elasticidades directas y cruzadas utilizando datos de códigos de barra proporcionados por una cadena de supermercados del norte de México. Los resultados del sistema lineal de demanda brindan valiosos resultados sobre como las elasticidades precio varían de acuerdo al nivel de ingreso, o si el producto es el líder o uno seguidor. Así mismo, son de interés especial la asimetría de las elasticidades cruzadas. Los resultados contribuyen al diseño de políticas de precio y promocionales entre las diferentes tiendas.

Palabras claves: Estimación de sistemas de demanda, datos de códigos de barra, elasticidad de demanda, análisis de precios.

## 1. Introducción

La categoría de abarrotes comestibles es la más importante en ventas en los supermercados mexicanos, dentro de esta los aceites vegetales tienen el tercer lugar en ventas después de bebidas refrescantes y la de cereales. Las ventas mensuales de aceite vegetal en el área metropolitana de Monterrey son de 1,200,000 litros de aceite en supermercados equivalentes a 0.4 litros mensuales por persona [1]. Los aceites comestibles están elaborados con una o con una mezcla de las siguientes semillas: soya, algodón, canola, cartamo, girasol ó maíz.

En el área metropolitana de Monterrey, México el aceite vegetal comestible es uno de los productos que tienen una alta frecuencia de compra y genera un considerable tráfico. Los clientes de este producto mantienen una alta lealtad hacia la marca y tienen una alta recordación del precio de venta, [2]. El presente estudio se ha efectuado con los datos de códigos de barra de una cadena de autoservicio situada en Monterrey, México la cual cuenta con siete sucursales en la ciudad. Los datos del estudio considera siete marcas de aceite comestible que se encuentran dentro de las primeras diez marcas más vendidas a nivel regional.

El uso del código de barras permite establecer un enfoque sistemático para estudiar la estructura de mercado, establecer mercados relevantes y observar los patrones de competencia entre los productos

---

Nicolás Gutiérrez, Irma A. Gómez y Gerardo Lozano son profesores de la EGADE, ITESM Campus Monterrey [ngutierrez@itesm.mx](mailto:ngutierrez@itesm.mx), [igomez@itesm.mx](mailto:igomez@itesm.mx), [glozano@itesm.mx](mailto:glozano@itesm.mx)  
Valerio Zivec es egresado de la maestría en Mercadotecnia

[3]. Esto ha permitido el desarrollo de modelos de demanda y el diseño de programas para establecer políticas de precios y evaluación de políticas promocionales [4].

En la estimación de modelos de demanda se requiere de la elección adecuada de la correcta forma funcional [5]. La elección de modelos de demanda es determinante para seleccionar los que brinden estimaciones de elasticidad cercanas a la realidad. Inicialmente los trabajos empíricos de demanda estuvieron concentrados en la estimación de ecuaciones individuales con el objetivo de obtener parámetros de elasticidades. Las elasticidades son fáciles de entender, son porcentajes que pueden ser fácilmente estimados de las ecuaciones e inclusive directamente de los parámetros estimados como es el caso de las estimaciones doble logarítmicas [6].

Recientemente los sistemas de demanda han empezado a ser más populares para la estimación de demanda. Existen diferentes formas funcionales que forman grupos de productos que son utilizados para la estimación de sistemas de ecuaciones de demanda sujeto a restricciones establecidas por la teoría económica. La ventaja de los sistemas de demanda es que permiten hacer la estimación de la demanda de distintos bienes aprovechando la interacción de precios y de ingreso en la decisión de compra de los consumidores. La intensidad de sus cálculos estuvo limitado en sus inicios por restricciones de capacidad computacional.

El objetivo de este artículo es calcular los efectos en la cantidad comprada de aceites cuando cambian sus precios y los de sus competidores a través de la estimación de distintas formas funcionales. Dentro de los objetivos específicos se encuentran el determinar cuáles son los cambios en las elasticidades precio cuando éstas son estimadas para tiendas que se encuentran en zonas con diferentes niveles de ingreso. Además de cuantificar las interacciones que se tienen en los efectos cruzados de precio.

Entre los beneficios de este estudio se encuentra el conocer la interrelación entre los cambios en el precio de una marca y su efecto en las ventas de las otras marcas o bien conocer cual es el efecto de modificar el precio de la marca líder y su efecto en las ventas de las otras marcas. Auxiliando a detectar grupos de marcas que se pueden considerar sustitutas entre sí, y otro grupo de marcas que no compiten directamente entre sí. Esto permite dimensionar la magnitud de los cambios en el precio y el efecto en las utilidades además de ser más eficaces para aprovechar los descuentos temporales de los proveedores.

Las ventajas de tener un estimado de las elasticidades precio nos permite integrar las estrategias de precios con otros instrumentos de mercadeo y/o promoción tales como exhibición adicional preferencial en isla o cabecera, degustación, colocación de material punto de venta, publicidad en folletos de la cadena o disminuciones de precio de venta.

Adicionalmente esto puede apoyar a la empresa a detectar diferencias en patrones de comportamiento entre distintos niveles socioeconómicos. Igualmente ayuda a determinar la elasticidad precio de cada marca en los distintos niveles socioeconómicos. El identificar la reacción de los consumidores en las distintas tiendas permite dirigir las estrategias a nivel de micro-mercadotecnia para establecer con mayor eficacia las políticas de precio y promoción por tienda. Permitiendo invertir recursos económicos en las zonas en las que el cliente valora más un precio muy barato en un aceite y ahorrando a la empresa el diferencial en precio en las zonas en las que el cliente no es motivado a comprar por un diferencial de precio.

## **LITERATURA RELEVANTE**

Los datos de códigos de barra en los supermercados han sido tradicionalmente utilizados como controles de compras, ventas, inventarios, pagos y otros usos promocionales [4, 3]. Entre los usos recientes destaca el establecer tendencias y la estructura de mercado así como la medición de variables de mercadotecnia tales como promociones de reducciones en precios, cupones, regalo de productos, nuevos productos, colocar precios por regiones y otros más.

En su estudio sobre estrategias de mercadotecnia de Montgomery [4] se fundamenta en su análisis

en su propuesta micro-mercadotécnica en el que promueven la implantación de políticas de precios y promoción de acuerdo a las características sociodemográficas de las tiendas, en sus resultados comentan que a medida que el ingreso disminuye la elasticidad precio directa es mayor. Su sugerencia es implementar cambios diarios en los precios diferentes en cada tienda. Ellos concluyen que la implementación de este tipo de política tiende a aumentar las utilidades entre un 3.9 por ciento a un 10 por ciento.

En la revisión de la literatura de cómo funcionan las promociones, Blattberg, Briesch y Fox [7], encontraron lo siguiente: Las marcas que tienen una mayor proporción de mercado son relativamente menos elásticas respecto a cambios en sus precios mientras que las marcas seguidoras son más elásticas a cambios en sus precios. Por otro lado ellos indican que existe una asimetría de los efectos cruzados de cambios en los precios, cambios en el precio de la marca líder tendrá un mayor efecto en las ventas de las marcas seguidoras, que el efecto en la venta de las líder cuando las marcas seguidoras cambian sus precios.

Carpenter et al [8] concluyen que la asimetría en los efectos cruzados en los precios es debido al liderazgo de una marca, el tipo de competencia y los esfuerzos de mercadotecnia que cada marca realice. Bultou [9] encontró que la magnitud de las elasticidades precio bajo diferentes promociones estaba sistemáticamente relacionado con la naturaleza e intensidad de las actividades mercadotecnicas de los diferentes mercados.

Parkin [10] indica que los determinantes de la elasticidad precio de la demanda citados por la teoría económica son: el porcentaje que el gasto del bien representa en el ingreso de los consumidores, la cantidad de sustitutos que tiene el bien y el tiempo transcurrido después del cambio en el precio del bien

Las estimaciones de sistemas de demanda han sido enfocadas utilizando datos de encuestas de ingreso y gasto de las familias así como utilizando datos de códigos de barras. Dentro del primer grupo se encuentran los estudios citados por Johnson et al sobre datos de las encuestas de hogares de Canadá realizados por Green, Hassen and Johnson [11], así como el de Hassan and Johnson [12] y el estudio con datos de Estados Unidos de Hassan [13]. Estudios adicionales utilizando sistemas de demanda con datos sobre la encuesta de ingreso gasto norteamericana son los realizados por Capps y Nayga 1990 [14], Hassan, Finley and Johnson [15], entre otros. Mientras que dentro de los estudios condatos de códigos de barras se encuentran los estudios por Capps y Nayga 1991a [16], Capps y Nayga 1991b [17], Capps y Lambregths [18] entre otros.

## 2. Metodología

El fundamento teórico para especificar funciones de demanda proviene de la teoría neoclásica del consumidor. Bajo este enfoque, el consumidor representativo maximiza su utilidad sujeto a una restricción de presupuesto, ecuación 1. La utilidad del consumidor esta representada por una función de utilidad que debe de ser diferenciable doblemente [19].

$$U = U(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n) \quad (1)$$

$$\text{sujeto a : } I = \sum p_i q_i$$

Donde U representa la utilidad del consumidor que proviene de consumir las distintas cantidades de los bienes  $q_i$ , I denota el ingreso o gasto de los consumidores y  $p_i$  representa los precios de los bienes  $i$ . Al solucionar el sistema de ecuaciones de las condiciones de primer orden, se obtiene un conjunto de funciones de demanda, conocidas como demandas marshallianas, ecuación 2, que expresan la cantidad consumida en función de precios y los gastos o ingreso del consumidor (Wohlfgenant).

$$q_{it} = f(P_i, P_j, Y_t) \quad (2)$$

En esta ecuación se presenta que la cantidad del bien  $i$  esta en función de los precios de este bien

$P_i$ , y de los otros bienes  $P_j$ , y del ingreso. Las ecuaciones de demanda cuentan con una serie de propiedades que son obtenidas de manipular las condiciones de primer orden, tales como las condiciones de homogeneidad, simetría de efectos cruzados en precios, agregación de Engel y la agregación de Cournot [20]. Estas propiedades junto con el concepto de utilidad separable permitieron establecer el desarrollo de estudios empíricos de sistemas de demanda.

### **Ecuaciones individuales**

Las estimaciones de demanda han establecido una cadena entre la teoría, datos y métodos estadísticos, en su desarrollo la estadística y la econometría han sido las herramientas que han detonado los estudios para cuantificar la interrelación entre cantidades compradas y precios (y viceversa) conjuntamente los avances computacionales han jugado un papel muy relevante, por que permiten estimar modelos cada vez más complejos, ver Johnson et al [20].

Las funciones de demanda individuales son comúnmente estimadas utilizando el método de mínimos cuadrados, estas funciones son calculadas en función de los precios, gasto total o ingreso [21]. En la estimación de demandas individuales las formas funcionales más utilizadas son las funciones de demanda lineales (ecuación 3) o las doble logarítmicas (ecuación 4). Los parámetros a estimar tienen diferentes significados en el caso de las funciones lineales los parámetros (b,c,d) representan el cambio en la cantidad demandada al cambiar la variable correspondiente en una unidad. Mientras que en el caso de las funciones de demanda doble logarítmicas los parámetros (e,f) representan las correspondientes elasticidades precio de  $P_i$  y  $P_j$  en tanto, que g representa la elasticidad ingreso [19].

$$q_{it} = a + bP_{it} + cP_{jt} + dY_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\ln q_{it} = a + e \ln P_{it} + f \ln P_{jt} + g \ln Y_t + v_t \quad (4)$$

Donde  $q_{it}$  representa la cantidad demandada del bien i en el periodo t,  $P_{it}$  representa la el precio del bien i en el periodo t, y  $P_{jt}$  es el precio del bien j en el periodo t,  $Y_t$  es el gasto del consumidor en los bienes bajo estudio.

### **Sistemas de demanda**

Los sistemas de demanda tienen su fundamento en la maximización de utilidad del consumidor y se derivan de la función de utilidad indirecta. Los sistemas de demanda son un conjunto de ecuaciones de demanda que describen la distribución del gasto entre un grupo de bienes o entre categorías de bienes. Estas categorías pueden ser grandes agregados tales como comida o vestido o pueden ser grupos específicos de bienes en el sistema de elección de un consumidor. Para el caso de este proyecto se tiene a un grupo de aceites. Las funciones de demanda son derivadas de las preferencias del consumidor que establecen orden en su utilidad [22].

La suma de los gastos en bienes individuales en grupos de categorías constituye el gasto total del individuo en ese grupo y es considerado en las estimaciones como el del consumidor. A menudo los datos limitan el subconjunto de bienes que puede ser considerado para análisis empírico.

Los sistemas de demanda están desarrollados aplicando la teoría del consumidor y las propiedades de las funciones de demanda. Su estimación requiere de grandes cantidades de datos ya que para estimar un sistema de n bienes se requiere estimar  $n \times n$  elasticidades (directas y cruzadas) así como de n elasticidades ingreso esto ocasionaría la pérdida de  $n \times n + n$  grados de libertad. Por ejemplo, en un sistema de seis productos se requiere la estimación de 36 elasticidades precio (directas y cruzadas) y 6 elasticidades ingreso lo que ocasiona la pérdida de 42 grados de libertad, lo cual implicaría contar con por lo menos con 60 observaciones. Tomando estos requerimientos de información la estimación de sistemas de demanda requiere de las propiedades de demanda y de otras condiciones para reducir el número de parámetros a estimar y aumentar los grados de libertad [6].

### **Sistema de gasto lineal**

El sistema de gasto lineal (SGL) se deriva de la función de utilidad sugerida por Klein and Rubin [6].

Donde Las funciones de demanda de este sistema son homogéneas de grado cero, satisfacen los criterios de adición y la matriz de términos de sustitución es simétrica.

$$p_i q_i = p_i \gamma_i + \beta_i (x - \sum p_k \gamma_k) \quad (5)$$

Las funciones de gasto pueden ser interpretadas como una secuencia de acciones en donde el consumidor requiere de comprar una cantidad mínima  $\gamma_i$  de cada bien, a ese gasto mínimo en todos esos bienes se le llama ingreso de subsistencia. El ingreso restante lo distribuye entre todos los productos en una cantidad fija  $\mu_i$ .

La elasticidad ingreso puede ser calculada a través de:

$$\eta_i = \frac{\mu_i}{\omega_i} \quad (6)$$

Mientras que la elasticidad precio directa se calcula con:

$$e_{ii} = -1 + (1 - \mu_i) \left( \frac{\gamma_i}{q_i} \right) \quad (7)$$

La elasticidad precio cruzada proviene de

$$e_{ij} = -\mu_i \left[ \frac{p_j \gamma_j}{(p_i q_i)} \right] \quad (i \neq j) \quad (8)$$

### Datos y estimaciones

Los datos utilizados provienen de las ventas semanales de aceites del periodo (enero de 1997 a Julio de 1998) registradas en el código de barras y reportadas por cuatro tiendas de la cadena ALPHA (a solicitud de la cadena se cambio el nombre de la cadena así como el de las tiendas, los nombres de los aceites se respetaron). Las tiendas son Oeste, Sur, Norte y Este, las tiendas están ubicadas en distintos sectores del área metropolitana de la ciudad de Monterrey, N.L. con poblaciones de distintos estratos socioeconómicos en sus áreas cercanas. La tienda Oeste se encuentra en un sector de clase muy alta-alta al sur-oeste del área metropolitana, la tienda Sur ubicada en el sur se encuentra en un sector de clase alta-media alta, la tienda Norte se encuentra al norte en un sector de estrato medio, mientras que la tienda Este se encuentra en sector media –media bajo al noreste del área metropolitana. Al observar los rangos de ingreso se tiene que dentro de los habitantes en el área cercana a ALPHA Oeste el 80% de las personas que participaron en el estudio tiene ingresos de \$7,000 y más, mientras que en Sur y Norte este porcentaje es alrededor del 50% y los participantes del estudio que viven en las cercanías de Este únicamente 15% de ellas sobrepasan ese nivel de ingreso (Ver Tabla 1).

Ingreso Familiar	Oeste	Sur	Norte	Este
A/B Mas de \$21,000	14.1%	4.9%	2.4%	0.0%
C \$7,000 a \$20,999	65.9%	53.1%	40.4%	42.8%
D \$3,500 a \$6,999	14.1%	32.7%	48.5%	69.5%
E \$1,501 a \$3,499	5.8%	9.3%	8.5%	15.5%
Total	100%	100%	100%	100%

Fuente: Mercadotecnica Grupo de Consultores SA de CV

**Tabla 1.** Nivel de ingresos por familia por tienda

La suma del porcentaje de ventas de las marcas utilizadas para las estimaciones de cada tienda representa al menos el 80% de las ventas de aceite y cada una de las marcas representa al menos el 4% de las ventas para cada tienda, ver la Tabla 2, las marcas no se encuentran en todas las tiendas, por ejemplo las ventas de Mazola no se utilizaron en las estimaciones de Este mientras que los datos de aceite La Gloria solo se utiliza en Oeste.

Capullo	38.2	39.0	38.0	20.2
Mazola	19.4	9.3	5.8	-
Economax	7.7	7.5	12.3	23.1
Nutrioli	6.8	5.3	-	-
La Gloria	5.2	-	-	-
1-2-3	4.7	10.1	14.9	25.7
Consentido	-	11.1	10.7	15.0

**Tabla 2.** Porcentaje de Participación

Las variables que se utilizaron fueron: el gasto en cada uno de los aceites, el precio de los aceites incluidos en el modelo y el gasto total de los consumidores en el grupo de aceites bajo estudio. Para las estimaciones de demanda de los modelos de AIDS y SGL se utilizó el método no lineal de máxima verosimilitud. Este método se fundamenta en que los parámetros son asintóticamente eficientes tomando en cuenta que son: consistentes porque se aproximan a los parámetros de la población; son incesados dado que el valor esperado es igual al parámetro de la población, son eficientes porque poseen la mínima varianza y tienen distribución asintótica normal [23].

Los sistemas de demanda AIDS y SGL se estimaron utilizando las restricciones de la teoría neoclásica de homogeneidad, adición y simetría de Slutsky, con el fin de obtener grados de libertad adicionales. El sistema iterativo de estimación se desarrolló utilizando el paquete econométrico SHAZAM.

### 3. Resultados

Las estimaciones de los parámetros de los modelos lineales y doble logarítmicos resultaron en serios problemas de signos y significancia estadística, por lo que los modelos lineales y doble logarítmicos fueron descartados.

En las estimaciones del modelo AIDS nos encontramos con severos problemas en la significancia estadística de los parámetros estimados, considerando que el objetivo del estudio es estimar las correspondientes elasticidades precio se consideró que su interpretación no estaría fundamentada tomando el problema de significancia estadística. Un problema adicional fue que los signos de las elasticidades calculadas no eran los esperados por lo que se consideró no tomar en cuenta a este modelo para las interpretaciones correspondientes. Las estimaciones del modelo SGL muestran unos sólidos resultados estadísticos en los que las prueba t indican que se rechaza  $H_0$ : que los parámetros no son estadísticamente significativos.

Las tablas con las elasticidades calculadas para él (SGL) se presentan en las tablas de Elasticidades del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Oeste, Sur, Norte y Este respectivamente. La forma en que se presentan estos resultados es la siguiente: los elementos de la diagonal principal muestran las elasticidades precio del aceite y los otros elementos representan las elasticidades cruzadas por ejemplo la elasticidad 0.33 en la segunda columna y primer renglón de elasticidades nos indica que si el precio de capullo cambia en uno por ciento entonces la cantidad comprada de Mazola cambiaría en 0.33 por ciento, de tal manera que si el aceite Mazola cambia en uno por ciento entonces la cantidad comprada de Economax cambiaría en 0.20 por ciento.



Cambio en precio de:	Cantidad					
	Capullo	Mazola	Economax	Nutrioli	La Gloria	1-2-3
Capullo	-1.46	0.33	0.32	0.54	0.55	0.52
Mazola	0.21	-1.56	0.20	0.34	0.34	0.32
Economax	0.04	0.04	-1.68	0.06	0.06	0.06
Nutrioli	0.13	0.13	0.13	-2.69	0.21	0.20
La Gloria	0.12	0.12	0.11	0.19	-2.75	0.18
1-2-3	0.07	0.07	0.07	0.11	0.11	-2.66

**Tabla 3.** Elasticidades del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Oeste

Cambio en precio de:	Cantidad					
	Capullo	Consentido	1-2-3	Mazola	Economax	Nutrioli
Capullo	-2.43	2.81	1.70	1.20	2.04	0.31
Consentido	0.53	-5.42	0.47	0.33	0.56	0.08
1-2-3	0.31	0.46	-3.50	0.20	0.33	0.05
Mazola	0.29	0.43	0.26	-2.50	0.31	0.05
Economax	0.23	0.34	0.21	0.15	-4.20	0.04
Nutrioli	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	-0.03	-0.65

**Tabla 4.** Elasticidades del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Sur

Cambio en precio de:	Cantidad				
	Capullo	1-2-3	Economax	Consentido	Mazola
Capullo	-2.44	2.12	2.35	1.63	0.67
1-2-3	0.58	-3.60	0.52	0.36	0.15
Economax	0.43	0.35	-4.02	0.27	0.11
Consentido	0.24	0.19	0.21	-2.88	0.06
Mazola	0.04	0.04	0.04	0.03	-1.35

**Tabla 5.** Elasticidades del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Norte

Cambio en precio de:	Cantidad			
	1-2-3	Economax	Capullo	Consentido
1-2-3	-3.57	1.19	1.39	0.57
Economax	0.83	-3.45	0.79	0.32
Capullo	1.48	1.21	-3.42	0.58
Consentido	0.17	0.14	0.16	-1.92

**Tabla 6.** Elasticidades del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Este

En los resultados de las elasticidades precio directa se puede apreciar que en Oeste están las menores elasticidades directas (en valor absoluto) con un rango de  $-1.46$  a  $-2.66$  mientras que la elasticidad precio empiezan aumentar a medida que se pasa de tiendas de mayores estratos de ingreso a las tiendas con menores estratos de ingreso [4] ver la Tabla 7 de Elasticidades Precio Directo. Esto en parte comprueba lo expuesto inicialmente de que las personas de ingresos altas tienen una mayor tendencia a utilizar menos aceites por motivos nutricionales y de salud.

La marca de aceite con menor elasticidad (en valor absoluto) precio es Capullo esta marca es regionalmente la marca líder y tiene una participación como líder en cada una de las tiendas entre un 38% a un 20%. Aun y cuando su elasticidad es alta se puede observar que existe que Capullo es la

marca preferida entre los consumidores del área metropolitana de Monterrey, esto concuerda con lo expresado por Battberg, Briesch y Fox [7]. Así mismo se puede observar que en todas las tiendas se tiene que no existe mucha sustitución entre los distintos aceites y se observa una lealtad a las marcas de tal manera que cuando existe un cambio en el precio se tiene un efecto de compras de inventario si es que el precio baja y en caso de un aumento en el precio los consumidores reaccionan comprando menos cantidad mas no cambiando de marca de aceites.

Un resultado adicional es el expresado en la teoría económica que considera como determinante de la elasticidad precio de la demanda al porcentaje del ingreso que se gasta en los bienes. El efecto de aumentar la elasticidad precio de la demanda a niveles más bajos de ingreso [11]. Por otro lado el aceite Consentido que ocupa el segundo lugar en venta de aceites en la tienda de Este.

Marca	Oeste	Sur	Norte	Este
Capullo	-1.46	-2.43	-2.44	-3.42
Mazola	-1.56	-2.50	-1.35	-
Economax	-1.68	-4.20	-4.02	-3.45
Nutrioli	-2.69	-0.65	-	-
La Gloria	-2.75	-	-	-
1-2-3	-2.66	-3.5	-3.60	-3.57
Consentido	-	-5.42	-2.88	-1.92

**Tabla 7.** Elasticidades Precio Directa por Tienda

#### 4. Conclusiones

Este artículo compara los resultados obtenidos de las estimaciones de demanda de aceites para tres formas funcionales: ecuaciones lineales individuales, sistema de ecuaciones de LA/AIDS y sistema de gastos lineales. Para después calcular las elasticidades precio directas y cruzadas. La determinación de las elasticidades precio apoya a los detallistas a definir las estrategias para impulsar la venta de un producto e identificar la intensidad del efecto que tendrá el cambio de un precio de venta en las unidades desplazadas del producto.

Los modelos de sistemas de demanda permite integrar el elemento de simultaneidad en la decisión de compra de los individuos. En las estimaciones de las distintas formas funcionales el Sistema de Gasto Lineal (SGL) resultaron con parámetros estadísticamente significativos. Estos resultados son congruentes con estimaciones anteriores en las que la elasticidad precio de la demanda crece a medida que disminuye el nivel de ingreso en el área en que se encuentra la tienda. También consistente con resultados previos se encontró que las elasticidades calculadas para la marca líder son menores elásticas que el resto de los aceites incluidos en ese grupo.

Adicionalmente, se encontró que las asimetría en el cálculo de las elasticidades cruzadas los efectos de cambios en el precio de la marca líder en las ventas de los otros productos que cuando se calculaba el cambio en forma inversa. En las recomendaciones para estudios futuros se sugiere la inclusión de promociones y localización para tener robustecer los resultados de las elasticidades calculadas. Adicionalmente se sugiere la estimación de estos modelos utilizando el método de series de tiempo y sección cruzada.

#### 5. Referencias

- [1] Nielsen Scan track Data, datos confidenciales proporcionados a la cadena bajo estudio.
- [2] Mercadotecnica Grupo de Consultores SA de CV, Estudio ALPHA, Informe confidencial, 1999
- [3] Allenby, G.M. y Peter E. Rossi, Marketing Models of Consumer Heterogeneity, Journal of Econometrics, 89(1999) 57-78
- [4] Montgomery, Alan L., Creating Micro-Marketing Pricing Strategies Using Supermarket Scanner Data, Marketing Science, Vol. 16, No. 4, 315-337, 1997
- [5] Wohlgenant, Michael K. Conceptual and Functional Form Issues in Estimating Demand Elasticities

- for Food, Amer. J. Ag. Econ. Mayo 1984.
- [6] Deaton, A. y John Muellbauer, Economics and Consumer Behavior, Cambridge University Press, 1980
- [7] Blattberg, Robert C., Briesch, Richard, Fox, Edward J., How Promotions Work, Marketing Science, Vol. 14 No. 3, G122-G132, 1995
- [8] Carpenter G.S., Lee G. Cooper, Dominique M. Hanssens y David F. Midgley, Modeling Asymmetric Competition, Marketing Science, Vol 7, No 4 1988
- [9] Bolton R.N. The Relationship Between Market Characteristics and Promotional Price Elasticities, Marketing Science, Vol 8 No 2 1989
- [10] Parkin, M., Economics, Addison-Wesley, quinta edición, 2000
- [11] Green R, Hassan Z. y S. R. Johnson. Price elasticity estimates from family expenditure data: An application of the extended linear expenditure system. Canadian Journal of Agricultural Economics Feb 27, 41-52, 1979.
- [12] Hassan, Z.A. y Stanley R. Johnson, Consumer Demand for Major Foods in Canada, Economics Branch Bulletin Number 76/2, Agriculture Canada, 1976.
- [13] Hassan, Z.A. y Stanley R. Johnson, Consumer Demand for Major Foods in Canada, Economics Branch Bulletin Number 76/2, Agriculture Canada. 1976
- [14] Capps Jr O. y Rodolfo Nayga Jr. Effect of length of time on measured demand elasticities: the problem revisited, Canadian Journal of Agricultural Economics, Nov, 499-512, 1990
- [15] Hassan, Z., Robert M. Finley y Stanley R. Johnson, The Demand for food in the United States, Applied Economics 5 Dec, 233-248
- [16] Capps Jr O. y Rodolfo Nayga Jr. "Leanness and Convenience Dimensions of Beef Products: An Exploratory Analysis with Scanner Data, Bulletin Number B-1693 of the Texas Agricultural Experimental Station, Texas A&M University, 1991a.
- [17] Capps Jr. O y Rodolfo Nayga, Jr. Demand for fresh beef products in supermarkets: a trial with scanner data, Agribusiness: An International Journal, May, 241.51, 1991b.
- [18] Capps, JR, O. y Lambregts. Assessing effects of prices and advertising on purchases of finfish and shellfish in a local market in Texas. Southern Journal of Agricultural Economics. July, 181-94. 1991.
- [19] Nicholson, Walter, Microeconomic Theory, Basic Principles and Extensions, Dryden Press, 1998.
- [20] Johnson, S.R., Zuhair A. Hassan, Richard D. Green, Demand Systems Estimation: Methods and Applications, The Iowa University Press, Ames, 1984.
- [21] Deaton, Angus, The Analysis of Household Surveys: A Microeconomic Approach to Development Policy, World Bank The Johns Hopkins University Press, 1997.
- [22] Pollak, R.A. y Terence J. Wales, Demand System Specification and Estimation, Oxford University Press, 1992.
- [23] Greene, W.H. Econometric Analysis, Second Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 1993

## APÉNDICE

	Coeficientes	Error Estándar	Estadístico – t
B Capullo	-1034.200	367.550	-2.81
B Mazola	-501.690	138.940	-3.61
B Economax	-188.970	71.728	-2.63
B Nutrioli	-452.470	84.296	-5.37
B La Gloria	-345.950	78.871	-4.39
B 1-2-3	-284.610	62.442	-4.56
C Capullo	0.416	0.034	12.29
C Mazola	0.266	0.030	8.74
C Economax	0.050	0.009	5.60
C Nutrioli	0.110	0.015	7.46
C La Gloria	0.099	0.012	8.48
RHO	0.419	0.062	6.82
LLF	-2626.941		

Tabla A.1. Resultados del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Oeste

	<b>Coefficientes</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Estadístico – t</b>
B Capullo	-4416.300	293.670	-15.04
B Consentido	-2024.200	235.420	-8.60
B 1-2-3	-951.330	145.420	-6.54
B Mazola	-515.920	123.360	-4.18
B Economax	-861.200	87.708	-9.82
B Nutrioli	62.721	58.415	1.07
C Capullo	0.573	0.024	23.99
C Consentido	0.143	0.015	9.46
C 1-2-3	0.097	0.011	8.76
C Mazola	0.107	0.016	6.55
C Economax	0.069	0.005	13.34
RHO	0.418	0.058	7.17
LLF	-2745.791		

**Tabla A.2.** Resultados del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Sur

	<b>Coefficientes</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Estadístico – t</b>
B Capullo	-6699.700	192.480	-34.81
B 1-2-3	-1948.200	376.410	-5.18
B Economax	-1777.900	211.330	-8.41
B Consentido	-1032.000	155.370	-6.64
B Mazola	-87.134	64.857	-1.34
C Capullo	0.643	0.019	33.21
C 1-2-3	0.148	0.019	7.74
C Economax	0.108	0.009	11.52
C Consentido	0.069	0.007	9.25
RHO	0.346	0.053	6.52
LLF	-2348.400		

**Tabla A3.3.** Resultados del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Norte

	<b>Coefficientes</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Estadístico – t</b>
B 1-2-3	-3896.100	2046.000	-1.90
B Economax	-2775.300	288.200	-9.63
B Capullo	-2964.400	2909.200	-1.02
B Consentido	-592.500	404.800	-1.46
B 1-2-3	0.356	0.190	1.87
B Economax	0.214	0.022	9.87
B Capullo	0.364	0.241	1.51
RHO	0.501	0.124	4.03
LLF	-1785.817		

**Tabla A.4.** Resultados del Modelo Sistema de Gasto Lineal, Este

**Área: Educación**  
**Coordinador de área: Dr. Antonio Millán Arellano**

**Procesos de enseñanza frente al siglo XXI**  
**Coordinadora de mesa: Mtra. Alma Elena Gutiérrez Leyton**

# ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE LOS ALUMNOS QUE ACREDITAN EL TALLER INTEGRAL PARA LA SUPERACIÓN DE NUEVO INGRESO

Mtra. Lilia Patricia González Lima, Lic. Nayeli del C. Rodríguez Esquivel

Se presentan los resultados de cuatro semestres del Taller Integral Para la Superación Nuevo Ingreso (TIPS NI), el taller esta dirigido a alumnos de nuevo ingreso de las carreras profesionales del CEM. El objetivo principal del taller es proporcionar habilidades básicas de estudio a los alumnos inscritos en la materia de Introducción a la Carrera, con el fin de que obtengan mejores promedios finales. El marco teórico en el que se sustenta el presente trabajo es el Constructivismo, partiendo de la base de que es la persona quien construye su aprendizaje. La hipótesis de trabajo que se manejó durante la investigación es: *“Los promedios finales de los alumnos que cursan TIPS NI y lo acreditan, son estadísticamente significativos y superiores a los promedios finales de los alumnos que cursan el taller y no lo acreditan y a los que no cursan el taller”*. La duración del taller fue de nueve horas, compuesto de seis módulos: I. Eficacia y eficiencia escolar, II. Aprendizaje acelerado, III. Control ambiental y manejo de estrés, IV. Estrategias de aprendizaje, V. Estrategias de solución y VI. Autoestima y proyecto de vida. Se compararon los resultados de los promedios obtenidos de los alumnos que cursaron TIPS NI y lo aprobaron con los obtenidos de aquellos alumnos que cursaron TIPS NI y lo reprobaron (grupo experimental) y con los de aquellos que no lo cursaron (grupo control). Los resultados indican que los alumnos que sí cursan y aprueban TIPS NI sí obtienen mejores promedios y sí hay diferencia significativa estadísticamente.

## Palabras clave:

TIPS NI: Taller Integral Para la Superación de Nuevo Ingreso

200013: semestre agosto-diciembre de 2000

200111: semestre enero-mayo de 2001

200113: semestre agosto diciembre de 2001

200211: semestre enero-mayo de 2002

## 1. Introducción

La misión del TEC hacia el 2005 nos invita a formar personas comprometidas con el desarrollo de su comunidad para mejorarla en lo social, en lo económico y en lo político y que sean competitivas internacionalmente en su área de conocimiento. En apoyo a la misión, el departamento de IDEA Psicopedagógica preocupado por el desempeño académico, las habilidades, actitudes y valores que se deben fomentar en los alumnos ha diseñado el Taller Integral Para la Superación de Nuevo Ingreso (TIPS NI). Se considera necesario ser congruentes con la naturaleza del ser humano, antes de egresar alumnos se debe estar seguros que su desempeño académico y su formación integral se desarrollan a la par, para que de esta forma se pueda cumplir con los objetivos de la misión hacia el 2005.

Este taller está dirigido a los alumnos de nuevo ingreso que cursan la materia de Introducción a la Carrera con el fin de brindar a los alumnos estrategias de estudio que le permitan ser exitosos en su desempeño académico durante su carrera profesional en el TEC de Monterrey. Los contenidos del taller están enfocados a la planeación de metas y objetivos, técnicas de estudio, organización del tiempo y del trabajo, así como la planeación de vida y carrera. Brinda un valor agregado en la formación del alumno del ITESM.

Esta investigación es la continuación y adaptación de la presentada en el XXX Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM *“El taller integral para la superación TIPS: una*

*propuesta para que los alumnos condicionales no tenga que llegar a cursar el PAA”(1) en donde se presentó la prueba piloto con una población pequeña. En esta ocasión se presentarán los resultados obtenidos de este taller con alumnos de nuevo ingreso de profesional a través de cuatro semestres en donde se puede concluir que la hipótesis de trabajo antes mencionada fue aceptada*

## **2. Marco Teórico**

Para diseñar los contenidos y las actividades a realizar de TIPS NI se decidió tomar como referencia la perspectiva Pedagógica Cognitiva (constructivista), en esta perspectiva se pueden diferenciar al menos cuatro corrientes, que son las que le dan guía al taller:

a. El modelo constructivista, en su primera corriente, establece que la meta educativa es que cada individuo acceda progresiva y secuencialmente, a la etapa superior de su desarrollo intelectual de acuerdo con las necesidades y condiciones particulares. El maestro debe crear un ambiente estimulante de experiencias que faciliten en el alumno su acceso a las estructuras cognoscitivas de la etapa inmediatamente superior. (Piaget, 1983) (2).

b. Una segunda corriente del enfoque cognitivo se ocupa del contenido de la enseñanza y del aprendizaje, y privilegia los conceptos y estructuras básicas de las ciencias, por encontrar en ellas un material de alta complejidad que brinda mejores oportunidades de desatar la capacidad intelectual del alumno y enseñarle como a un aprendiz de científico (Bruner, 1973) (3).

c. Una tercera corriente cognitiva orienta la enseñanza y el currículo hacia la formación de ciertas habilidades cognitivas que se consideran más importantes que el contenido, científico o no, donde se desarrollan. En la década de los noventa empiezan a aparecer estudios que aproximan esta corriente con la de la enseñanza-aprendizaje significativo de contenidos científicos, con el argumento de que las habilidades no se desarrollan en abstracto, requieren del contenido conceptual, y a la vez “los conceptos se desarrollan siempre en contextos de razonamiento y de solución de problemas... No hay que escoger entre un énfasis en contenido y un énfasis en habilidades del pensamiento”.(Resnick, 1989) (4).

d. Una cuarta corriente social-cognitiva que basa los éxitos de la enseñanza en la interacción de la comunicación de los alumnos, en el debate y la crítica argumentativa del grupo para lograr resultados cognitivos y éticos colectivos así como soluciones a los problemas reales comunitarios mediante la interacción teórica-práctica, denominada Pedagogía Social Constructivista.

Los pedagogos cognitivos empeñan su enseñanza en lograr que los alumnos aprendan a pensar, se autoenriquezcan en su interioridad con estructuras, esquemas y operaciones mentales internas que les permitan pensar, resolver y decidir con éxito situaciones académicas y vivenciales. Los aprendizajes en la perspectiva cognitiva deben ser significativos y requieren de la reflexión comprensión y construcción de sentido. Los sujetos cognitivos, reinterpretan desde su mundo interior, lo leen con sus propios esquemas para producir sus propios sentidos, porque entender es pensar y pensar es construir con sentido (Flores, 1999) (5).

En el diseño del programa se tomó en cuenta el aspecto relacionado a la personalidad y el rendimiento, es decir cada alumno es un ser único e irrepetible que tiene una forma muy particular de reconocer y asimilar la información básica así como la manera en que forma sus estructuras cognitivas depende de sus características personales, de sus metas y de sus expectativas que actúan como variables intervinientes en el proceso de aprendizaje.

Un desarrollo físico, intelectual, afectivo y social en armonía da lugar a una personalidad ajustada y sin ningún tipo de trastorno; por tanto, realizará el proceso de aprendizaje de forma adecuada con total efectividad pero, cuando existen trastornos en la configuración de la

personalidad aparecen dificultades de aprendizaje y será necesario aplicar las estrategias de intervención y ayuda para que el sujeto pueda superar dichas dificultades.

De igual forma, se contempló impactar aquellas variables que tuvieran gran influencia en el rendimiento escolar, tomando como base diferentes características personales y su grado de educabilidad, entre otras tenemos, la motivación al logro (Weiner, 1979) (6), autoeficacia (Bandura, 1986) (7) y ansiedad (Coll, 1991) (8). Son variables que están en estrecha relación con la personalidad y el rendimiento, y que intervienen a la hora de estructurar la información, desarrollando una percepción personalizada del proceso de enseñanza-aprendizaje que será la base de aprendizajes posteriores.

En el TIPS NI se pone especial énfasis en el desarrollo de estrategias de aprendizaje tomando en cuenta a la persona en sí misma. La identificación de las estrategias utilizadas permitirá diagnosticar la causa de esas diferencias de rendimiento y mejorar el aprendizaje.

De hecho, las estrategias ofrecen a la educación un nuevo tipo de tecnología especialmente eficiente para la intervención educativa. Con las estrategias de aprendizaje es posible diseñar, con grandes probabilidades de eficiencia, esa triple tarea que la acción educativa ha soñado siempre: *prevenir* identificando en el estudiante las estrategias poco eficaces a la hora del rendimiento y cambiándolas por otras más eficaces; *optimizar*, potenciando las estrategias eficaces ya utilizadas por el estudiante; y *recuperar* identificando las estrategias responsable del bajo rendimiento o ayudando a utilizarlas mejor si se había hecho mal uso de las mismas. (Beltrán, 1997) (9).

Las estrategias son una especie de reglas que permiten tomar las decisiones adecuadas en un determinado momento del proceso. Definidas de esta forma tan general, las estrategias pertenecen a esa clase de conocimiento llamado procedimental (conocimiento cómo), que hace referencia a cómo se hacen las cosas (por ejemplo, cómo hacer un resumen). De esa forma se distingue de otra clase de conocimiento llamado declarativo (conocimiento qué) que hace referencia a lo que las cosas son (qué es un resumen).

Snowman (1986) (10) ha hecho una distinción muy precisa entre estrategias de aprendizaje y tácticas de aprendizaje: Una estrategia de aprendizaje es un plan general que se formula para tratar una tarea de aprendizaje. Y una táctica es una habilidad más específica que se usa al servicio de la estrategia o plan general.

Las estrategias tienen un carácter propositivo, intencional; implican, por tanto, esencialmente un plan de acción, frente a la técnica que es marcadamente mecánica y rutinaria. Las estrategias son como las grandes herramientas del pensamiento que potencian y extienden su acción allá donde actúa, las herramientas mentales potencian la acción del pensamiento hasta límites increíbles, de ahí el nombre que algunos especialistas han dado a las estrategias llamándolas inteligencia ampliada.

Las estrategias de aprendizaje, dado su carácter aprendido, pueden ser la clase de variable que permita mejorar los programas de intervención educativa. Las estrategias promueven un aprendizaje autónomo, independiente, de manera que las riendas y el control del aprendizaje vayan pasando de las manos del profesor a las manos de los alumnos. Esto es especialmente provechoso cuando el estudiante es ya capaz de planificar, regular y evaluar su propio aprendizaje, es decir, cuando posee y domina las estrategias de aprendizaje llamadas metacognitivas.

Weinstein y Mayer (1986) (11), han identificado estrategias *de ensayo, elaboración y de organización*, como estrategias cognitivas importantes relacionadas con la ejecución académica en el salón de clase. Estas estrategias se pueden aplicar a tareas simples de memoria (recuerdo de información, palabras listas, etc.) o a tareas más complejas que requieren de la comprensión



de la información (comprensión de un fragmento de texto o una conferencia), y no sólo el recuerdo.

En TIPS NI se enfatiza el aprendizaje autorregulado, es una perspectiva importante del aprendizaje académico en la investigación actual en psicología educativa (Schunk y Zimmerman, 1994) (12). Paris y Winograd (1990) (13) sugieren que la metacognición se limita al conocimiento que tienen los alumnos sobre la persona, la tarea y las variables estratégicas. La autorregulación se refiere al *monitoreo, control y regulación* que los estudiantes hacen de sus propias actividades cognitivas personales y de su conducta real, aspectos que son incluidos y tomados en cuenta en TIPS NI.

El *monitoreo* de nuestro propio pensamiento y de la conducta académica parece ser un aspecto esencial de la metacognición Weinstein y Mayer (1986) (11) ven todas las actividades metacognitivas como parte del monitoreo de la comprensión. Las estrategias de *administración de recursos o control*, se refiere a las estrategias que los alumnos usan para manejar componentes de su medio ambiente, tales como su tiempo, su ambiente de estudio, y otras, incluyendo a sus profesores y compañeros (Corno, 1986) (14). Las estrategias de *regulación* se encuentran muy unidas a las estrategias de monitoreo. Por ejemplo, cuando los estudiantes se hacen preguntas a sí mismos conformen leen, con el fin de monitorear su comprensión y, posteriormente, regresan a leer una porción del texto, la relectura es una estrategia reguladora.

Por último, el manejo del tiempo de los alumnos y el lugar que escogen para estudiar no son estrategias cognitivas o metacognitivas que puedan influir directamente en el aprendizaje, pero son estrategias generales que pueden ayudar u obstaculizar los esfuerzos de los alumnos para completar una tarea académica. De la misma manera, los estudiantes que saben cuándo, cómo, y a quién pedir ayuda (Newman, 1994) (15) es más probable que tengan éxito que aquellos que no buscan apropiadamente.

### 3. Metodología

Para comprobar la hipótesis de trabajo se obtuvieron los promedio finales de todos los alumnos que cursaron la materia de Introducción a la Carrera, posteriormente se definieron tres grupos de alumnos, los que cursaron TIPS NI y lo acreditaron, los que cursaron el taller y no lo acreditaron y los que no lo cursaron.

Este procedimiento se repitió para los 4 semestres en que se hizo la investigación; 200013, 200111, 200113 y 200211. Durante éstos, los contenidos del taller fueron los mismos para todos, así como la duración la cual fue de 9 horas. Además, los profesores contaban con la misma capacitación y la misma didáctica. Todo lo anterior, para cuidar que las condiciones fueran similares en los cuatro semestres para todos los alumnos.

Se ingresaron los datos al programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) para comprobar la hipótesis de trabajo: "*Los promedios finales de los alumnos que cursan TIPS NI y lo acreditan, son estadísticamente significativos y superiores a los promedios finales de los alumnos que cursan el taller y no lo acreditan y a los que no cursan el taller*".

Para comprobar la efectividad del TIPS NI, se analizó la significancia de las diferencias entre los promedios a través de un Análisis de Varianzas (ANOVA), así como las gráficas, su curtosis y asimetría para aceptar la hipótesis.

### 3. Resultados y Discusión

A continuación se presentarán los resultados de la investigación semestre por semestre. Las primeras tablas muestran la información sobre los promedios de los alumnos divididos en tres grupos como se especifica en la tabla.

1: Grupo de alumnos que cursaron TIPS NI y acreditaron el taller.

2: Grupo de alumnos que cursaron TIPS NI y no lo acreditaron.

3: Grupo de alumnos que no cursaron TIPS NI.

Descriptivos

Semestre 200013	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1.00	289	80.5874	11.9021	.7001	79.2094	81.9654	10.00	98.42
2.00	329	73.5198	15.7392	.8677	71.8128	75.2268	10.00	96.71
3.00	654	73.3400	19.1460	.7487	71.8699	74.8100	10.00	98.57
Total	1272	75.0331	17.1302	.4803	74.0908	75.9754	10.00	98.57

Semestre 200111	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1.00	79	78.3694	9.6134	1.0816	76.2161	80.5227	25.00	93.50
2.00	30	75.5977	12.4061	2.2650	70.9652	80.2302	25.00	93.00
3.00	288	73.6033	15.2152	.8966	71.8387	75.3680	19.00	97.00
Total	397	74.7024	14.1732	.7113	73.3040	76.1009	19.00	97.00

Semestre 200113	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1.00	874	77.9578	13.4773	.4559	77.0631	78.8526	10.00	98.50
2.00	303	67.5462	17.3379	.9960	65.5861	69.5062	8.80	97.20
3.00	323	76.5323	17.8682	.9942	74.5763	78.4883	10.00	99.71
Total	1500	75.5477	15.8577	.4094	74.7446	76.3508	8.80	99.71

Semestre 2002 11	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
					Límite inferior	Límite superior		
1.00	193	76.1561	12.8118	.9222	74.3371	77.9750	10.00	97.85
1.00	193	76.1561	12.8118	.9222	74.3371	77.9750	10.00	97.85
2.00	38	65.6624	18.1781	2.9489	59.6874	71.6373	10.00	92.71
2.00	38	65.6624	18.1781	2.9489	59.6874	71.6373	10.00	92.71
3.00	59	67.2432	22.2058	2.8910	61.4564	73.0301	10.00	94.40
3.00	59	67.2432	22.2058	2.8910	61.4564	73.0301	10.00	94.40
Total	290	72.9677	16.4564	.9664	71.0657	74.8697	10.00	97.85
Total	290	72.9677	16.4564	.9664	71.0657	74.8697	10.00	97.85

# **FAMILIAS DEL MUNDO: TECNOLOGÍA EDUCATIVA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LOS MENOS FAVORECIDOS**

**Madya Inés Ayala Molina, Martha Kutugata de Psooy**

Con el propósito de cubrir necesidades formativas y de desarrollo integral en la población menos favorecida de Latinoamérica fue elaborado el proyecto Familias del Mundo. La fase de implementación inició en 2 de 13 salas de computación denominadas espacio M, del DIF Tamaulipas, el pasado mayo de 2002. Este proyecto educativo, centrado en el desarrollo de valores y habilidades de multimedia, está dirigido principalmente a menores que viven en circunstancias difíciles y a sus familias. Familias del Mundo, como proyecto, tiene dos vertientes básicas: El diseño y desarrollo de programas educativos en multimedia, y la conceptualización directriz de las salas para su diseño, operación y administración de los recursos. Los primeros programas educativos, elaborados en disco compacto, se centran en los temas de: La Integración Familiar y Los Valores Universales, y toma como base fundamentos importantes de la UNESCO. A diferencia de otros programas en multimedia, los elaborados en este proyecto de Familias del Mundo han considerado en sus contenidos, personajes, reflexiones, y actividades, la realidad social de los usuarios. Otro elemento que realza el valor de estos programas es la posibilidad de crear un portafolio impreso o electrónico que incluya las actividades que realiza el usuario, pudiendo ser utilizado como herramienta diagnóstica de seguimiento para cada caso. Con este proyecto educativo en multimedia se desea contribuir a que los sectores de la población menos favorecidos, tengan acceso a la información, actividades y elementos tecnológicos que favorezcan su desarrollo integral.

Palabras clave: valores, educación, formación, tecnología educativa, material didáctico, software educativo, innovación educativa.

## **1. Introducción**

Para que una sociedad mejore sus estándares de vida, es necesario que impulse su desarrollo de manera integral. La familia como sistema y núcleo de la sociedad, es una entidad formada por un número variable de miembros que son parte de un todo multifacético, complejo y dinámico. En una familia, así como en la sociedad, entran en juego las edades, los valores, las interacciones, las conductas, los intereses, los hábitos, los derechos humanos, [1] etcétera. A pesar de esta compleja interacción de elementos, la familia es una estructura que tiene el potencial para desarrollarse e integrarse de manera armoniosa.

Mejorar las relaciones familiares, ayudar a familias disfuncionales, informar sobre peligros latentes -o claramente presentes- como el alcoholismo, la drogadicción o la violencia, son aspectos prioritarios para lograr la integración familiar y el desarrollo personal [2,3]. Esta situación se está viviendo actualmente no sólo en los países desarrollados, sino también en los que están en vías de desarrollo. La necesidad es mundial, como lo vienen planteando organismos internacionales como la UNESCO [4], OEA, y otros.

Por otra parte, la tecnología y la innovación de materiales didácticos y de entretenimiento en multimedia, pueden ser vías excelentes de formación y aprendizaje, si se cuenta con apoyo para realizarlo y se le facilita el acceso no sólo a las clases pudientes sino a toda la población en general. La selección de tecnología se realizó con base en las ventajas o bondades señaladas acerca de cada una de ellas en publicaciones recientes [5].

Es precisamente por la razón anterior que en el DIF Tamaulipas fue creado **espacio M**, un espacio con equipo de cómputo y recursos que ofrece a las familias en circunstancias especialmente difíciles, recursos y estrategias tecnológicas y educativas que apoyan la solución de las necesidades sociales antes planteadas.

Uno de los principales recursos que se ofrecen en este espacio de desarrollo computacional, educativo y social del DIF -ya que fueron elaborados pensando en la realidad social de la población a la que va dirigida- son los programas formativos de Familias del Mundo cuya presentación es en disco compacto. Los temas centrales de estos primeros programas son 2: *La Integración Familiar* y *Los Valores Universales*. Se pretende que estos dos primeros discos compactos interactivos de la serie Familias del Mundo, sean los primeros dos temas o volúmenes, de al menos 7, que formarán parte de un proyecto de desarrollo computacional, social y educativo a largo plazo, en Espacio M del DIF Tamaulipas. Para conocer más información sobre los objetivos e implementación del proyecto en general en Espacio M del DIF Tamaulipas, se puede consultar su portal electrónico en la siguiente dirección <http://www.espaciom.org/>

Otro recurso importante que fue diseñado para este espacio computacional fue elaborar un manual de operaciones. Éste contiene un marco conceptual, el diseño de la operación de las salas, la mención y distribución de los recursos necesarios para su implementación -incluyendo material de consulta-, la administración y el seguimiento como alternativas de evaluación en la operación.

El brindar oportunidades de desarrollo de habilidades, aprendizaje y recursos en dichas áreas a las personas que acuden a la salas de espacio M del DIF tiene como objetivo apoyar el desarrollo humano en términos de:

- (a) Autoestima y relaciones personales e interfamiliares.
- (b) Rendimiento académico y ampliación de cultura en general.
- (c) Capacidad productiva de las personas.

Los objetivos específicos son que el usuario, al utilizar estos discos compactos:

- (a) Desarrolle habilidades tecnológicas como es el uso de hipertextos, navegación, interactividad, etcétera.
- (b) Mejore sus procesos cognitivos a través del uso de herramientas vanguardistas como: mapas conceptuales y organizadores gráficos en general [6,7].
- (b) Reflexione y aprenda sobre temas de gran importancia social, cultural, educativos y de formación integral
- (c) Expresé sus sentimientos y esquemas mentales respecto a su persona y situación particular con el fin de mejorar su situación y/o proceso de adaptación social
- (d) Concentre sus actividades en un portafolio electrónico que pueda ser utilizado como instrumento de detección, seguimiento y evaluación de su desarrollo integral de acuerdo al tema en cuestión.

La contribución e importancia del proyecto en términos sociales es que brinda apoyo a la comunidad ofreciendo, tanto a los niños como a sus familias, alternativas tecnológicas que les permitan desarrollar habilidades demandadas por el entorno –computacionales, vocabulario, manejo de multimedia, etc., y que además les complementen su desarrollo integral.

Otra ventaja interesante es que al ofrecer espacios y programas de este tipo, los niños y sus familias tienen la oportunidad convivir sana, colaborativa y empáticamente con personas que presentan la misma problemática. Por otro lado, la posibilidad de recopilar información diagnóstica en el portafolio electrónico de actividades también es muy útil en el área social ya que pueden ser detectados problemas de primer orden en el contexto del tema del programa, en este caso en el área de integración familiar y en el área de valores [6].

En el aspecto económico, el proyecto Familias del Mundo, brinda oportunidades de inversión en proyectos formativos que contribuyen a reducir la brecha de los que tienen riqueza y los que no la tienen. También ofrece oportunidades de acceso a recursos que despiertan el interés y el desarrollo de habilidades computacionales además de fomentar el autoestudio. Este último es un elemento básico para la efectividad de la educación continua en la vida adulta [4].

La aportación principal que este proyecto hace a la ciencia es brindar el espacio para realizar futuras investigaciones. Esto con el fin de medir importantes correlaciones entre las variables de uso de tecnología educativa en poblaciones marginadas y el desarrollo integral de los usuarios de este proyecto.

Por último en el aspecto tecnológico los usuarios desarrollan habilidades computacionales como el uso y manejo de hardware, software y multimedia, así como la creación y uso de ambientes virtuales y habilidades para la interacción social y el aprendizaje que repercute en su formación integral [9].

## **2. Metodología**

En esta sección el proyecto no se referirá a la metodología como la estructura y dinámica de una investigación científica sino que será descrita en términos del procedimiento seguido para diseñar y desarrollar el Proyecto de Familias del Mundo. En la fase de preparación, consideramos el estudio del ambiente para delimitar ambas vertientes: los programas educativos, y el plan de administración y operación de las salas. Esta delimitación se llevó a cabo según las necesidades concretas expresadas por la institución y los miembros de las comunidades que participan en sus programas de asistencia.

De esta forma, las necesidades expresadas y tomadas en cuenta para el Proyecto de Familias del Mundo, se centraron principalmente en satisfacer la aidez de conocimiento y la necesidad de formación integral en el campo de los valores así como fomentar el desarrollo de habilidades en el contexto de la tecnología de vanguardia. Así mismo se tomó en cuenta la realidad de nuestro país en materia educativa y productiva.

Como la misión, la visión y el modelo se propuso y quedó establecido lo siguiente:

**Misión:** La misión de las salas espacio M del DIF Tamaulipas, es brindar recursos y oportunidades de formación y desarrollo personal e integración a las familias tamaulipecas en circunstancias especialmente DIFíciles, a través de programas de tecnología educativa de vanguardia.

**Visión:** La visión de las salas espacio M del DIF Tamaulipas es que las familias tamaulipecas en circunstancias especialmente DIFíciles vivan en armonía, sean productivas y desarrollen un proyecto de vida y un nivel cultural acorde a las demandas del siglo XXI, elevando su calidad de vida.

Los tres ejes principales del marco teórico del proyecto son: formativo, educativo y productivo.



**Figura 1.** Ejes del modelo de salas interactivas espacio M, DIF Tamaulipas, México.

También se definieron la organización de las salas, el rol del facilitador, la operatividad, la coordinación interdepartamental del DIF así como la participación de expertos y voluntarios externos en las áreas tecnológica y académica.

Para la realización de los discos compactos se llevaron a cabo las siguientes etapas del proceso de desarrollo de interactivos:

- (a) Definición y planeación del proyecto
- (b) Definición de objetivos
- (c) Diseño de personajes y logotipo
- (d) Identificación de estructura: fases y elementos
- (e) Investigación, recopilación, evaluación y organización de información
- (f) Diseño de interfase, navegación, interactividad y programación
- (g) Desarrollo del proyecto, discos compactos y manual del facilitador
- (h) Revisiones
- (i) Diseño de empaque
- (j) Realización de masters y copias
- (k) Entrega del proyecto

#### Descripción de la implantación

Por razones de presupuesto, tiempo y disponibilidad de salas, el Proyecto Familias del Mundo inició la implantación en 2 de 13 salas de computación. Nuevo Laredo y Matamoros. A estas seguirán Ciudad Victoria, Ciudad Madero y Reynosa entre otras.

En primera instancia se adaptaron las salas que cumplieran con ciertos requisitos básicos como: ventilación e iluminación adecuada, espacio suficiente para doce equipos de cómputo, mesas y sillas, escritorio del facilitador, librero y archivero. Asimismo, se le hicieron adecuaciones como pintura y logotipos para la identificación del espacio. Posteriormente se procedió a la adquisición del material (libros y videos), mobiliario y equipo tecnológico como: cámaras digitales, computadoras, televisión y video, scanner, software y materiales de oficina. Una vez listo el equipo se puso en marcha unos días antes de la inauguración oficial por parte de la Sra. Tony Yarrington, Directora del DIF del estado de

Tamaulipas, con el fin de probar la funcionalidad de cada elemento tanto de los tangibles como de la conexión a internet y acceso al portal.

#### Material Visual de los Programas Educativos

Enseguida se incluyen algunas pantallas del programa educativo 1: Integración Familiar, así como el programa 2: Valores Universales.

#### Integración Familiar:

El primer programa educativo de Familias del Mundo se denomina: Integración Familiar. Este incluye personajes con características latinas –considerando la población para la cual va dirigida. Está realizado en un lenguaje sencillo e incluye bibliografía del CREFAL y material audiovisual del ILCE. En esta primera versión del programa, se pensó en cubrir la población padres e hijos de todas las edades por eso se realizó en tres secciones:

En la sección inicial para todos los usuarios, los temas son: ¿qué es la familia?, funciones de la familia, violencia intrafamiliar y adicciones, entre otros. En la sección de padres se presentan los temas de autoridad, comunicación, trascender e identidad, mientras que en la sección de hijos se trabaja con los temas de identidad, respeto y obediencia, ¿qué quiero ser de grande? y trascender.

Cada sección y subsección presenta sus objetivos particulares y está integrada por contenidos, reflexiones y actividades. Estas últimas se archivan en un portafolio electrónico.



**Figura 2.** En la bienvenida del programa se presentan los personajes de la familia

En el primer tema del programa ¿Qué es la familia? El objetivo específico es: Conocer el concepto de familia y que el usuario ubique su posición como miembro de familia. Las actividades que el usuario deber realizar son: Leer el contenido de ¿qué es la familia? y ubicar su posición como miembro de la familia en la actividad interactiva.

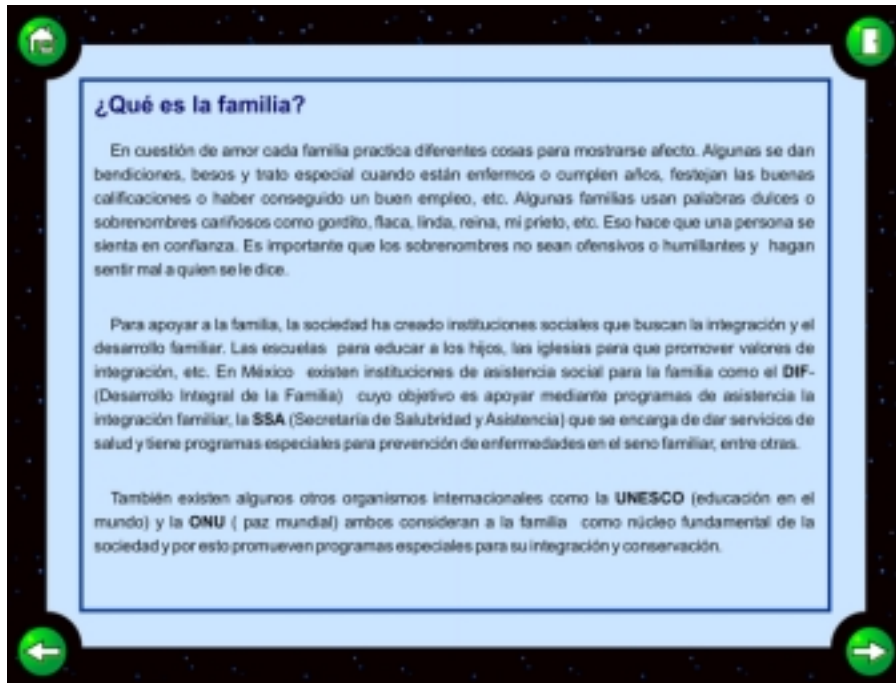


Figura 3. Ejemplo de contenido ¿Qué es la familia?

La actividad interactiva de esta sección es que le usuario se “tome una foto” de acuerdo a sus características físicas, las cuales estarán representadas por un personaje de caricatura.



Figura 4 y 5. En las pantallas aparecen preguntas concretas sobre las características físicas del usuario.





**Figura 6.** El usuario contesta las preguntas básicas de identificación

Una vez que el usuario llene esta actividad con sus datos, se recomienda que la imprima o bien que la coloque como portada en su portafolio electrónico de actividades.

Las reflexiones de este tema para discutir en la sala son: ¿Qué es para ti la familia? ¿Porqué es importante la familia? ¿Cómo es tu familia? ¿Qué lugar ocupas en tu familia?

### Valores Universales

El segundo disco compacto es la visita al museo virtual de los Valores Universales. En éste se recorren doce salas correspondientes a algunos de los muchos valores importantes para la humanidad como: el amor, la generosidad, el optimismo, la justicia, la libertad, la honestidad, el orden y la mesura, la tolerancia, el respeto y la dignidad principalmente. A continuación se presentan algunas pantallas relevantes:



**Figura 7.** Pantalla exterior del museo y sala de información.

A la entrada del museo, el usuario coloca su nombre para identificar sus actividades al guardarlas en el portafolio electrónico. Posteriormente pasa un lobby de recepción, donde se le da una breve bienvenida al programa y se le ofrecen las opciones de recorrido por cada una de las 12 salas. Cada sala trata de un valor.

En cada sala se encontrará elementos interactivos como: contenidos, actividades, mapas conceptuales, periódicos con espacios para escribir sus propias notas, reflexiones, fotografías (con audio explicativo) relevantes al tema, casos mediante los cuales puede expresar sus opinión y actitudes, y actividades variadas. Además, se presenta en cada sala tres preguntas respecto a su comportamiento en el valor correspondiente, que el usuario contestará libremente y sobre las cuales recibirá una retroalimentación informal y breve, al finalizar la sala. El resultado de esos “tests” llamados “valorímetro”, se presenta en la sección de recepción y se puede acceder cuantas veces decida el usuario.



Figura 8. Ejemplo de actividad en el valor del orden.

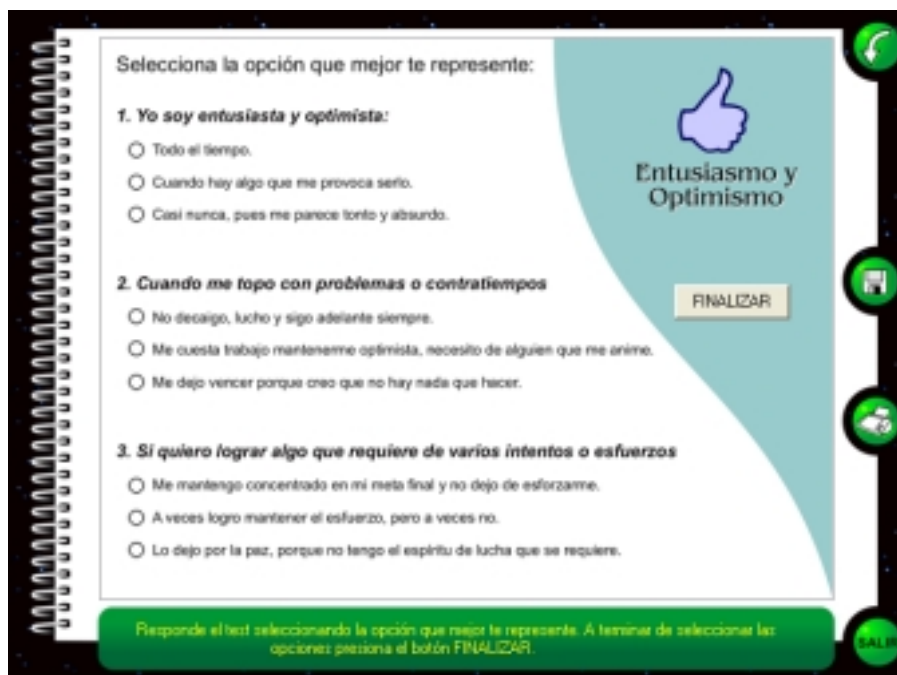


Figura 9. Ejemplo de cuestionario para sondear un valor



Figura 10. Ejemplo de actividad interactiva del valor entusiasmo

### 3. Resultados y discusión

Debido a que **espacio M** del DIF Tamaulipas abrió sus salas de computación este mes de junio de 2002, el resultado de la implementación aún no se conoce. Se pretende, sin embargo, que en un futuro se lleven a cabo evaluaciones cuantitativas y/o cualitativas para obtener resultados que perfilen planes de mejora continua.

Lo que se ha recopilado hasta el momento es que debido a la necesidad de la población, es necesario producir más programas educativos que aborden temas como la sexualidad y las adicciones, por mencionar algunos. También se conoce que el buen funcionamiento de las salas depende en gran medida de la efectividad de los facilitadores. Los factores como la buena disposición, acercamiento a los usuarios, preparación en los temas acerca de los cuales tienen material, capacitación tecnológica y formativa etcétera son determinantes para el éxito del proyecto implementado en cada sala.

Otro factor a considerar es el número y calidad del equipo de cómputo, así como el mantenimiento y buen funcionamiento del mismo, ya que gran parte de la operatividad de las salas se basa en ello.

Sin duda, el interés de la institución que fue lo que en primera instancia dio vida al proyecto, debe mantener un flujo constante de inversión económica y humana para asegurar el futuro de estos espacios y programas.

Finalmente, para poder evaluar la efectividad tanto del funcionamiento de las salas, como de los programas formativos se requerirá tanto de la información proporcionada por los facilitadores en las salas, de los usuarios, así como de otros expertos especialistas en el estudio y seguimiento de casos.

Debido a los complejos antecedentes y situaciones problemáticas en las que se encuentran los usuarios, el resultado positivo en términos de mejor calidad de vida y lograr un buen desarrollo integral – si lo hubiere- probablemente sea difícil de adjudicar a un solo elemento, por programa educativo o tiempo de esparcimiento y formación en estos espacios utilizando los elementos del proyecto. La afirmación anterior apela a que los cambios positivos, que atacan la raíz de los problemas y que impactan en las actitudes sociales, familiares y personales llevan tiempo. Generalmente son resultado de una combinación de factores, que en este caso bien pudieran ser ajenos al proyecto. Por otra parte, el ofrecer estos recursos, sin embargo, son opciones que intentan apoyar la promoción y el desarrollo personal para lograr una mejor calidad de vida.

#### 4. Conclusiones

Familias del Mundo es un proyecto de formación social, tecnológica y educativa dirigido principalmente a la población menos favorecida del estado de Tamaulipas en su primera fase de implementación. El plan es que este proyecto incremente las opciones de programas educativos en multimedia así como que opere en las 11 salas restantes del estado.

El objetivo a largo plazo del Proyecto Familias del Mundo es que sea promovido en otros estados y países para beneficiar a más usuarios. Los organismos como la ONU, la UNESCO, la SEP, la OEA, y el mismo gobierno de los estados, así como instituciones educativas con tecnología de punta como el ITESM, tienen amplia posibilidad de hacer sinergia al conjuntar esfuerzos y recursos para la elaboración de proyectos de este tipo lo cual contribuye a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos del mundo.

Finalmente, este tipo de proyectos brindan la posibilidad de hacer futuras investigaciones en el área de tecnología educativa para el desarrollo integral del ser humano.

#### Referencias

- [1] Jiménez, J. *Derechos de los Niños*. Cámara de Diputados. LVIII Legislatura Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. (2001).
- [2] Elosúa de Salinas Alicia *Convivir mejor en familia*. Ediciones Castillo, primera Edición. Monterrey, N. L. México (1998).
- [3] Villapalos, G. *El Libro de los Valores*. Planeta. Barcelona, España. (1999).
- [4] Delors, J. et al. *La Educación Encierra un Tesoro*. UNESCO Correo de la UNESCO. México. (1997).
- [5] Escamilla, J. G. *Selección y Uso de Tecnología Educativa*. Trillas. D.F., México. (2000).
- [6] Barrett, H. *What To Consider When Planning An Electronic Portfolio*. <http://transition.alaska.edu/www/portfolios/LLTOct98.html> (1998).
- [7] Beuhl, Buzán D. *Classroom Strategies for Interactive Learning*. Wisconsin State Reading Association. Wisconsin, USA. (1995).
- [8] Buzán, T. *El Libro de los Mapas Mentales*. Ediciones Urano, S.A., Barcelona, España. (1996).
- [9] Villaseñor, G. *La Tecnología en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje*. Trillas. D.F., México. (1998).

# EL NIVEL ORTOGRÁFICO Y EL LÉXICO DISPONIBLE DE LOS ALUMNOS A EGRESAR DE LAS CARRERAS DE PROFESIONAL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY, CAMPUS SINALOA, SEMESTRE AGOSTO-DICIEMBRE DE 2001

Ana I. Meraz y Leonila C. Sánchez

La enseñanza del idioma español en las diversas instituciones educativas consta de una serie de cursos que pretenden que el estudiante desarrolle las habilidades requeridas para tener una correcta comunicación oral y escrita. En los programas del ITESM, existen materias que coadyuvan a dicho propósito, tales como Redacción en Español, Redacción Avanzada y Comunicación Oral, mismas que refuerzan uno de los propósitos de la Misión hacia el año 2005, en cuanto a desarrollar, como una habilidad básica, en los alumnos la buena comunicación oral y escrita. En esta investigación se obtienen ciertos resultados relacionados con la enseñanza de las materias de español y de lo que los propios estudiantes ya dominan del idioma, como parte de sus conocimientos previos proporcionados por sus anteriores centros de enseñanza y lo que su entorno familiar y social les han aportado para su enriquecimiento.

Este trabajo, en su primera fase tiene como finalidad el conocer el vocabulario con que cuentan los estudiantes egresados del ITESM Campus Sinaloa, es decir, mostrar su disponibilidad léxica. En su segunda fase, el trabajo comprende aspectos relativos para conocer el nivel ortográfico de los estudiantes así como su sintaxis en donde también se conocen y clasifican cuestiones relacionadas con la acentuación, el uso de mayúsculas y el empleo de contracciones. Las palabras empleadas en la cotidianidad de cada persona suelen ser diferentes a las empleadas en situaciones más formales o donde se requiere cierto rigor en su uso, sin embargo, es patente que la formación educativa, la influencia familiar y social, así como la región donde habita el sujeto son factores determinantes en la conformación y uso del léxico y hasta de la propia ortografía. La escuela, los programas de estudio sobre el español y los antecedentes sociales, familiares, culturales y geográficos, entre otros, son elementos importantes que influyen en la formación de todo individuo; por ello, la educación juega un papel esencial en el desarrollo de habilidades básicas para sus estudiantes, como lo es en este caso la comunicación oral y escrita.

Palabras clave: Español, Comunicación, Léxico, Redacción, Ortografía, Enseñanza.

## 1. Introducción

Las materias de Redacción en Español, curso remedial, Comunicación Oral, curso sello optativo, y Redacción Avanzada, curso sello optativo, que se imparten en el nivel superior del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Sinaloa, son importantes en cuanto que a través de ellas los estudiantes desarrollan las habilidades necesarias para tener una aceptable comunicación oral y escrita (Programas Analíticos, 2000).

La experiencia que se ha tenido en la enseñanza de los mencionados cursos es que los estudiantes al momento de terminarlos no logran aprender o asimilar en su totalidad los objetivos que los programas analíticos de tales cursos prescriben, tales como el tener una correcta ortografía, un buen uso de la redacción y una disponibilidad de léxico que en conjunto contribuyan de manera significativa en sus procesos de comunicación oral y escrita. El problema detectado en los estudiantes del nivel de profesional, próximos a egresar de las carreras, es que aún no logran desarrollar una aceptable comunicación oral y escrita, misma que se traduce en el empleo de un pobre y limitado lenguaje coloquial que, acompañado de diversos errores ortográficos, evidencian una mala preparación para afrontar su inminente trabajo profesional.

El deficiente conocimiento y uso de las herramientas lingüísticas básicas relacionadas con la disponibilidad de un vocabulario amplio y diverso, así como de una correcta ortografía, han motivado en gran medida la realización de la presente investigación, misma que no pretende ser novedosa ni única, puesto que existen un sinnúmero de trabajos relacionados con este campo de la lingüística, sino propiciar una reflexión de quienes nos dedicamos a la enseñanza en esta área del conocimiento, en relación a los resultados que está arrojando la implementación de los programas de enseñanza del español dentro de este entorno educativo. El detectar este problema sobre la ausencia de una ortografía aceptable y de un léxico disponible rico en palabras, que no es único ni exclusivo de esta institución educativa, puede propiciar, como se mencionó anteriormente, una reflexión que con el afán de mejorar la práctica docente de quienes estamos inmersos en esta área, pueda brindar soluciones para enfrentar esta situación y tratar de generar alguna metodología que de verdad ataque esta evidente deficiencia en los estudiantes de profesional.

Ante dicha problemática y con la experiencia que se ha tenido en las diversas investigaciones que sobre cuestiones de ortografía y léxico disponible se han llevado a cabo en algunas regiones de México, se optó por realizar un trabajo similar en el Campus Sinaloa, con los estudiantes a egresar en el periodo de agosto-diciembre de 2001, mismos que ya cursaron las materias antes descritas. La investigación en comento tiene como objetivo apreciar los niveles de ortografía y de vocabulario que los estudiantes conocen y manejan en su vida cotidiana, es decir, su manera de expresión escrita, ya que por medio de la escritura y el uso de un vocabulario específico se puede llegar a conocer lo que necesitan aprender o desarrollar para mejorarla y de esta forma tomar algunas pautas que ayuden a la enseñanza de las materias de español.

Este trabajo, como antes se mencionó, no pretende ser la novedad ni la exclusividad para manejar un asunto que a todas luces ha sido analizado y replanteado por otros interesados y expertos en la materia que con resultados obtenidos a través de investigaciones de alto rigor científico han planteado la necesidad de que las instituciones educativas deben crear y mejorar los tradicionales métodos de enseñanza del idioma español. El propósito de este trabajo es conjugar las investigaciones sobre el nivel ortográfico y de disponibilidad léxica en un segmento de la población, con el uso de la tecnología y la planeación educativa en cuanto a la efectividad de la enseñanza de algunas materias relacionadas con el idioma español y que junto a otras variables a considerar permita reflexionar y desarrollar algún modelo de enseñanza que permita a los profesores del ITESM Campus Sinaloa medir objetivamente las habilidades que los estudiantes poseen en cuestiones de ortografía y en el manejo del léxico disponible.

## **2. Marco Teórico**

La lengua está compuesta por tres niveles: el fonético-fonológico; el morfológico-sintáctico y el semántico-lexicológico. La descripción de cada uno de los niveles se puede realizar sobre tres ejes: el del tiempo, el del estrato sociocultural y el del lugar, por lo cual con este trabajo se pretende lo siguiente:

- (a) Conocer el vocabulario con el que cuentan los estudiantes a egresar de las carreras de profesional del semestre agosto-diciembre de 2001, del ITESM Campus Sinaloa.

- (b) Mostrar la disponibilidad léxica de los vocablos obtenidos.
- (c) Analizar la ortografía de que disponen los propios estudiantes.

El término léxico (del griego, "Léxis", palabra) se conceptúa como el conjunto de vocablos que se encuentran en la lengua de una comunidad; en tanto, la **competencia lingüística** es el conjunto de habilidades que el hablante posee en los componentes fonológico, sintáctico, semántico y léxico. Por su parte, la **competencia léxica** es el conocimiento que cada hablante tiene de la totalidad de las palabras, o del vocabulario de su lengua, y la **competencia léxica disponible** será aquella que el hablante posee del léxico disponible de su lengua. Las disciplinas que se toman en cuenta para el logro de esta investigación son: la léxico-estadística (uso de fórmulas estadísticas sobre el índice de disponibilidad léxica del vocablo), la sociolingüística (estudio del vocabulario de un nivel sociocultural de un lugar) y la lingüística computacional (uso de la computadora para el mejor desarrollo del procesamiento de datos).

Sobre las tres disciplinas antes citadas, es importante destacar que la sociolingüística se encarga principalmente de "establecer correlaciones entre los distintos usos y actitudes lingüísticas y la distribución de los miembros de la sociedad en estratos, estamentos y grupos" (Diccionario de Lingüística, 1986). Los temas tratados por la sociolingüística son diversos y entre ellos están las variedades diacrónicas y sincrónicas de la lengua; el uso que los hablantes hacen de la lengua y de sus variedades; los comportamientos lingüísticos y los factores sociales que los determinan o condicionan. El análisis de la sociolingüística se realiza en dos niveles, el Nivel Macrosociológico, donde se analizan los sistemas lingüísticos en una comunidad parlante y el Nivel Microsociológico, donde se analizan los eventos de interacción comunicativa, la escala de referencia es el acto comunicativo individual, con los individuos que intervienen en él. El trabajo a desarrollar sobre la disponibilidad léxica se lleva a cabo en un nivel microsociológico en virtud de que los estudiantes del ITESM Campus Sinaloa forman parte de una escuela representativa que está inmersa en una comunidad parlante. Como lo señala Bernstein: "la lengua y el comportamiento lingüístico de un hablante, dependen de la estructura social en que está inserto el hablante, y en particular, de las relaciones sociales y de las interacciones que se instauran dentro del grupo del que el hablante forma parte" (Gaetano Berruto, 1979).

El estudio de los vocabularios de las lenguas se puede hacer desde varias perspectivas, tales como elaborar diccionarios, mejorar la enseñanza de la lengua, materna o segunda lengua, entre otras, y en el caso de este trabajo se pretende lo segundo, es decir, mejorar la enseñanza del español en su aspecto ortográfico, de redacción y de vocabulario. Sobre el léxico disponible de los estudiantes se ha comprobado que al momento de que éstos ingresan a una institución educativa los maestros suponen que dominan su lengua materna y la enseñanza que les imparten sobre redacción en español no siempre considera este importante aspecto que de cierta forma y con pocas excepciones no es recomendable para todos los estudiantes. En estudios sobre el léxico básico aparecen las palabras frecuentes o estables, es decir, aquellas que están presentes en cualquier contexto. Los estudios sobre el léxico fundamental los complementan al detectar palabras que no aparecen sino en determinados contextos y que aún cuando no se registren en los léxicos básicos están en el repertorio del hablante, pero éste los emplea en ocasiones comunicativas específicas y por eso se denominan palabras inestables.

El hablante pertenece a un grupo social, pero también se enfrenta o interactúa con otros grupos sociales en diversas situaciones, por lo cual puede disponer de un lenguaje formal o informal producto de sus relaciones familiares, escolares y sociales en general, donde el manejo de las formas lingüísticas puede ser o no correcto. Aquí es importante destacar los tipos específicos del lenguaje: popular, estándar o culto (Socorro Fonseca, 2000).

Cabe destacar que los estudios sobre el léxico pretenden conocer el vocabulario activo y pasivo que tiene el estudiante para de esa manera hacer un cambio en la estructura de los contenidos de los programas de enseñanza de la lengua y generar en el estudiante un conocimiento lingüístico que responda a sus diferentes situaciones comunicativas. Para la planeación de estrategias de aprendizaje se requiere saber qué, cuándo y dónde se va a enseñar,

asimismo, conocer lo que un estudiante ya domina y lo que aprende de la lengua en los cursos que toma. Por ello es necesario saber qué tanto conoce de su lengua materna, qué estructuras maneja y cuáles le faltan por incorporar, como lo señalan López Chávez y Strassburger: “qué léxico utiliza, cuál pretende y cuál hay que reforzar” (Juan López Chávez y Carlos Strassburger).

Existen diversos estudios sobre el léxico (Humberto López y R. Loran) que datan de épocas muy antiguas, pero su estudio cuantitativo es prácticamente reciente, pues la léxico-estadística se instauró a partir de 1950. Estos estudios se basaron (en un principio) en la frecuencia, donde se detectaban las palabras estables de una lengua, es decir, aquellas que se repiten en cualquier manifestación del habla, llamadas también gramaticales (como preposiciones, conjunciones, pronombres, artículos, verbos, adjetivos o adverbios) y palabras de baja frecuencia, aquellas que se emplean sólo en situaciones específicas. De la diferenciación antes indicada, se acordó emplear los llamados “centros de interés” (temáticas), para que el informante aportara el léxico que asociaba con cada “centro”. En Puerto Rico, en 1983, se presentó el estudio sobre un “nuevo cálculo del índice de disponibilidad”, por Humberto López Morales y R. Lorán, donde tomaban en cuenta la frecuencia y el orden en que el informante citaba las palabras (Humberto López, 1991).

En el caso de México, se realizaron varios trabajos de tesis sobre el léxico disponible con el método antes indicado, sin embargo, por tener algunas irregularidades, los maestros López Chávez y Strassburger constituyeron una fórmula más eficiente, que los propios investigadores de Puerto Rico han estudiado sin ninguna objeción y que a la vez ha sido aceptada por la Asociación Mexicana de Lingüística Aplicada en su simposio de “Lingüística y Computación”. De hecho, la mayoría de las investigaciones sobre léxico disponible en español se han realizado en México, ya que si bien se han levantado encuestas en Puerto Rico, República Dominicana y Las Palmas de Gran Canaria, éstas se han procesado en México. Los estudios iniciados en 1985 se vieron reforzados en 1989 con la creación en la Universidad Nacional Autónoma de México del Proyecto IN-600589 denominado “*Determinación del léxico disponible y fundamental. Búsqueda de estructuras y reglas de adquisición del léxico: desarrollos teóricos, descriptivos y aplicaciones en la enseñanza de la lengua*”, mismo que duró hasta 1992, tiempo en el cual se realizaron diversos acercamientos al tema (Juan López Chávez, 1999).

La suscrita, Ana Meraz (1992), como parte de sus estudios de la licenciatura en Lengua y Literatura Hispánicas y con la asesoría del Dr. Juan López Chávez realizó una investigación sobre el léxico disponible en tres escuelas primarias representativas, las de mayor nivel académico en el municipio de Culiacán, Sinaloa, siendo una del gobierno federal, otra del gobierno estatal y otra particular, en las cuales se encuestaron a todos los grupos de cuarto, quinto y sexto grados de primaria, en donde se obtuvieron resultados bastante contrastantes con el uso y el número de palabras escritas al existir marcadas diferencias culturales, sociales y pedagógicas en cada uno de los grupos de estudiantes y que de manera evidente se vieron reflejadas en los cuestionarios.

### **3. Metodología**

La muestra seleccionada para la aplicación de las encuestas se dirigió al total de los estudiantes de profesional del noveno semestre, que cursan las cinco carreras existentes en el Campus Sinaloa, como lo son las licenciaturas en Contaduría Pública y Finanzas (LCPF), Administración de Empresas (LAE) y Comercio Internacional (LIN) y las ingenierías Industrial y de Sistemas (IIS) y la de Sistemas de Información (ISI), quienes iban a egresar en el semestre agosto-diciembre de 2001, en virtud de que para ese su último semestre de la carrera ya habían cursado las tres materias básicas sobre la enseñanza del español que se imparten en el ITESM, como lo son Redacción en Español, Redacción Avanzada y Comunicación Oral, y se quiso constatar de cierta forma la relación que puede existir entre el haber cursado todas o parte de dichas materias y los resultados obtenidos sobre sus habilidades de comunicación escrita. Esto en sí fueron las primeras variables a considerar, como lo son la carrera y las materias cursadas por los estudiantes, para posteriormente considerar otras tales como el sexo, si tenían beca y si habían cursado la materia remedial de español.



Para realizar la investigación respecto a la ortografía empleada por los estudiantes de la muestra, se utilizó la escritura como elemento clave para detectar su nivel, para lo cual se sugirió a los estudiantes elaborar un escrito, en un tiempo límite de diez minutos, donde explicaran todo lo que cada uno quiera exponer sobre un tema determinado, en este caso se les pidió comentar sobre su experiencia como estudiantes en el ITESM Campus Sinaloa. La idea de sugerir un tema para explicar a través de la escritura en un tiempo determinado, se hace con la finalidad de estandarizar la aplicación y poder ser más objetivos en cuanto a que todos hayan tenido la misma oportunidad de escribir sobre un tema parecido y en un mismo lapso. En el escrito se pide el nombre del alumno, el número del comentario, la carrera que cursa, el número de semestre, si cursó el remedial de Español y por último se le pidió lo que en este caso fue lo siguiente: *“Escribe en esta hoja algo que quieras comentar sobre tu vida estudiantil en el ITESM”*, en donde el alumno desarrolla el tema de forma libre, sin restricciones o limitaciones, al escribir todo aquello que desee manifestar sobre su vida en la escuela.

Respecto al cuestionario empleado para determinar la disponibilidad léxica, éste contiene los siguientes datos: nombre del alumno, sexo, edad, grado escolar, si cursó remedial de Español, nombre de la escuela, ubicación de la escuela, si tiene beca, ocupación de los padres, tipo de vivienda, colonia donde vive y cuántas horas diarias de televisión ve el encuestado. Dicho cuestionario abarcó 16 temas o centros de interés, cuyas palabras a relacionar con los mismos marcarán la diferencia en cada uno de los encuestados en cuanto a su dominio de léxico y su nivel ortográfico; los temas o centros de interés fueron los siguientes:

- CI1: Partes del cuerpo.**
- CI2: Ropa, Vestido y Calzado.**
- CI3: Partes de la Casa.**
- CI4: Muebles y Enseres Domésticos.**
- CI5: Alimentos, Comidas y Bebidas.**
- CI6: Objetos colocados sobre la Mesa (no alimento).**
- CI7: La Cocina y sus Utensilios.**
- CI8: Escuela, Muebles y Útiles.**
- CI9: Electricidad, Iluminación y Aire Acondicionado.**
- CI10: La Ciudad.**
- CI11: La Naturaleza.**
- CI12: Medios de Transporte.**
- CI13: Trabajos de Campo y Jardín.**
- CI14: Animales.**
- CI15: Diversiones y Deportes.**
- CI16: Profesiones y Oficios.**

En el cuestionario, la carrera en la que está inscrito el alumno se designó con las siglas que ya están predeterminadas para cada una, como **LIN, LAE, LCPF, IIS e ISI**, y al momento de aplicarlo se les aclaró a los estudiantes que éste no era un examen ni tendría valor alguno, pues muchas veces al pensar que tendrán una calificación se puede generar algún tipo de angustia o disgusto que podría provocar un número menor de respuestas o ciertas equivocaciones en la construcción de las palabras. El tiempo máximo que se les da para que respondan cada centro de interés es de 4 minutos; una vez que se contesta el primero en los 4 minutos respectivos, se pasa inmediatamente después al siguiente hasta terminar los 16 en un tiempo total de 64 minutos aproximadamente, por lo tanto, buena parte de las respuestas dependerá de la agilidad mental, el dominio de palabras y la rapidez al escribir que tenga cada uno.

Para la presente investigación la muestra seleccionada fue de 59 informantes, clasificados de la siguiente manera:

<b>CARRERA DE LAE</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
Total: 14	3	11
Becados: 5	0	5
Cursaron Remedial: 5	1	4

<b>CARRERA DE LCPF</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
Total: 18	6	12
Becados: 10	3	7
Cursaron Remedial: 6	3	3

<b>CARRERA DE LIN</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
Total: 10	4	6
Becados: 5	2	3
Cursaron Remedial: 4	2	2

<b>CARRERA DE IIS</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
Total: 15	7	8
Becados: 13	7	6
Cursaron Remedial: 1	1	0

<b>CARRERA DE ISI</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
Total: 2	2	0
Becados: 2	2	0
Cursaron Remedial: 0	0	0

Las recomendaciones que se hacen a los informantes es que escriban las palabras tal y como las usan en su vida cotidiana, con naturalidad, sin tratar de ocultar su verdadera forma y sentido. Asimismo, se les sugiere que escriban lo más legible posible, que todas las palabras vayan en singular, excepto aquellas que siempre se usan en plural, como la palabra tenis, asimismo, que cada palabra corresponda al campo semántico o centro de interés respectivo y que todos los verbos queden en infinitivo para los centros de "Trabajos de Campo y Jardín", "Diversiones y Deportes" y "Trabajos y Oficios". Estas recomendaciones no todos los informantes las siguen al pie de la letra, sin embargo, al momento de revisar cada cuestionario pueden corregirse o bien al momento de la captura, no obstante pueden analizarse también las palabras mal escritas para detectar fallas ortográficas y sintácticas, entre otros errores.

Para la depuración del material se requiere hacer una lectura minuciosa de cada cuestionario con el fin de que cada palabra corresponda a su respectivo centro de interés, pues si una palabra aparece en uno que no le corresponda ésta se eliminará. En la captura se corrigen las faltas de ortografía, se elimina el plural, excepto en algunas palabras (como tenis), se eliminan los artículos, las marcas comerciales y se uniforman las formas verbales en infinitivo, además, las frases extensas se reducen a la palabra principal.

Una vez revisado y depurado el material se procede a llevar a cabo la captura, o sea, el vaciado de datos en una computadora, cuyo programa elegido para este caso fue una pantalla desarrollada en el lenguaje Visual FoxPro 5.0 de Microsoft, para hacer los listados respectivos en orden ascendente y descendente y archivar toda la información para ulteriores consideraciones. Es importante numerar cada cuestionario y colocar la clave del informante, así como separar los centros de interés con sus respectivos números. El procesamiento de datos consiste en llevar a cabo ciertos pasos con los cuales se obtienen los resultados tales como el índice de disponibilidad,

el ordenamiento alfabético, el ordenamiento descendente o ascendente, según el índice de disponibilidad, y los vectores de cada centro de interés, entre otros, es decir, con este programa se obtiene el número total de palabras escritas por cada estudiante en lo individual, así como por los estudiantes en su totalidad, o bien, por carrera, por sexo, por centros de interés, así como detectar los vocablos de mayor o menor mención, entre otras variables más.

#### **4. Resultados y Discusión**

Para los índices de Disponibilidad Léxica y Nivel Ortográfico, la aplicación de los cuestionarios y la captura de la información se realizaron durante el semestre agosto-diciembre de 2001, en tanto, el procesamiento, clasificación y determinación de los resultados se llevó a cabo durante el semestre enero-mayo de 2002. La cantidad de graduados de profesional es mayor durante el semestre de diciembre, por lo cual el número de 59, aunque no es una cantidad mayor como la de otros semestres, brindó la oportunidad para llevar a cabo este trabajo, además, es de considerarse que la muestra si bien no es tan alta como podría hacerse en otros sitios se debe a que el Campus Sinaloa no es muy grande en cuanto al número total de estudiantes.

Como parte de los indicadores, se consideró el que los alumnos hayan cursado la materia de Redacción en Español, pues podría arrojar algún resultado que represente una ventaja el haberla llevado o una desventaja si fue lo contrario, no así con el curso de Redacción Avanzada que ya llevaron obligatoriamente todos los encuestados, pero que ahora con los planes 2000 surgió como curso sello optativo, por lo tanto se corre el riesgo de que en algunos campus del Sistema pueda o no impartirse, lo cual ya se verá reflejado en otro tipo de resultados.

Sobre el nivel de léxico, de los 59 alumnos, y sus respectivos cuestionarios con 16 centros de interés cada uno y 15 espacios para igual número de palabras en cada uno de ellos, se obtuvieron 11,074 palabras de 14,160, lo cual significa que cada estudiante tuvo un promedio de 187 palabras, mismas que representan un 77.91%. Dentro del total de las 11,074 palabras escritas existen, ordenadas por frecuencia, 2,351 palabras no repetidas, algo muy significativo que representa un 21.22% del total, entre las cuales destacan las palabras: abarrotes, abeja, alpinismo, auditorio, baúl, campamocha, desván, ducha, maizoro, marrano, jaguar, nuca, minero, pizcador, sembrador. Asimismo, existen otras palabras bastante repetidas, cuya frecuencia representa un mayor número de menciones, como las siguientes: perro (56), gato (55), avión (55), cocina (54), pantalón (53), foco (52), árbol (52), dedo (51), carro (51), bicicleta (51), baño (50), pie (50), cochera (50), mano (49), ojo (48), regar (47), pizarrón (44).

De lo anterior se aprecian con claridad los tipos de lenguaje que el grupo de estudiantes en cuestión utilizó, en donde se manifiesta un tipo específico de lenguaje como el popular, el estándar y el culto. Cabe destacar que el Centro de Interés con mayor número de palabras fue el 1, relativo a Partes del Cuerpo, con 836 (7.54%), en tanto el que tuvo menos palabras fue el 13, sobre Trabajos de Campo y Jardín, con 483 (4.36%) palabras. Es evidente que las palabras más empleadas por los estudiantes tienen que ver con lo que más conocen de sí mismos y de su propio contexto cultural y social.

En cuanto a los índices de Ortografía, se obtuvieron un total de 5,365 palabras, cuyo promedio correspondiente representa 90.9 palabras para cada alumno. Solamente 25 de los 59, tuvieron un número mayor a 90 palabras, lo cual representa un 42.37% del total, de donde destacan 11 estudiantes de la carrera de IIS con un 18.74% del total. En tanto, 9 estudiantes no tuvieron un sólo error ortográfico, lo cual representa un 15.24% del total de la muestra, aquí destacaron 5 mujeres de la carrera de LCPF, 3 mujeres de la carrera de IIS y un hombre de la carrera de IIS. El escrito más extenso fue de una alumna de IIS, sin beca y sin cursar el remedial de español, con un total de 210 palabras; mientras que, el de menor extensión fue de un alumno de LCPF, becado y que sí cursó el remedial de español, con un total de 50 palabras. De ambos resultados se obtiene un promedio de 130 palabras por alumno. Esto denota un uso limitado de vocabulario al no poder escribir el estudiante más palabras dentro del tiempo asignado que se le permitía. Es pertinente destacar que los errores más recurrentes fueron los de acentuación, cuyo

porcentaje fue de 2.0%, en tanto los de ortografía en general comprendió un porcentaje del 0.87% en donde destacó el mal uso de mayúsculas y la confusión o uso erróneo de una letra por otra.

El esquema general del segmento de la población estudiantil que participó en esta investigación se demuestra con la siguiente gráfica:

PERSONAS	NÚMEROS	PORCENTAJES
Alumnos	59	100%
Hombres	23	38.98%
Mujeres	36	61.02%
Ingenieros	17	28.81%
Licenciados	42	71.19%
Becados	34	57.62%
Cursaron Remedial	16	27.11%

Los resultados sobre el nivel de la ortografía se muestran en las siguientes gráficas:

RESULTADOS DEL NIVEL ORTOGRÁFICO		
Alumnos	59	100%
Número Total de Palabras	5365	100%
Errores Ortográficos	47	0.87%
Errores de Acentuación	109	2.0%
Nivel más alto de palabras	210 (Alumna de IIS)	100%
Promedio de Palabras	130 (Promedio de palabras)	61.90%
Nivel más bajo de palabras	50 (Alumno de LCPF)	23.80%

PROMEDIO SUPERIOR A 90.9 PALABRAS, DIVISIÓN DEL TOTAL 5365 ENTRE 59 ALUMNOS				
Carrera	25 Estudiantes	Hombres	Mujeres	Porcentaje
LIN	4	1	3	6.77%
LAE	7	0	7	11.86%
LCPF	3	0	3	5.08%
IIS	11	4	7	18.64%
ISI	0	0	0	0

ESTUDIANTES QUE NO TUVIERON NINGÚN ERROR ORTOGRÁFICO				
Carrera	9 Estudiantes	Hombres	Mujeres	Porcentaje
LIN	0	0	0	0
LAE	0	0	0	0
LCPF	5	0	5	8.47%
IIS	4	1	3	6.77%
ISI	0	0	0	0

Los resultados deseados respecto a la disponibilidad léxica se muestran en las siguientes gráficas:

NIVEL LÉXICO DESEADO		
Alumnos	59	100%
Total de Palabras	14160	100%
Palabras por Alumno	240	100%

Los resultados obtenidos respecto a la disponibilidad léxica se muestran en las siguientes gráficas:

<b>RESULTADOS DEL NIVEL LÉXICO</b>		
Alumnos	59	100%
Total de Palabras	11074	78.20%
Promedio de Palabras	187	77.91%
Palabra más citada	Perro	56 veces
Palabra Promedio	Cosechar	28 veces
Palabras sin repetir	2351	21.22%

<b>EJEMPLOS DE LOS RESULTADOS SOBRE EL TIPO ESPECÍFICO DE LENGUAJE</b>		
POPULAR	ESTÁNDAR	CULTO
Aire	Aire Acondicionado	Refrigeración
Culebra	Víbora	Serpiente
Chacha	Muchacha	Sirvienta
Chancla	Huarache	Sandalia
Plantar	Sembrar	Cultivar
Sentadera	Nalga	Glúteo

## 5. Conclusiones

El estudio del idioma español está incluido en todos los programas de las carreras de profesional del ITESM, a través del curso remedial de Redacción en Español y los cursos sello optativos de Redacción Avanzada y Comunicación Oral, sin embargo, no todos los estudiantes que ingresan los cursan, en virtud de que el primero de ellos no es requisito para los alumnos que provienen de las preparatorias del sistema ITESM ni para aquel que haya aprobado en su examen de admisión el apartado de español respectivo; en cuanto a los segundos, por ser optativos, dependerá de cada Campus decidir si se cursan o no de manera obligatoria. Pero, independientemente del requisito indispensable para cursar unas u otras materias, la creación de estos cursos se debe a que el propio Instituto está consciente de la relevancia social que implica el que todos sus egresados posean y manifiesten en su práctica profesional un dominio adecuado del idioma español por ser éste el instrumento por el cual proyectarán su formación técnica, científica y humana adquirida en las aulas.

No obstante, aún cuando se consideren amplios y suficientes los programas de estudio, se puede atender al principio filosófico aristotélico de que el conocimiento se adquiere a través de los sentidos (Obras de Aristóteles, 1967), y en este caso, el redactar implica plasmar por escrito las ideas que surgen de la inteligencia y que previamente han sido acumuladas a través de la experiencia. Por ello, es pertinente mencionar que uno de los objetivos de los programas de Redacción, es precisamente el desarrollar la actividad mental de los alumnos pero a través de un proceso previo de lectura. Es decir, no dar por hecho que los alumnos de profesional ya poseen los conocimientos suficientes para redactar, sino ir un poco más al antecedente, para ampliar su cultura a través del ejercicio de la vista que captura ideas ya plasmadas por otros, es decir, por expertos en el arte de escribir correctamente. Con ello, es evidente que si no se lee no se obtendrá un nivel de léxico aceptable y tampoco se tendrá un aceptable nivel de ortografía ante la ausencia de palabras que deberían ser aprendidas por medio de la lectura misma.

Las investigaciones sobre el léxico básico o disponible, interesante labor descriptiva, representan una gran ayuda para que los docentes estén en posibilidades de conocer las palabras que dominan sus estudiantes, mismas que pueden servir de base para afianzarlas y a la vez para poder incorporar a su competencia lingüística otros nuevos vocablos e incrementar así su dominio lingüístico. El léxico es un elemento que depende y forma parte de la gramática, es un componente lingüístico que no está aislado de ningún otro y tampoco tiene una jerarquía mayor o menor que

cualquiera de ellos, puesto que existe una interrelación intrínseca entre todos sus componentes de las lenguas naturales.

Los resultados obtenidos denotan en gran medida la ausencia de un léxico disponible elemental y formal que vaya acorde con la preparación, estudios y nivel educativo de los estudiantes. Respecto a la ortografía, predomina la falta de una acentuación óptima y ciertos errores en el uso de mayúsculas, de letras y hasta de construcciones sintácticas. Estos errores en los resultados pueden considerarse no muy altos porque la muestra de estudiantes es pequeña y lo escrito por ellos es muy breve, pero no por ello deja de ser un problema porque se trata de la totalidad de alumnos a egresar de una institución de educación superior.

No obstante de que la relación entre las variables sexo (hombre o mujer), carrera, cursar la materia remedial de español o tener beca es poco significativa en los resultados, con excepción de los casos especiales mencionados en el apartado respectivo de este escrito, si es palpable la ausencia de un vocabulario más extenso, rico y diverso entre los estudiantes, lo cual aunado a los errores ortográficos, donde predominan las faltas de acentuación, podría considerarse como una necesidad la implementación de algún programa de apoyo a lo que la Misión ITESM hacia el 2005 propone, como lo es el desarrollar en sus estudiantes las habilidades de comunicación oral y escrita.

Como docentes de las materias de Español, en el ITESM, se puede concluir que es necesario hacer énfasis en revisar la asimilación de los contenidos de los programas respectivos y orientar el aprendizaje con base en los resultados que arrojan las investigaciones como la que nos ocupa, ya que si bien, los Programas Analíticos de las mencionadas materias son suficientemente completos como para estudiar y revisar los temas elementales que los constituyen, que proporcionan herramientas para escribir en forma clara, concisa y precisa, las diferencias individuales de los estudiantes, en cuanto a sus antecedentes gramaticales, léxicos y ortográficos, marcarán en gran medida las desigualdades en el aprendizaje.

## 6. Referencias

- Aristóteles, Obras. (1967). Madrid: Aguilar.
- Berruto, Gaetano. (1979). La Sociolingüística. México: Nueva Imagen.
- Diccionario de Lingüística. (1986). Madrid: Anaya.
- Fonseca, Socorro. (2000). Comunicación Oral, fundamentos y práctica estratégica. México: Pearson Educación.
- López Chávez, Juan. (1999). La disponibilidad léxica: teoría, métodos y aplicaciones, tesis de doctorado (Doctorado en Lingüística Hispánica), Universidad Nacional Autónoma de México. México: UNAM.
- López Chávez, Juan y Strassburger Carlos. "Otro cálculo del índice de disponibilidad léxica"
- López Morales H. Y Lorán R. "Nouveau calcul del índice de disponibilidad"
- López Morales, Humberto. (1991). La enseñanza del español como lengua materna. Actas del II Seminario Internacional sobre Aportes de la lingüística a la enseñanza del español como lengua materna, Río Piedras. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.
- Meraz Espinoza, Ana Isabel (1992). El léxico disponible de alumnos de 4º., 5º. Y 6º. Grados de primarias representativas en el ciclo escolar 89-90 de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, memoria de trabajo social, Universidad Autónoma de Sinaloa. México:UAS.
- Morales, Amparo. (1986). Léxico básico del español de Puerto Rico. Puerto Rico: Academia Puertorriqueña de la Lengua Española.
- Programa Analítico de la materia de Redacción en Español (Curso Remedial), <http://www.sistema.itesm.mx/va/Planes2000/Sinteticos/Analiticos/H00806.html>
- Programa Analítico de la materia de Redacción Avanzada (Curso Sello Optativo), <http://www.sistema.itesm.mx/va/Planes2000/Sinteticos/Analiticos/H00807.html>
- Programa Analítico de la materia de Comunicación Oral (Curso Sello Optativo), <http://www.sistema.itesm.mx/va/Planes2000/Sinteticos/Analiticos/Co00801.html>

# TELESECUNDARIA Y SECUNDARIA GENERAL DEL SUR DE NUEVO LEÓN: FACTORES DE LA OFERTA Y LA DEMANDA EDUCATIVAS CORRELACIONADOS CON EL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN CUATRO ESCUELAS<sup>1</sup>

Guadalupe Villarreal Guevara

La situación general de los indicadores educativos del estado de Nuevo León es de las mejores a nivel nacional. Sin embargo, existe una marcada zona de marginación en el sur del estado. La educación a distancia se vislumbra como una alternativa para llevar educación a estas regiones dispersas. La telesecundaria es una modalidad escolarizada del sistema educativo que tiene como propósito ofrecer educación secundaria a jóvenes que habitan principalmente en comunidades rurales pequeñas, alejadas de centros urbanos, en donde resulta incosteable establecer secundarias generales o técnicas. La obligatoriedad de la secundaria trae consigo nuevas responsabilidades de cobertura y calidad tanto para la telesecundaria como para las otras modalidades educativas. ¿Cumple la telesecundaria con el objetivo de brindar educación con calidad? ¿Es una modalidad que garantiza igualdad de oportunidades educativas? El objetivo general del presente estudio es evaluar la calidad de la telesecundaria en tres comunidades rurales del sur de Nuevo León y contrastar los resultados en términos de desempeño escolar con los de una secundaria general con características socio-demográficas similares a través de un examen de Competencias para la Vida diseñado por Sylvia Schmelkes y la Dirección General de Evaluación y de Incorporación y Revalidación de la Secretaría de Educación Pública (DGEIR) en colaboración con el Instituto Internacional de Planificación Educativa de la UNESCO en 1991. Los resultados de este proyecto indican que no hay diferencias estadísticamente significativas en los promedios de los exámenes de Competencias para la Vida en las telesecundarias y la secundaria general cuando se excluye a la escuela localizada en una comunidad con alto índice de marginación según indicadores del Consejo Estatal de Población (COESPO). Se presentan los resultados de la ecuación de regresión tanto para telesecundaria como para la secundaria general con sus respectivas variables predictoras.

Palabras clave Desempeño académico, factores de la oferta y demanda educativas

## I. Introducción

El siglo XX en México ha sido testigo de significativos logros en el campo educativo; cabe mencionar que en 1910 más de 85% de la población adulta y más del 78% de la población total era analfabeta. Datos de 1994 indican un porcentaje de analfabetismo de 10%. Mientras que en 1930 el promedio de escolaridad total de la población era de 1.5 años, para 1990 el promedio ascendió a 6.5 años (Ornelas, 1997). Se reconoce así una obra educativa que ha reducido significativamente el analfabetismo, elevado el promedio de escolaridad, promovido la escolaridad preescolar, extendido la educación primaria, ampliado el acceso a la educación secundaria, la educación tecnológica y la universitaria.

---

Maestra Guadalupe Villarreal Guevara, Profesora Titular del Departamento de Estudios Humanísticos, ITESM Campus Monterrey, mgvillar@campus.mty.itesm.

---

<sup>1</sup> La parte inicial de este proyecto se realizó con el patrocinio de CONACYT-SIREYES y el ITESM Campus Monterrey a través de la otrora DCH, actual DHCS. Participaron en la primera fase María José Pineda, Ninfa Ferreira y Susana Canales. Funció como directora de la investigación, Guadalupe Villarreal Guevara.

Es posible identificar, a la par de los logros del sistema educativo mexicano, un rezago e inequidad muy grandes. En 1990 cerca del 14% de la población mayor de 15 años no tenía ningún grado de instrucción; casi 40% del mismo universo no había concluido la primaria y sólo el 4.6% había concluido licenciatura o estudios equivalentes (Bracho, citada en Ornelas, 1997, p. 228). Según el Censo de Población y Vivienda 2000, estos índices han mejorado. Respecto a la población mayor de 15 años sin instrucción, hubo un descenso de 14% a 9.5%. Por otra parte, se reporta sólo un 28.5% de personas que no han concluido primaria y un 12.1% ha terminado estudios universitarios o equivalentes (INEGI, 2000). El desarrollo social en México ha sido heterogéneo en las diversas regiones del país. Los indicadores, especialmente de educación y salud, infraestructura y grado de industrialización, muestran profundos desequilibrios. Este desequilibrio regional tiene dos dimensiones: por un lado existen las marcadas desigualdades en las macro-regiones del norte, centro, sur, las costas del Golfo y las del Pacífico, y por el otro están las micro-regiones, que en cada entidad federativa muestran condiciones de desventaja económica y social (Poder Ejecutivo Federal, 1996, p. 105).

Un aspecto central para romper el círculo de la pobreza es la elevación sostenida y permanente de las capacidades productivas y culturales de los grupos sociales que se encuentran en condiciones de pobreza extrema. Los más severos problemas de pobreza se localizan en las zonas rurales dispersas, donde las comunicaciones deficientes imponen altos costos para tener acceso a los servicios educativos y de salud, para recibir información básica o para aprovechar las oportunidades de empleo en otras regiones (Poder Ejecutivo Federal, 1996, p. 114).

La situación general de los indicadores educativos del estado de Nuevo León es de las mejores a nivel nacional. Sin embargo, existe una marcada zona de marginación en el sur del estado. Los municipios comprendidos en las zonas de mayor rezago social son: los municipios de Aramberri, Dr. Arroyo, Galeana, General Zaragoza, Iturbide, Mier y Noriega y Rayones. Estos municipios se caracterizan por una población campesina con alta dispersión, ya que cuentan con una población total de 117,552 habitantes en un espacio físico de 18,786 km<sup>2</sup>, con una densidad de 6.3 habitantes por km<sup>2</sup>. La educación a distancia se vislumbra como una alternativa para llevar educación a estas regiones dispersas.

A partir de marzo de 1993, la escolaridad obligatoria se extendió a nueve grados en México y la secundaria se ubicó como la última etapa de educación básica. Esto significa que junto con la primaria, este nivel educativo debe "proporcionar las competencias que sus alumnos requerirán en la vida familiar, comunitaria y escolar futura" (Schmelkes, 1999, p. 39). Según la Declaración Mundial de Educación para Todos, dichas competencias deben satisfacer las necesidades básicas de aprendizaje de cada niño, joven o adulto. A su vez, éstas abarcan las herramientas esenciales para el aprendizaje (la lectura, la escritura, la expresión oral, el cálculo y la solución de problemas), así como los conocimientos teóricos y prácticos, los valores y actitudes necesarios para que los seres humanos puedan sobrevivir, desarrollar plenamente sus capacidades, vivir y trabajar con dignidad, participar plenamente en el desarrollo, mejorar su calidad de vida, tomar decisiones fundamentales y continuar aprendiendo (PNUD, UNESCO, UNICEF, Banco Mundial, 1992 p. 2).

La obligatoriedad de la secundaria trae consigo nuevas responsabilidades de cobertura y calidad, tanto para la telesecundaria como para las otras modalidades educativas. De manera conjunta con otras modalidades, deben garantizar que todos los jóvenes que egresen del nivel primaria dispongan de oportunidades para continuar su educación básica, permanezcan en la secundaria hasta concluir los tres grados que forman el nivel, y adquieran los conocimientos, habilidades, valores y actitudes propuestos por el currículum, independientemente de sus desiguales condiciones de vida y puntos de partida. ¿Cumple la telesecundaria con el objetivo de brindar educación con calidad?; ¿es una modalidad que garantiza igualdad de oportunidades educativas?

La telesecundaria es una modalidad escolarizada del sistema educativo con el propósito de ofrecer educación secundaria a jóvenes que habitan principalmente en comunidades rurales pequeñas, alejadas de centros urbanos, en donde resulta incosteable establecer secundarias generales o técnicas. Las telesecundarias tienen los mismos objetivos educativos y ofrecen el mismo currículum que las



escuelas tradicionales, pero difieren de las escuelas tradicionales es su operación, organización y en los recursos didácticos que utilizan. También se diferencian de otras modalidades educativas al tener como objetivo el vincularse con la comunidad a través de actividades productivas, socioculturales, deportivas y de desarrollo comunitario (SEP, 1999). El actual modelo de telesecundaria se concibe como un programa integrado y comprehensivo de educación personalizada a distancia (De Moura, 1999).

La escasa literatura sobre telesecundarias señala que una de las ventajas de esta modalidad es que permite llevar educación a localidades marginadas a un costo comparativamente menor (Mayo, Klees y McAnany, 1975; Arena, 1992). Según De Moura (1999), la SEP estimaba en 1996, el costo anual por alumno de una escuela general en \$4,240 pesos; el de una secundaria técnica en \$4,975 y el de la telesecundaria en \$4,380. De Moura (1999), señala que si bien es cierto que en telesecundaria el gasto por alumno es mayor que en una escuela general, el establecimiento de secundarias generales en una localidad rural, con un maestro para cada asignatura, laboratorios y talleres completamente equipados y personal administrativo, implicaría un monto casi cuatro veces mayor que el de la telesecundaria.

Los esfuerzos por ampliar la cobertura y aprobar oportunamente a los alumnos sólo adquieren su verdadero sentido cuando garantizan que el paso por la escuela representa la adquisición de aprendizajes relevantes para todos los alumnos. Los favorables índices de aprobación de la telesecundaria no necesariamente reflejan un nivel aceptable de aprovechamiento escolar, dado que en exámenes como los de estándares nacionales, los alumnos de telesecundaria obtienen puntajes inferiores a los de las secundarias generales. En 1998, la Dirección General de Evaluación de la SEP aplicó pruebas de estándares nacionales que evaluaron el desarrollo de habilidades básicas de lectura y razonamiento matemático. Estas pruebas se elaboraron a partir del currículum de educación primaria. Los resultados indicaron que, en promedio, los alumnos de telesecundaria lograron puntajes inferiores a los obtenidos por las secundarias generales y técnicas, tanto en lectura como en matemáticas (Schmelkes y Martínez Rizo, 1999).

Por otra parte, los resultados del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. (CENEVAL) y de la Dirección General de Evaluación (DGE) concuerdan, que en términos generales, los estudiantes de telesecundaria no sólo están lejos de lograr los objetivos de aprendizaje establecidos por el currículum, sino que están logrando niveles de aprovechamiento inferiores a los de otras modalidades educativas (general y técnica). Estos resultados se contraponen con los encontrados en el estudio de la Universidad de Stanford (Mayo, Klees y McAnany, 1975), quienes señalaron que los niveles de aprovechamiento de los alumnos de telesecundaria en seis estados de México eran muy similares a los de los alumnos de enseñanza directa (secundaria general).

Al igual que el examen de estándares nacionales que se elaboró a partir del currículum de educación primaria y se ha aplicado en secundaria, el examen de Competencias para la Vida, instrumento diseñado por la Dirección General de Evaluación y de Incorporación y Revalidación de la Secretaría de Educación Pública (DGEIR), como parte de un esfuerzo coordinado por el Instituto de Planificación Educativa de la UNESCO, también se ha utilizado en secundaria. El examen de Competencias para la Vida indica el dominio que los alumnos han alcanzado en el uso comunicativo y en el uso funcional de las matemáticas.

### **Objetivo general:**

Evaluar el desempeño escolar en tres telesecundarias localizadas en comunidades rurales del sur de Nuevo León y contrastar los resultados con los de una secundaria general con características socio-demográficas similares. Asimismo, predecir mediante una ecuación de regresión los factores que inciden en el desempeño escolar de los alumnos de telesecundaria.

### Objetivos específicos:

1. Obtener un perfil global que presente las principales características de los alumnos de telesecundaria en la zona objeto de estudio desde el punto de vista demográfico, sociocultural, económico y educativo.
2. Contrastar los resultados obtenidos por los alumnos de telesecundaria en la prueba de Competencias para la Vida con los de la secundaria general mediante una prueba ANOVA.
3. Avanzar en el desarrollo de instrumentos útiles para la medición de percepciones sobre programas televisivos y telesecundaria en general.
4. Encontrar mediante una regresión lineal simple qué factores inciden en el desempeño escolar de los alumnos de telesecundaria.

**Contexto del estudio:** El área objeto de estudio es considerada rural. Las principales actividades económicas de la población son la agricultura y la ganadería. Las comunidades no cuentan en su totalidad con agua entubada, muchas carecen de electricidad y la gran mayoría de drenaje. Los caminos son de terracería y a excepción de una de las telesecundarias que se encuentra a pie de carretera, las otras dos están alejadas de la cabecera municipal por caminos sin pavimentación. La comunidad más alejada se encuentra a dos horas de la cabecera municipal por caminos de terracería. En total, a más de 8 horas de la ciudad de Monterrey.

**Alcance del estudio y limitaciones:** El estudio no pretende tener representatividad nacional ni estatal, pero permite el análisis a nivel micro del contexto local en el que operan las instituciones educativas, de tal manera que las diferencias en los resultados y las interacciones entre variables puedan ser interpretadas sobre la base de su significado en un contexto socioeconómico específico.

**Suposiciones:** El supuesto metodológico básico del que parte la presente investigación es que los problemas reales involucrados en el funcionamiento de las instituciones educativas pueden comprenderse mejor cuando éstas se analizan en su contexto local.

### 3. Metodología

**Selección de la muestra:** Tres telesecundarias localizadas en áreas aparentemente homogéneas. La muestra final por conveniencia consistió en 128 alumnos de telesecundaria (de un total de 136 ya que se eliminaron algunos por falta de datos); 37 en telesecundaria localizada en una comunidad de Aramberri, con un grado de marginación de 42.85 de acuerdo con los indicadores del Consejo Estatal de Población (COESPO), 81 de la telesecundaria localizada en una comunidad de Dr. Arroyo con un nivel de marginación de 43.65 y 18 de la telesecundaria localizada en la comunidad de Zaragoza con un grado de marginación de 62.17 considerado como alto.

**Diseño y/o adaptación de los instrumentos:** Aunque se realizaron entrevistas a maestros, alumnos y a padres de manera semiestructurada, el análisis del presente estudio girará en torno al alumno solamente. Hubo específicamente dos instrumentos: el examen de Competencias para la vida y uno de preguntas de control.

**Preguntas de control:** Se elaboró un cuestionario estructurado con preguntas referentes a datos demográficos, socioeconómicos, culturales, vocacionales y ocupacionales que hacen alusión a aspectos de la oferta y la demanda educativas. Este cuestionario se basa en el realizado por Heredia (2000) que a su vez se base en Schmelkes (1992). Las preguntas fueron principalmente de orden sociodemográfico así como de percepción sobre los profesores, los programas televisivos y la telesecundaria en general. Para el caso de las percepciones en torno a la calidad de los programas televisivos, se partió de una serie de instrumentos creados por Peter Nikken (1999) en Holanda sobre estándares de calidad de programas televisivos. La estructura del cuestionario respondía a diversas necesidades: a) rapidez en su aplicación (dado que en ese mismo día se aplicaría el examen de Competencias para la Vida), b) homogeneidad en cuanto a los resultados, c) reducción del costo de

operación y d) eficacia en la captura de datos. De tal suerte, que el instrumento se componía de un alto porcentaje de preguntas de “alternativa fija” y pocas preguntas abiertas.

**Examen de Competencias para la Vida:** El segundo instrumento que se utilizó fue una versión adaptada del examen de Competencias para la Vida, diseñado por la Dirección General de Evaluación y de Incorporación y Revalidación de la Secretaría de Educación Pública (DGEIR), aplicado por Sylvia Schmelkes y su equipo de investigación en cinco regiones del estado de Puebla en 1991. Este instrumento forma parte de un esfuerzo conjunto coordinado por el Instituto Internacional de Planificación Educativa de la UNESCO. En el instrumento original, se elaboraron dos pruebas, una para cuarto y otra para sexto grado. Para la definición de los reactivos, se siguió el proceso metodológico de la elaboración de pruebas con referencia a criterio, no con referencia a una norma. En ese sentido las pruebas miden la habilidad real del alumno y no la distancia que cada uno de ellos guarda respecto de la media poblacional (Popham, 1978, en Schmelkes 1997, Schmelkes, 1999). Para este examen, se definieron los subdominios y estos se sometieron a calificación de externos para tener consistencia interna. Posteriormente, se diseñaron los reactivos y luego se sometieron a jureo (Schmelkes, 1997, p. 33). Los reactivos de la prueba estuvieron compuestos de preguntas cerradas, de opción múltiple y de preguntas abiertas. La versión utilizada para esta investigación fue la prueba de sexto grado y constó de 25 reactivos en comunicación, 18 en matemáticas, 9 en salud y 6 en trabajo. Se prefirió usar este instrumento en lugar de uno propio u otro más actual por la razón de que permite hacer comparaciones con otras escuelas del país en donde se ha aplicado como parte del trabajo de campo de la investigación *Federalismo y Descentralización de la Educación en México*, proyecto dirigido por Carlos Ornelas (2001). Asimismo, Schmelkes, recomendó su uso para secundaria, ya que había sido utilizado en otras ocasiones en este nivel educativo. Este examen, con referencia a criterio, se basa en una definición de competencias básicas orientadas a la medición de resultados de la educación primaria en lo que respecta a habilidades, destrezas y conocimientos, considerados por un panel de expertos como objetivos de la escuela primaria comunes a todos los niños mexicanos (Schmelkes, 1997). La prueba se diseñó sobre la base de una definición de las competencias básicas que eventualmente adquieren los niños como resultado de su educación primaria y no en función de lo que el currículum define como objetivos generales, particulares y específicos. La definición de competencias básicas no pone énfasis en el conocimiento, sino en las habilidades de razonamiento lógico y en la aplicación de éste en situaciones y problemas comunes de la vida diaria.

**Levantamiento de datos:** Los datos del cuestionario y el examen se levantaron los días 19, 20 y 21 de septiembre de 2000 en las telesecundarias y el 18 de enero de 2001 en la secundaria general. La duración promedio fue de 4.5 horas por escuela. Cabe señalar que los exámenes miden habilidades básicas de comunicación y uso funcional de matemáticas y el que se hayan aplicado en fechas diferentes no altera los resultados del examen. Los exámenes y las preguntas de control se aplicaron personalmente por tres personas incluida la sustentante sin la presencia del profesor a cargo del grupo en el salón de clase. Se leyeron las instrucciones a los alumnos y no se les ayudó a contestar las preguntas. Los exámenes son de aptitud y no de aprovechamiento. Son exámenes con referencia a criterio, no con referencia a una norma. En ese sentido las pruebas miden la habilidad real del alumno y no la distancia que cada uno de ellos guarda respecto de la media poblacional.

**Selección y capacitación de revisores y codificadores:** Con relación a la revisión, se llevó a cabo una sesión de capacitación en la que participaron tres alumnas de los últimos semestres de la carrera de comunicación que realizaban su servicio becario en el ITESM. En dicha reunión de capacitación se revisó de manera conjunta el cuestionario de preguntas de control, el examen de Competencias para la Vida y su correspondiente guía. Se repasó cada una de las preguntas y se discutió la manera de revisar los exámenes. Posteriormente se revisaron algunos exámenes de manera conjunta para asegurar que no hubiera dudas en cuanto a su revisión. Cuando se logró la familiarización con el proceso, se procedió a la revisión por parte de la directora del proyecto y las alumnas. Todos los exámenes se sometieron a una doble revisión por personas diferentes y en caso de discrepancias hubo jureo por un tercer elemento.

**Revisión, codificación, captura y procesamiento de los datos:** En general la codificación de los cuestionarios y los exámenes no presentó ningún problema. Para estos últimos, se siguió una guía

realizada por Sylvia Schmelkes. Cuando el proceso de revisión y codificación terminó, se dio inicio a la captura de datos. Primero se transcribieron las cifras en plantillas de papel y posteriormente en el paquete Excel, este procedimiento se realizó dos veces para verificar y corregir posibles errores. Finalmente, una vez que el archivo de datos estuvo completo, se inició su procesamiento en el paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS 10). A partir de una prueba de normalidad, se estableció el criterio para decir qué se considera una calificación de calidad.

**Análisis estadísticos:** Una vez capturada la información en una base de datos, se llevaron a cabo los siguientes análisis.

Frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central y medidas de dispersión para los alumnos de las tres telesecundarias y la secundaria general. Estos datos sirvieron como base para la descripción de las características de la oferta y la demanda, así como de los resultados de las pruebas de Competencias para la Vida. Estos datos se utilizaron para describir la demanda educativa.

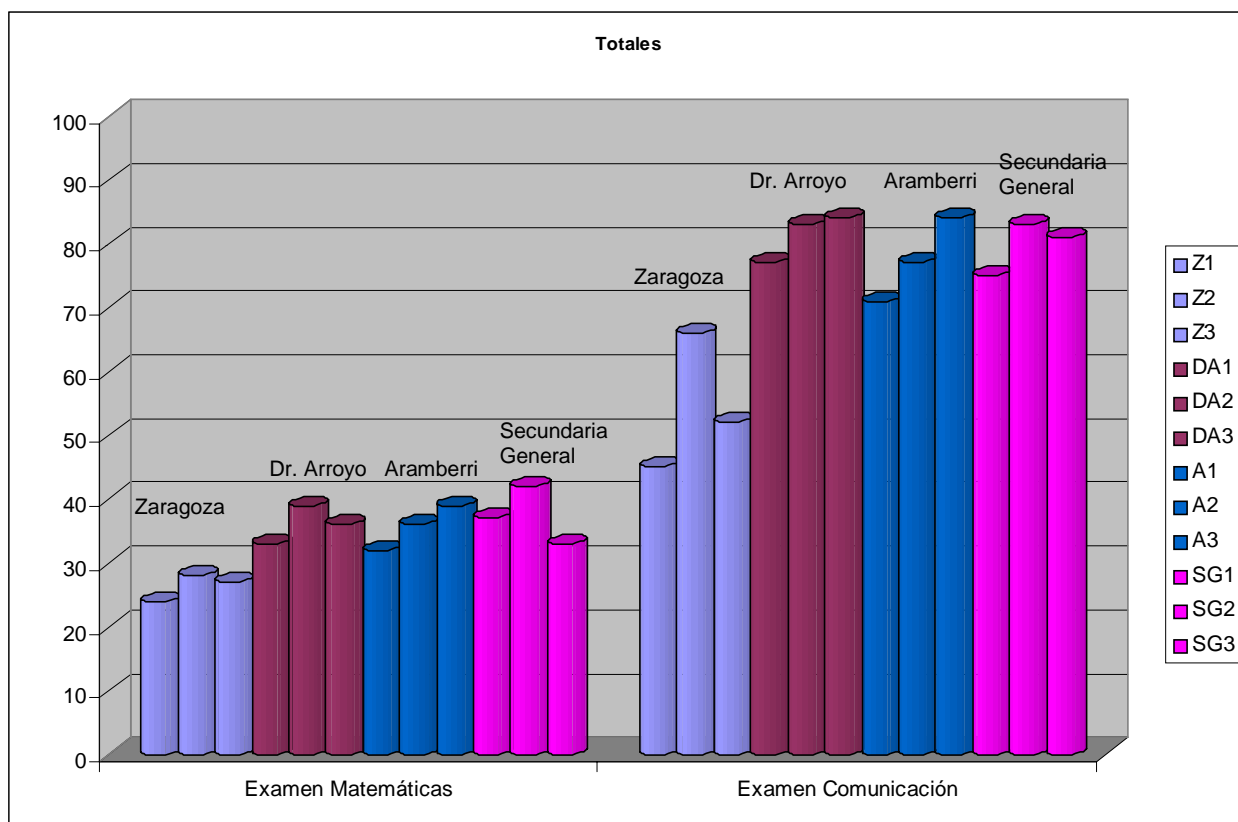
Estadística inferencial: Una vez que fue capturada la información en una base de datos del paquete estadístico SPSS versión 10, se procedió a realizar una matriz de correlaciones de 53 variables y la variable dependiente. Una vez que se detectaron dentro de la matriz, las variables con un p valor menor a .05, se ingresaron a un modelo de regresión lineal simple. En el presente trabajo se presentan los resultados de la regresión para las telesecundarias y la secundaria general sin ningún tipo de control ni cruces (por grado, género, escuela por mencionar algunos). Para el análisis de telesecundaria se consideraron las siguientes variables independientes: el ausentismo de los profesores, el maestro aclara dudas a los alumnos, para algunos temas juegan en clase, los alumnos dan clase, las instalaciones de la escuela, calidad de los programas televisivos, percepción de los alumnos hacia sus maestros (global), percepción académica de los alumnos hacia sus maestros, tipo de primaria, trabajo, un posible obstáculo: falta de dinero, tendencia a dejar la escuela en favor de un trabajo operacionalizada con el enunciado de si les ofrecieran un empleo que no les permitiera seguir estudiando lo aceptarían, expectativas de vivienda y repetición. Para la secundaria general se incluyeron las variables número de libros, el maestro aclara dudas, las instalaciones de la escuela, la disposición de los maestros por enseñar, el alumno utilizó el libro de texto, el alumno utilizó materiales impresos además de los libros de texto, la percepción global y académica de los maestros por parte de los alumnos, planes educativos, los estudios pueden ser difíciles, oposición de sus padres, falta de escuela y tendencia a dejar de estudiar en favor de un empleo. La variable dependiente para ambos fue el desempeño en el examen de competencias para la vida. En otros análisis que se han realizado recientemente (Villarreal, 2002) se han desagregado las calificaciones en comunicación y en matemáticas como variables dependientes. Los resultados tanto de la matriz de correlaciones como por consecuencia de la ecuación de regresión presentan variables predictoras diferentes a las obtenidas cuando se considera como variable dependiente las competencias para la vida en su totalidad. Por motivos de espacio, no se presentan los resultados en este trabajo.

## **4. Resultados**

### **4.1. Resultados de los exámenes de Competencias para la Vida del alumno(a) de telesecundaria**

El promedio general del total del examen de Competencias para la Vida muestra que las telesecundarias en conjunto obtuvieron un promedio de 59 sobre 100, donde la moda fue de 58 puntos. En la escuela general, el promedio fue de 66 sobre 100 y la moda de 68 puntos. Sin embargo, una vez que se excluía a la telesecundaria localizada en la zona de más alta marginación, los datos cambiaban. Se corrieron dos pruebas post hoc Turkey y Scheffé resultando dos grupos homogéneos: uno formado por la telesecundaria localizada en la zona montañosa (la que obtuvo el promedio menor) y otro grupo formados por dos telesecundarias y una secundaria general. Aunque en los dos sistemas educativos se obtienen promedios inferiores a 70 puntos, se observa que la diferencia que hay en la moda de cada una de las dos escuelas es de 10 puntos, obteniendo la escuela general el mayor puntaje. La desviación

estándar es similar en ambos casos. Sin embargo, una vez que se excluye, lo que pudiera considerarse un caso atípico, no hay diferencias significativas entre las telesecundarias y la secundaria general. Para los propósitos de esta presentación, a continuación se muestran unas gráficas en las que se resumen los resultados de los exámenes de competencias para la vida desagregados en comunicación y matemáticas. Se puede observar los bajos puntajes en el área de matemáticas en las cuatro escuelas en cuestión. Lo que indica que este es un problema en ambos tipos de escuelas.



**Figura 1.** Calificaciones globales por grados, áreas y escuelas.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	36.601	13.740		2.664	.009
	Ausentismo de los profesores	-3.069	1.375	-.189	-2.232	.028
	El maestro aclara dudas a los alumnos	3.259	1.928	.287	1.691	.094
	Para algunos temas juegan en clase	-1.673	1.229	-.116	-1.361	.177
	Los alumnos dan clase	2.186	1.544	.134	1.416	.160
	Las instalaciones de la escuela	2.372	1.025	.200	2.313	.023
	Calidad de programas televisivos (59-79)	-1.780	2.414	-.072	-.737	.463
	Variable compuesta					
	Percepción de los maestros (global)	5.455	4.038	.138	1.351	.180
	variable compuesta					
	Percepción académica por parte de los alumnos (38, 41) v. compuesta	-1.240	3.090	-.072	-.401	.689
	tipo de primaria	3.176	1.890	.156	1.681	.096
	Trabajan	-2.100	1.751	-.104	-1.200	.233
	Falta de dinero	5.479	1.705	.269	3.213	.002
	Si les ofrecieran empleo que no les permitiera seguir estudiando, lo aceptarían	-5.569	1.926	-.239	-2.892	.005
	Expectativas de vivienda recode	1.322E-02	.088	.012	.150	.881
	Repetición	-1.477	2.094	-.062	-.705	.482

a. Dependent Variable: Calificación del examen de competencias para la vida

La tabla que se presenta arriba es el modelo de regresión para telesecundarias. Las variables predictoras son aquellas con un p valor menor a .05. La R cuadrada fue de .425 lo que indica que estas variables explican el 42.5% de la varianza. La ecuación resultó de regresión resultó significativa.

#### 4.2. Resultados de la regresión

Después de que se ingresaron a la ecuación de regresión las variables extraídas de la matriz de correlación, resultaron significativas para la telesecundarias, las siguientes variables: el ausentismo de los profesores con una beta de  $-3.069$  y un p valor de .028, las instalaciones de la escuela con una beta de 2.372 y un p valor de .023, falta de dinero con una beta de 5.479 y un p valor de .002, y

si les ofrecieran empleo que no les permitiera seguir estudiando lo tomarían con una beta de  $-5.569$  y un  $p$  valor de  $.005$ .

Estos resultados indican que en el caso de las telesecundarias el peso de la asistencia de los profesores es bastante alto y muy significativo. El que los profesores asistan y tengan arraigo en las comunidades es un problema serio que debe tomarse en cuenta. Por otra parte, las instalaciones también son importantes ya que en estas localidades las escuelas no cuentan con agua para los baños y en muchas ocasiones no cuentan con el material didáctico necesario para llevar a cabo las actividades escolares. Asimismo, la falta de dinero, factor de la demanda es un problema a pesar de los estímulos económicos como Progresá, el cual es un programa gubernamental que coordina e integra acciones en materia de educación, salud y alimentación para fomentar el desarrollo de las capacidades y potencialidades de los individuos y las familias que viven en extrema pobreza. La ayuda consiste en apoyos económicos correspondientes a becas y al complemento alimentario que es entregado cada dos meses a las madres de familia en el módulo de Progresá. Asimismo, se entrega un apoyo monetario o un paquete de útiles al iniciar el ciclo escolar.

Por otra parte, la tendencia a dejar la escuela en favor de un empleo habla de la necesidad que tienen los jóvenes de trabajar para allegarse dinero. Podría pensarse que el que los alumnos estén pensando en trabajar para obtener dinero pudiera ser un factor que los distraiga de sus estudios. Esto pudiera estar relacionado con la estabilidad económica ya que el joven que está pensando en el dinero no está del todo dedicado a sus estudios lo cual puede repercutir en su desempeño escolar. El que los alumnos consideren como una posibilidad el dejar de estudiar para incorporarse al mercado laboral, habla nuevamente de la necesidad de crear modelos que tengan mayor incidencia en la demanda educativa. Programas como los de CONAFE, (Consejo Nacional de Fomento Educativo) que les permite a los estudiantes egresados de secundaria trabajar en comunidades por dos años para después gozar de una beca que contempla una cantidad mensual para mantenimiento del alumno deben darse a conocer con más eficiencia. Esta decisión de seguir estudiando o no es obviamente importante para el alumno, pero también es un asunto de importancia para los creadores de política educativa quienes deben diseñar programas que no solamente atiendan las necesidades de los alumnos sino que también sea por el beneficio de la comunidad y el estado a nivel micro y del país a nivel macro.

La telesecundaria debe asegurar que todos sus egresados logren un desempeño equiparable a los de los alumnos de la secundaria general. En la muestra estudiada en la presente investigación, se encontró que no hay diferencias significativas (una vez que se excluyó a la telesecundaria localizada en la localidad con mayor índice de marginación) entre las telesecundarias y la secundaria general. Sin embargo, ambas resultaron ser bajas en sus resultados de aprendizaje pero sin diferencias significativas, una vez removida la escuela que se considera atípica mediante las pruebas estadísticas de grupos homogéneos Scheffé y Turkey. Lo que hace relevante este hallazgo es que a pesar de que los jóvenes de telesecundaria estén en un ambiente por lo general más pobre, con mayor grado de ruralidad y un ambiente desfavorecido, tengan calificaciones similares a sus pares de secundaria general. Podría arguirse que si los factores del medio están relacionados de manera positiva con el desempeño escolar, ¿por qué el grupo de la secundaria general, con condiciones más favorables, no obtuvo mejores calificaciones en las pruebas de competencias para la vida? La respuesta aparente es que la televisión instruccional pudiera hacer la diferencia en el aprendizaje. Podría decirse que un grupo de jóvenes de ambientes desfavorecidos, que cuenten con la presencia de un profesor que asista a clases asiduamente, que cuente con señal televisiva y con los libros de texto puede vencer algunas de las desventajas que tiene de entrada y tener un desempeño similar a los alumnos de la secundaria general.

En el caso de la secundaria general, las variables predictoras fueron Instalaciones de la escuela con una beta negativa de  $-2.97$  y una significancia de  $.01$ ; la percepción global de maestros con una beta muy alta de  $15.495$  y un nivel de significancia de  $.006$ ; la tendencia a dejar de estudiar en favor de un trabajo con una beta de  $6.925$  y un  $p$  valor de  $.035$ ; y por último los estudios pueden ser difíciles con una beta negativa de  $-5.883$  y una significancia de  $.053$

Es claro que una primera aproximación hacia la acción en términos de política educativa es realizar las modificaciones pertinentes para asegurar que todas las escuelas cuenten con los insumos básicos y el modelo funcione como está previsto (implantar políticas de arraigo que reduzcan el ausentismo y la movilidad de los docentes).

Desde el inicio de las telesecundarias en 1968 y hasta la actualidad, la pregunta crucial es con relación a las posibilidades de esta modalidad de igualar los resultados y las oportunidades de aprendizaje de los pobres, es decir, de consolidarse como una opción verdaderamente compensatoria orientada a la equidad. ¿Puede la telesecundaria hacer frente a este imperativo? En el presente estudio se observó que sí una vez que se excluye a la escuela localizada en la comunidad con un nivel de marginación alto. Pero esto no tendría sentido ya que la función de la telesecundaria es llegar a las comunidades rurales y dispersas. Estudios como los de Santos del Real (2001) señalan que la telesecundaria no es capaz de compensar las desventajas socioeconómicas y culturales de sus alumnos, sino que las reproduce y las acentúa al operar desigualmente, dándole menos a quienes más necesitan. En su estudio con seis estados de la república, se destaca que los alumnos más pobres asisten a escuelas de organización multigrado (esto no está contemplado por el modelo de telesecundaria) y el número de grados en el grupo resultó ser uno de los factores que más afecta en el desempeño escolar ya que determina las oportunidades de aprendizaje. Encontró asimismo, que los alumnos más pobres asisten a escuelas sin señal televisiva y su estudio reveló que la disponibilidad de este componente didáctico es condicionante decisivo del aprovechamiento escolar.

## 5. Conclusiones

El análisis realizado permite observar que dos de las telesecundarias estudiadas obtienen resultados similares a la secundaria general que tiene condiciones sociodemográficas similares. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las telesecundarias y la secundaria general una vez que se emplearon las pruebas Turkey y Scheffé para establecer grupos homogéneos, dando como resultado dos subgrupos, uno formado por la escuela de la comunidad más marginada y otros formados por dos telesecundarias localizadas en dos comunidades de nivel de marginación medio y la secundaria general también localizada en un área de marginación media de acuerdo con los indicadores de COESPO.

Cabe destacar que la telesecundaria localizada en la sierra obtuvo puntajes muy bajos, lo que pudiera indicar que de cierta manera se están reproduciendo las inequidades existentes. Se está dando menos a los más pobres. En esta escuela, se pudo observar que hubo varios cambios de profesores y que estos pedían su cambio casi inmediatamente al llegar a la escuela. El fomentar el arraigo a través de sueldos compensatorios o algún tipo de aliciente pudiera ayudar en este aspecto. La solución a la problemática de bajo desempeño no es fácil y se necesitan más estudios para determinar con precisión qué factores de la oferta y la demanda educativas tienen mayor incidencia en el desempeño escolar. En la presente investigación, ya se señalaron algunos de estos factores, entre los que destacan por parte de la oferta educativa, el ausentismo de los profesores y las instalaciones de la escuela; y por parte de la demanda educativa, la falta de dinero y el considerar dejar los estudios para incorporarse al mercado laboral. Las variables introducidas en el modelo del presente estudio explicaron en un 50% la varianza. En general, en las cuatro escuelas, se observa que los resultados de matemáticas son muy bajos. En casi un 100 por ciento de los casos, los alumnos tuvieron dificultad para resolver los problemas razonados. La mayoría de los estudiantes no realizó operaciones para llegar a los resultados lo que pudiera indicar que los contestaron adivinando.

Los resultados de los exámenes indican que hay fuertes rezagos en el desempeño escolar en ambas modalidades. Baste recordar, que el instrumento aplicado, es un examen de Competencias para la Vida diseñado para alumnos de sexto grado de primaria. En el 2001, se desató toda una polémica en torno a los resultados obtenidos en 1995 por México en el Tercer Examen Internacional de Matemáticas y Ciencia (TIMSS) por sus siglas en inglés. Los resultados no salieron a la luz pública hasta el mes de octubre del 2001. México ocupó el penúltimo lugar de 40 países, lo que pudiera indicar que aunque su cobertura educativa es bastante amplia, aún hay rezagos en la calidad medida como desempeño



escolar. La telesecundaria puede ayudar a llevar educación a lugares lejanos y con población dispersa; sin embargo, al igual que otras modalidades educativas, debe promover las habilidades que permitan que sus egresados adquieran las competencias para satisfacer las necesidades básicas de aprendizaje de cada joven o adulto. Lo óptimo es que los jóvenes logren las herramientas esenciales para el aprendizaje tales como la lectura, la escritura, la expresión oral, el cálculo y la solución de problemas. El objetivo sería lograr que tal como lo señalan distintos organismos entre los que destacan la UNESCO, la UNICEF, y el Banco Mundial tener jóvenes capaces de poder sobrevivir, desarrollar plenamente sus capacidades, vivir y trabajar con dignidad, participar plenamente en el desarrollo, mejorar su calidad de vida, tomar decisiones fundamentales y continuar aprendiendo.

## 6. Referencias

1. Schmelkes, S. (1999). "Calidad de las instituciones de educación secundaria" en Memoria del Seminario Situación Actual de la secundaria general en el estado de Oaxaca, organizado por la Unidad de Proyectos Estratégicos del IEEPO, 7-9 octubre, Oaxaca.
2. Secretaría de Educación Pública (1999). Curso de capacitación para profesores de nuevo ingreso a la educación Telesecundaria. Unidad de Telesecundaria, Subsecretaría de Educación Básica y Normal. México, pp. 72.
3. Ornelas, C. (1997) El sistema educativo mexicano: la transición de fin de siglo. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
4. Bracho, T. (1994). "Distribución y desigualdad educativa en México:1990" en Ornelas, C. (1997) El sistema educativo mexicano: la transición de fin de siglo. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
5. Poder Ejecutivo Federal (1996). Programa de Desarrollo Educativo, 1995-2000.
6. PNUD, Banco Mundial, UNESCO, UNICEF (1990). Declaración Mundial de Educación para Todos. Jomtien, Tailandia,
7. De Moura, Castro, C. Wolff, L. y García N. (1999). "México's Telesecundaria. Bringing Education by Television to Rural Areas" Banco Mundial, Washington, DC.
8. CENEVAL (1998). Informe de resultados. México.
9. Mayo, J., Klees, S. y McAnany, E. (1975). The Mexican Telesecundaria: A cost effectiveness analysis. *Instructional Science* 4 (34) pp. 193-236.
10. Rockman, S. y Burke R. (1989). "Use of Television in the Classroom" *The International Encyclopedia of Educational Technology*. Michael Eraut (editor). Pergamon: University of Sussex, Brighton, UK pp. 189-197.
11. Montoya, A. "Evaluación de la Telesecundaria" (1981). Educación. Consejo Nacional Técnico de la Educación Vol., 7 (38) octubre-diciembre, 121-132.
12. Encinas, R. "Evolución del sistema nacional de telesecundaria" en Montoya, A. (1981). Educación. Consejo Nacional Técnico de la Educación Vol. VII 38 octubre-diciembre, pp- 121-132.
13. Secretaría de Educación Pública. Estadísticas básicas de inicio y fin de cursos, ciclos escolares 1995-96, 1997-98 y 1998-99, México.
14. Villarreal, G. Pineda, M., Ferreira, N. y Canales, S. Evaluación Diagnóstica de las Telesecundarias en el Sur de Nuevo León. CONACYT-SIREYES, Proyecto número 1998060311
15. Schmelkes, S. (1997). La calidad de la educación primaria: el caso de Puebla. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
16. Ornelas, C. (2001). Federalismo y Descentralización de la Educación en México. México D.F. Comunicación personal.
17. Arena, Eduardo. (1992). "Actualización del cálculo del costo de la telesecundaria mexicana" en Educación a distancia en América Latina. Análisis del costo-efectividad. Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial, Washington, DC., pp. 46-65.
18. Consejo Estatal de Población (1995).
19. El Norte. Local 14 B. Telesecundarias en Nuevo León. Junio 2001.
20. Secretaría de Educación Pública (1993). Plan y Programas de estudio. Educación Básica. Secundaria, 2a. ed., México.

21. Secretaría de Educación Pública (1996). Compendio estadístico del gasto educativo, México.

# ENFOQUE DE COMPETENCIAS EN LA GESTION DE RECURSOS HUMANOS: CASO MEXICO

\*Dra. Ma. Angelina Arriola Miranda

\*Mtra. Ma del Carmen Romero

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México.

## **INTRODUCCIÓN**

Los años 80 se ubican como el inicio del estudio de las competencias en el área organizacional y esto impulsado entre otros factores, por la contradicción que enfrentaban las instituciones formadores de profesionales y técnicos y las organizaciones empleadoras. Esta situación se ha profundizado debido a los rápidos cambios tecnológicos que demandan un aprendizaje efectivo y orientado a la incorporación constante de nuevos conocimientos. Así entonces el poder identificar aquellas competencias que se necesitan para un mejor aprendizaje y gestión se constituye hoy día en tarea vital de las instituciones formadores de cuadros profesionales y técnicos. Para esto se requiere por un lado precisar las habilidades y los conocimientos con los cuales tiene que egresar el nuevo profesional y por otra parte las empresas lo necesitan para poder llevar a cabo una mejor gestión de los recursos humanos (Cubeiro, 1998, Mertens, 2001 y Arriola, 2001).

Esta gestión si no se considera lo anterior puede ser realizada de forma tradicional, lo que implica el uso de pruebas psicológica, entrevistas etc. en los procesos de reclutamiento y selección, vinculadas a un repertorio de actividades que no presentan una clara conexión con los perfiles de puestos definido ni con la evaluación del desempeño que pueda estar ligado a las compensaciones que se le otorguen al trabajador. La gestión de recursos humanos basada en competencia hace referencia a la construcción social orientada al desarrollo sistemático de conocimientos, habilidades, actitudes y motivaciones, de manera tal que las personas puedan realizar su trabajo de manera eficaz y efectiva. Así entonces un profesional o técnico reclutado y seleccionado bajo esta nueva perspectiva, puede evidenciar sus competencias tanto en lo operativo, técnico, administrativo y afectivo-socio-emocional.

Actualmente existen muchos esfuerzos en las empresas por reorganizar la gestión de recursos humanos. La puesta en práctica de este proceso implica que:

1. Se definan las competencias consideradas claves por la empresa (de carácter genérico) y aquellas que son particularidades del puesto (específicas). Este proceso implica que la definición y construcción parta de indagar con el ocupante actual, con el nivel superior con el que tiene vínculos, y con los que tienen la misma jerarquía.
2. La selección debe ser dinámica partiendo de las competencias definidas y del nivel potencial de aprendizaje del candidato.
3. Determinación de necesidades de capacitación

4. Evaluación del desempeño
5. Plan de remuneración, reconocimiento y promoción (Sánchez, Arriola y Romero, 2001)

Las competencias se deben construir entonces no solamente de la indagación que se realice sino de las necesidades detectadas para alcanzar las metas. Al respecto, Romero (2001) plantea que esto se verá fortalecido si las organizaciones logran la integración del saber, saber hacer y saber ser de las personas aunado al resultado global de la empresa. Es decir que la determinación de las competencias dependerá de que las organizaciones las formulen.

Este enfoque supone entonces que las competencias tienen un carácter dinámico y que por lo tanto debe existir un constante monitoreo que permita afinar el proceso de determinación y construcción de las competencias y su incidencia en la selección. Sánchez (2001), recomienda que para lograrlo es necesario contar con el manual de competencias; la utilización de la entrevista dimensional, sobre incidentes críticos<sup>1</sup> como uno de los instrumentos esenciales en una selección de éste tipo; sugiere además aplicar dinámicas de grupos para observar conductas relacionadas con las competencias.

Pese al impacto positivo que refiere la literatura revisada, en cuanto a los beneficios del enfoque de competencia, lo esencial del problema al que se enfrentan la mayoría de las organizaciones no es la información inadecuada o la imposibilidad por falta de recursos técnicos sino su resistencia a cambiar de comportamiento antes las buenas prácticas (Ibarra, 2000; Thornton, 2001 y Lievens, 2001).

Por esto en el presente trabajo se definió como propósito general establecer una primera aproximación del impacto que el enfoque de competencia ha tenido en la gestión de los recursos humanos en distintas empresas mexicanas

## **METODOLOGÍA**

- *Tipo de estudio*  
Es un estudio exploratorio , ya que es la primera vez que se esta tratando de identificar si el enfoque basado de competencias ha tenido alguna incidencia en las organizaciones laborales mexicanas.
- *Muestra*  
Esta estuvo constituida por 73 empresas del sector servicio y productivo tanto estatales como privadas.

---

<sup>1</sup> Es la narración de sucesos o eventos reales que el entrevistado realiza durante la entrevista en la que describe detalladamente experiencias pasadas que ejemplifican su forma de ser y de adaptarse a diferentes situaciones. Pueden ser ejemplos de trabajo o de alguna otra área de su vida social.

- *Instrumentos:*  
*Cuestionario Mixto*  
 El cuestionario es un instrumento de autorreporte, elaborado por Sánchez (2002) para utilizarse en esta población, consta de 10 preguntas semiabiertas (algunas contienen mas de una opción de respuesta).  
 Este cuestionario tuvo validación social, es decir se les pidió a 9 expertos que lo revisaran, quedando aquellas preguntas que presentaran un 85% de coincidencia entre los jueces, en cuanto a la pertinencia y claridad de las preguntas.
  
- *Procedimientos:*  
 Se realizó una sola aplicación del instrumento a los distintos representantes de las empresas.

## RESULTADOS

### Descripción de los participantes

El cuestionario está integrado por 10 preguntas y datos generales. Fue respondido por 75 participantes. De estos 41 eran mujeres (54.7%) y 31 eran hombres (41.3%), 3 personas no respondieron. En cuanto a la edad, la mínima fue de 23 años y la máxima de 61 años, siendo el promedio de los participantes de 36 años.

Las profesiones que destacan son licenciados en administración de empresas, en psicología, ingenieros y licenciados en relaciones industriales, en la siguiente tabla se expresan claramente estos aspectos.

**TABLA No.1: DISTRIBUCIÓN DE LAS PROFESIONES**

PROFESIONES	FRECUENCIA	%
Lae	13	17.3
Lic. en Psicología	10	13.3
Ingenieros	9	12.0
Lic. en Relaciones Industriales	4	5.3
Administrador	4	5.3
Contador Público	3	4.0
No Contestaron	4	5.3
Sociologa	2	2.7
Lic Sist Computacionales	2	2.7
Lic en Pedagogía	2	2.7
Abogado	2	2.7
Lic. en Comunicación	2	2.7
Lic. en Comunicación	2	2.7

El cuestionario fue respondido por 73 empresas. El 72% de las empresas fueron estatales y un 28% del sector privado. Los representantes de las empresas eran de las áreas de recursos humanos, capacitación y de desarrollo del personal.

Del análisis de la información recopilada se logró establecer que el concepto de competencia que se maneja en las empresas esta muy relacionado a lo que actualmente se define como tal. Es decir lo vincularon a habilidades, conocimientos que permite mejorar la calidad del desempeño que se realiza. Solamente una persona lo vinculó de manera restringida al proceso de certificación. En la siguiente tabla se pueden observar las aproximaciones que realizaron los participantes.

**TABLA No.2: CONCEPTO DE COMPETENCIA**

CONCEPTO	FRECUENCIA	%
Habilidad/desempeño	36	49.3
Vinculado al desempeño y experiencia	23	31.50
Conjunto/conocimientos	5	6.84
Certificación	1	1.28
No contestaron	8	10.95
Total	73	99.98

Al indagarse si se realiza gestión por competencia en las empresas, el análisis de la información permite establecer que este ya se ha incorporado en las organizaciones; así mismo se identificaron de manera precisa los procesos en donde. Ver tabla No.3

**TABLA No.3: GESTIÓN BASADA EN COMPETENCIA**

PROCESOS	Si lo utiliza		No lo utiliza		No contestó	
	F	(%)	F	(%)	F	(%)
Reclutamiento y selección de personal	30	41.09	22	30.13	21	28.76
Evaluación de necesidades de capacitación	36	49.30	16	21.90	21	28.76
Programas de capacitación	31	42.46	21	28.76	21	28.76
Evaluación de resultados de capacitación	22	30.13	30	41.00	21	28.76
Planeación profesional	12	16.40	40	54.7	21	28.76
Tablas de reemplazos	12	16.40	40	54.7	21	28.76
Evaluación del desempeño	29	39.70	23	31.5	21	28.76
Downsizing y Outplacement	4	5.47	48	65.7	21	28.76

En cuanto a los beneficios que la gestión por competencias ha generado en las empresas. Solamente el 41% de los participantes planteo beneficios; el 57% de los encuestados no establecen los beneficios y un 2% no respondió la pregunta.

Entre los beneficios que se nombraron se encuentran: subir los niveles de satisfacción de los clientes (internos y externos), armonizar el lenguaje, selección adecuada de personal, evaluación del desempeño objetiva, reclutamiento de mejores candidatos, desarrollo personalizado de las competencias, mejorar el diseño de los

puestos, elevación de la calidad de los distintos procesos productivos, descubrir los talentos en las personas, mejorar la eficiencia y orientar la capacitación.

Como posibles causas de la no aplicación en las empresas, en la siguiente tabla se mencionan las causas principales que señalaron los participantes:

**TABLA No.4: CAUSAS PARA LA NO APLICACIÓN DEL ENFOQUE BASADO EN COMPETENCIA EN LA GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

CAUSAS	FRECUENCIAS	%
Se está iniciando el proceso	9	21.95
Empresas recién establecidas	6	14.63
Falta de visión y apoyo	5	12.19
Comunicación inadecuada	5	12.19
Resistencia al cambio	4	9.75
Organización tradicional	4	9.75
Carencia de información	3	7.31
No se conoce la metodología	3	7.31
Falta de planeación	2	4.87
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>99.95</b>

Queriendo establecer cuáles serían los posibles cambios que facilitarían el enfoque de competencias en las organizaciones se lograron establecer dos grandes tipos de cambios:

- a) Cambios relacionados a la estructura de la organización o factores duros (French y Bell, 1996).
- b) Cambios vinculados a los procesos del comportamiento (Robbins, 2000 e Gibson, Ivancevich y Donnelly, 2001)

Con relación a la primera se estableció la reingeniería y optimización de procesos. En cuanto al segundo tipo de cambio los datos sugieren que son estos los que tienen mayor influencia para que se impulse la gestión de los recursos humanos con enfoque de competencias, como se puede observar en la Tabla No.5

**TABLA No.5: CAMBIOS EN LAS EMPRESAS PARA APLICAR EL ENFOQUE DE COMPETENCIA EN LA GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

CAMBIOS	FRECUENCIAS	%
Cultura Organizacional	14	

Sensibilizar a la dirección general	7	
Actitud de los gerentes	6	
Falta capacitación	4	
Reingeniería y optimización de procesos	4	
Implementación	3	
Conocer paradigmas	2	
<b>T O T A L</b>	<b>41</b>	

Al relacionar los cambios con los factores que tienen más peso impulsar los cambios. Se determinaron nuevamente factores vinculados al comportamiento de los colaboradores y no a la estructura de la organización. Tal como se aprecia en la siguiente tabla:

**TABLA No.6: FACTORES QUE FACILITARÍAN LA GESTIÓN POR COMPETENCIAS**

FACTORES	FRECUENCIAS			
	SI	%	NO	%
Cambiar actitud en los directivos	59	80.8	14	19.2
Capacitar al personal con puestos de mando	45	61.64	28	38.36
Adoptar enfoque de Administración Estratégica	44	60.27	29	39.72
Modificar la filosofía empresarial	36	49.31	37	50.68
Ampliar el presupuesto en ARH	16	21.9	57	78.08

Al cuestionarles si su empresa es una organización que aprende, el 57 (76.7%) participantes plantearon que sí y solamente 13 (17.3%) opinaron que No. Indagando en las razones de las respuestas anterior, se establecieron las siguientes causas:

- a) Las organizaciones aprenden por que se realiza capacitación de manera constante, se evoluciona y avanza constantemente, hay innovación y por que hay procesos de cambios. Todo esto se ve impactado en que las organizaciones se vuelven más productivas.
- b) Las causas que se mencionan que impiden que las organizaciones aprendan, se identificaron 3 grandes aspectos:
  - a. Causas vinculadas al corazón ideológico de las empresas
  - b. Resistencia al cambio
  - c. Administración del conocimiento.



En relación al corazón ideológico destacan la cultura, la visión no compartida, misión desconocida por los colaboradores y objetivos no definidos claramente.

En Resistencia al cambio, se mencionaron: mantener una sola forma de realizar los procesos, la actitud de los colaboradores, resistencia de la dirección general, organización muy jerárquica, sistemas muy estructurados y capacitación rígida.

Finalmente en administración del conocimiento se establecieron la no existencia de metodología para recuperar los saberes de la empresa y pobre aprovechamiento de la experiencia.

Aunque la administración del conocimiento surge como una categoría entre las causas del por que no se aplica el enfoque de competencia en la gestión de recursos humanos. Al preguntárseles si consideraban que su empresa contaba con los recursos para administrar el conocimiento, el 74.7% (59) afirmaron que Si y el 15.3% (9), respondieron que No.

## **DISCUSIONES Y CONCLUSIONES**

Con relación a nuestro objetivo de establecer cual era el impacto de las competencias en la gestión de los recursos humanos, si bien es cierto es una muestra pequeña, lo interesante es que aún en esta no se obtuvieron porcentajes mayores al 50% en cuanto a la utilización del enfoque basado en competencias, lo que nos podría estar indicando que dicho enfoque aún no se ha logrado introducir en las organizaciones y que por lo tanto su impacto todavía no es relevante en el área de recursos humanos.

Así mismo de este 50% solamente un 41% logro establecer beneficios en el uso de este enfoque. El 9% restante que si aplica el enfoque de competencia, probablemente no ha obtenido los resultados esperados. Esto podría sugerir que aún la gestión de recursos humanos no se encuentra alineadas a indicadores de la empresa que le permita a relacionar esta a indicadores financieros dentro de la organización (aspecto tangible); así también no se encuentra vinculada a indicadores no tangibles (clima, motivación, satisfacción etc). Esto impide que las organizaciones puedan dimensionar correctamente el papel de la gestión de recursos humanos para el buen funcionamiento de la misma.

Lo anterior aunado al hecho de que se presentara la utilización de la gestión de los recursos humanos en distintos procesos, podría estar marcando que esta utilización se debe a iniciativas individuales de los administradores del proceso y no a una política general de la organización. Quizás uno de los factores para que el enfoque de competencias no se sienta aún en la gestión de las empresas se deba a que en México dicho conocimiento se introdujo a partir de la conformación del Consejo de Normalización y Certificación en Competencias Laborales (CONOCER) que se dio en el año de 1995, mientras que en otros países dicho movimiento tiene aproximadamente 20 años, como es el caso de Inglaterra (Sánchez, Arriola y Romero, 2001).

Finalmente queda una vez de manifiesto el papel que tiene el estudio del comportamiento de los colaboradores dentro de las organizaciones, ya que son estos procesos los que según nuestro estudio los que determinan mucho de los cambios que se puedan gestar al seno de las empresas para que el enfoque de competencia sea

considerado como parte de la estrategia global de la empresas y no se base en voluntades individuales.

Las autoras de esta primera aproximación plantean la conveniencia de ampliar esta investigación para establecer conclusiones de nivel nacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arriola, M. A. (2001). *Manual para la certificación nacional como instructor: guía instruccional*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México.
- Cubeiro, J. C. (1998). Cómo sacarle fruto a la gestión por competencias. *Training and Development, Digest*. Mayo
- French, W y Bell, C. ((1996). *Desarrollo Organizacional. Aportaciones de las ciencias de la conducta para el mejoramiento de la organización*. Prentice may. Quinta edición. México, México, D.F.
- Gibson, J, Ivancevich, J y Donnelly, J. (2001). *Las organizaciones, comportamiento, estructura y procesos*. Mc Graw Hill. Décima Edición. México, México, D.F.
- Lievens, F. (2001). Assessor training strategies and their effects on accuracy, interrater, reliability, and discriminant validity. *Journal of Applied Psychology*.
- Ibarra, A. A. (2000). Formación de los recursos humanos y competencia laboral. *Boletín Cinterfor*. No. 149. Mayo-Agosto.
- Mertens, L (2001). *Gestión de Conocimientos y Competencia Profesional: La perspectiva de la Educación Superior*. Conferencia impartida en marzo del 2001. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México.
- Romero, C. (2001). El modelo de competencias laboral en el campus. *Entre Nosotros*, 1, 46.
- Sánchez, G. (2001). *Manual de Recursos Humanos*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México. México.
- Sánchez, G.; Arriola, M.A y Romero, M del C. (2001). *Gestión de recursos humanos: selección de personal basada en competencia*. Conferencia presentada en la XXI Conferencia Internacional de las Escuelas Latinoamericanas de Administración. México, D.F.
- Thornton III, G, C. (2001). The application of assessment center technology to the evaluation of personnel records. *Public Personnel Management*. Spring.

# EDUCACIÓN EN Y PARA LOS DERECHOS HUMANOS. EL DECENIO DE LAS NACIONES UNIDAS (1995-2004) Y LOS DESAFÍOS PARA LA UNIVERSIDAD

Marco Odello

La educación en la esfera de los Derechos Humanos tiene particular importancia hoy. Estamos en el Decenio de las Naciones Unidas para la educación en esta importante área y los Estados tienen que esforzarse para desarrollar adecuadas medidas en temas de educación en la esfera de los Derechos Humanos. Muchos actores e instituciones son llamados a contribuir en este esfuerzo a escala internacional y nacional. Los académicos y las instituciones universitarias también tienen un papel importante en este esfuerzo. Se trata de desarrollar programas y actividades no sólo de enseñanza, sino también de aplicar concretamente en nuestro trabajo cotidiano los principios fundamentales de respeto de la persona humana. En este trabajo tratamos de individualizar y de justificar las posibles acciones que se pueden tomar en el ámbito de las instituciones universitarias. Se trata de sugerencias basadas en los documentos oficiales de las instituciones internacionales que promueven el respeto, la aplicación y la difusión de los Derechos Humanos. Como académicos tenemos que actuar conforme a estos principios y contribuir al desarrollo de actividades de educación en la esfera de los Derechos Humanos. En este sentido, varias iniciativas pueden ser tomadas por los miembros de la comunidad académica para impulsar la educación en la esfera de los Derechos Humanos en México.

Palabras clave: Derechos Humanos, Educación, Planes Nacionales de Acción, Universidad.

## 1. Introducción

La promoción de los Derechos Humanos constituye hoy un tema fundamental para el logro de distintos objetivos. El reto de la aplicación y respeto de los Derechos Humanos, entendido como fundamental obligación/objetivo de los Gobiernos necesita de una serie de medidas. Entre ellas: desarrollo de legislación nacional, capacitación de funcionarios públicos, creación y fortalecimiento de nuevas instituciones, que permitan la aplicación cotidiana de los fundamentales principios de respeto de la persona humana. Entre las medidas que se pueden tomar en cuenta en el desarrollo de la concreta aplicación de los Derechos Humanos, seguramente podemos mencionar el papel de la educación [1]. El tema de la educación para los Derechos Humanos ha sido ampliamente estudiado y muchas instituciones, como la UNESCO y el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (OACDH), han desarrollado principios educativos, teorías, materiales didácticos, modelos de talleres y seminarios, guías, etc.

Sabemos que educar no solamente significa transferir conocimientos. Educar significa también proteger a los individuos, en cuanto se crean las condiciones para desarrollar los conocimientos y el consecuente respeto de los derechos fundamentales de los individuos y de los grupos en la sociedad, mediante la aplicación concreta de los conocimientos adquiridos. Al mismo tiempo, se trata de un logro fundamental para la sociedad, en cuanto se promueven importantes aspectos de la vida y de la coexistencia social, como el estado de derecho, el respeto entre grupos, la tolerancia y la democracia, fundamentando estos asuntos en la promoción de la persona humana y de sus valores. Por lo tanto “hablar de enseñanza de los derechos es, por más que hoy siga

pareciendo extraño a muchos juristas, hablar de su implantación real y efectiva y, consiguientemente, sentar las bases de una democracia consolidada” [2].

En la Declaración Universal de los Derechos Humanos, documento base y fundamental para la promoción de los derechos en el marco internacional, el Artículo 26.2 afirma que la educación “tendrá por objeto el pleno desarrollo de la personalidad humana y el fortalecimiento del respeto a los derechos humanos y las libertades fundamentales”. En la última reunión de la Comisión de Derechos Humanos de las Naciones Unidas se afirma también que “la educación en la esfera de los derechos humanos no debe limitarse al suministro de información, sino que debe constituir un proceso integral que se prolongue toda la vida y mediante el cual las personas, a todos los niveles de desarrollo y en todas las sociedades, aprendan a respetar la dignidad de los demás, y debe crear medios y métodos par garantizar ese respeto en todas las sociedades” [3].

Al mismo tiempo, podemos destacar que se utilizan las expresiones de educación o enseñanza “en” y/o “para” los Derechos Humanos. Aquí utilizaremos la expresión “en” para referirnos a las actividades de transmisión formal de conocimientos en temas de Derechos Humanos. Se trata por ejemplo de cursos, talleres, seminarios que tratan de capacitar a los participantes en conocimientos tanto teóricos como prácticos, pero siempre con la finalidad de transmitir nuevos conocimientos en la materia. Cuando hablemos de educación “para” los Derechos Humanos, entenderemos todas las actividades de formación que traten de impulsar una actitud práctica de convivencia civil y de aplicación concreta de los Derechos Humanos de parte de las personas. Otra opción, que se utilizará en el presenta trabajo y que de alguna manera abarca ambos sentidos es la de educación “en la esfera” de los Derechos Humanos. Se trata de una expresión utilizada en los últimos documentos oficiales de las Naciones Unidas y mantiene un sentido general. Por eso puede ser útil su uso en determinadas situaciones.

En el marco de las actividades relacionadas con las promoción efectiva de una enseñanza y educación en y para los Derechos Humanos, podemos mencionar la importante iniciativa que las Naciones Unidas, adoptada en el ámbito de la Asamblea General, han lanzado en 1994: el Decenio para la educación en la esfera de los derechos humanos [4].

En este trabajo, revisaremos de forma muy esquemática cuales son las obligaciones internacionales de los Estados en tema de educación en y para los Derechos Humanos. Estas obligaciones se encuentran en muchos tratados ratificados por el Estado Mexicano. Después, veremos cuales iniciativas y actividades se prevén en el ámbito del Decenio para la educación en la esfera de los derechos humanos. Finalmente, trataremos individuar las iniciativas más interesantes presentadas en el ámbito de Países que han tratado desarrollar actividades de educación en Derechos Humanos, mediante un análisis comparado de los distintos Planes de Acciones existentes.

El área de nuestro particular interés se limitará al tema de la educación formal, con particular enfoque a las instituciones académicas, para evaluar lo que se ha hecho y lo que se puede hacer, de conformidad con las indicaciones de las Naciones Unidas para la educación en tema de Derechos Humanos.

El presente trabajo quiere despertar un mayor interés del mundo académico mexicano, y en particular en el Sistema TEC, acerca de una atención al tema de la educación en los Derechos Humanos. Se trata de un importante elemento para el desarrollo del País, de las instituciones democráticas y del respeto de la persona humana. El Sistema TEC, en cuanto agente de cambio de la sociedad mexicana, y en particular por su característica de institución educativa a escala nacional y con vocación internacional, no puede evitar de confrontarse con la importante realidad de la educación para los Derechos Humanos.

Este primer trabajo quiere por lo tanto abarcar el tema de lo que se entiende por educación en y para los Derechos Humanos. Al mismo tiempo, quiere ser la base para futuras investigaciones, iniciativas, ideas, programas que puedan involucrar los profesores de nuestra institución, incluyendo los juristas, los políticos, los filósofos, y los pedagogos para poder ofrecer ideas, programas y métodos educativos para el pleno disfrute de los Derechos Humanos en México, fortaleciendo y promoviendo el pleno disfrute de la persona humana.

## **2. Metodología**

En el presente trabajo utilizamos como base de estudio documentos y experiencias concretas. Los documentos son de distintos tipos:

Tratados internacionales que vinculan a México en sus obligaciones para la educación en Derechos Humanos;

Documentos, resoluciones y líneas guía desarrolladas y adoptadas durante el Decenio de las Naciones Unidas;

Planes de Acción Nacionales adoptados por Estados en el plan de desarrollo de actividades para la educación y la enseñanza de los Derechos Humanos.

Se utilizan también materiales bibliográficos relativos a la educación en Derechos Humanos de otras instituciones internacionales, en particular de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Finalmente, se toman en cuenta algunas experiencias académicas de educación para los Derechos Humanos, como indicación práctica de los ejemplos que se dan para poder de allí tomar ideas y sugerencias para desarrollar actividades prácticas en el campo de la educación sobre Derechos Humanos.

Muchas de las informaciones utilizadas se encuentran en Internet. En particular, a través de la página Web desarrollada por la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (OACDH) en tema de educación para los Derechos Humanos [5], las publicaciones oficiales en tema de Derechos Humanos de la misma OACDH, los informes que pude conseguir en Ginebra, y otros documentos relativos a proyectos en temas de educación.

## **3. Resultados y discusión**

La educación en tema de Derechos Humanos se puede abarcar desde varios puntos de vista. En este trabajo partimos desde la perspectiva y la idea fundamental que la educación en y para los Derechos Humanos tiene un papel fundamental para los juristas. Seguramente, la amplia categoría de los Derechos Humanos como se han venido desarrollando y definiendo en el ámbito internacional, abarca muchos temas. Ejemplos son: el derechos a la educación, al medio ambiente, a la salud. También, temas relacionados a nuevos derechos, como el derechos a la democracia, a la participación y al desarrollo, incluyen temas y perspectivas que no son exclusivamente jurídicas. No queremos limitar o encerrar el tema de los derechos Humanos, y sobre todo cuando se habla de educación, al mundo de lo jurídico. Pero, para evitar confusiones conceptuales, y aclarar también las tareas, las obligaciones y los necesarios medios que tenemos que emplear, podemos afirmar que si hablamos de defensa, de protección, de instituciones y de mecanismos para la protección de los Derechos Humanos, no podemos no tomar en consideración el papel del Derecho, y sobre todo en las Escuelas de Derecho y en las profesiones legales. Este es el punto de partida de nuestro análisis y de discusión a lo largo de nuestro trabajo. Cada Carrera y cada especialidad tiene que desarrollar su propio contenido curricular, así como una serie de análisis, discusiones e investigaciones. Es importante también la labor de cooperación y de intercambio de ideas, experiencias fomentando la

labor y el estudio interdisciplinario de los Derechos Humanos, y en particular en tema de educación. Pero esta parte será tema de futuras investigaciones, y no se desarrollará en este trabajo, por motivos de limitación del área de estudio.

**Justificación normativa:** El Decenio de las Naciones Unidas representa un proyecto concreto para tratar de meter en práctica las obligaciones internacionales de los Estados, contenidas en varios tratados internacionales. Durante la Conferencia de Viena sobre Derechos Humanos (1993) se afirmó que la educación en derechos humanos es “esencial para la promoción y el desarrollo de relaciones estables y armónicas entre las comunidades y para reforzar el entendimiento mutuo, la tolerancia y la paz”. Como consecuencia, se sugería la proclamación de una década para la educación en derechos humanos [6].

La resolución votada por la Asamblea General se fundamenta en varios textos jurídicos internacionales que hacen una clara referencia al Derecho a la Educación y, en particular a la educación en y para los Derechos Humanos. Estos textos obligan a los Estados a tomar medidas apropiadas para difundir el conocimiento necesario en tema de derechos humanos. Pero, lamentablemente, no siempre los Estados (Gobiernos) toman en serio las declaraciones oficiales que sus mismos políticos hacen en las conferencias internacionales. Podemos aquí mencionar unos documentos internacionales que prevén la obligación de los Estados de actuar en favor de la educación en tema de derechos humanos.

La base normativa para el tema de la educación en la esfera de los Derechos Humanos se puede considerar el Artículo 26 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, aprobada en 1948 por las Naciones Unidas. Este Artículo se divide en dos partes. La primera se refiere al derecho a la educación en general; o sea que cada individuo tiene derecho a recibir una educación básica, para ser libre de la ignorancia. La segunda parte del mismo artículo nos dice sobre el contenido de la educación, que tiene que dirigirse al pleno desarrollo de la personalidad y al respeto de los derechos humanos. Esto con la finalidad de promover la comprensión, la tolerancia y la amistad entre todas las naciones, los grupos raciales y religiosos, con la finalidad de apoyar las actividades de las Naciones Unidas para el mantenimiento de la paz.

El Artículo 13 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1966) afirma que “Los Estados Partes en el presente Pacto reconocen en derecho de toda persona a la educación. Conviene que la educación debe orientarse hacia el pleno desarrollo de la personalidad humana y del sentido de su dignidad, y debe fortalecer el respeto por los derechos humanos y las libertades fundamentales”.

En el ámbito del respeto efectivo de los Derechos Humanos, el Artículo 2.2 del Pacto Internacional sobre Derechos Civiles y Políticos (1966), establece que “Cada Estado Parte se compromete a adoptar, con arreglo a sus procedimientos constitucionales y a las disposiciones del presente Pacto, las medidas oportunas para dictar las disposiciones legislativas o de otro carácter que fueran necesarias para hacer efectivos los derechos reconocidos en el presente Pacto y que no estuviesen ya garantizados por disposiciones legislativas o de otro carácter”. Sobre este punto es importante reconocer la primera importancia de las reformas legislativas, pero tampoco hay que pensar que se trate de la única y sola solución para el respeto efectivo de los derechos humanos en una sociedad. Sin una adecuada formación de los profesionales y acciones de información de la población la misma ley se puede quedar letra muerta.

Para definir cuales son las obligaciones concretas de los Estados, tenemos varios documentos que nos ayudan mejor para entender la portada de estas obligaciones. En particular, se pueden tomar en cuenta los documentos elaborados de parte de los Comités de las Naciones Unidas que vigila e interpretan las normas generales contenidas en los tratados internacionales de Derechos Humanos. Se trata de directrices generales para los Estados cuando elaboran sus informes

periódicos relativos a la aplicación de las distintas partes de los tratados en su territorio, y comentarios generales para la interpretación de las obligaciones internacionales.

Por lo tanto, sobre todo cuando se habla de “otras medidas” a parte de adopción de normas de carácter legislativo o administrativo, y de oportunas reformas de carácter legal, también tenemos otras posibilidades, que abarcan ámbitos no necesariamente ni exclusivamente legal. Justamente el Comité de Derechos Humanos, el órgano que vigila a nivel internacional sobre la aplicación del Pacto sobre derechos Civiles y Políticos, ya en 1981, reconoció la importancia de otras medidas que constituyen las obligaciones de los Estados Partes del Pacto: “[..] es muy importante que los individuos sepan cuáles son sus derechos en virtud del Pacto y que todas las autoridades administrativas y judiciales conozcan las obligaciones que ha asumido el Estado Parte en virtud del Pacto. [..] deben adoptarse medidas para familiarizar a las autoridades competentes con su contenido como parte en su formación” [7].

En esta labor de definición de las obligaciones que incumben a los Estados, otros organismos de las Naciones Unidas, como el Comité para la Eliminación de la Discriminación Racial, han definido el contenido de los informes que deben presentar los Estados. Las medidas legislativas son una parte, pero se mencionan también medidas “de otra índole” para asegurar que los Estados se comprometan a seguir “por todos los medios apropiados y sin dilaciones, una política encaminada a eliminar la discriminación racial en todas sus formas y a promover en entendimiento entre todas las razas” (Artículo 2, Convención Internacional sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación Racial). El Artículo 7 de la misma Convención sigue afirmando que los Estados “se comprometen a tomar medidas inmediatas y eficaces, especialmente en la esfera de la enseñanza, la educación, la cultura y la información [..]”. Los Estados deben proporcionar “toda la información posible sobre cada una de las principales cuestiones mencionadas en el Artículo 7 bajo los epígrafes siguientes:

- A. Enseñanza y educación;
- B. Cultura;
- C. Información [..]”.

Según un trabajo de análisis de los informes [8] parece que la educación en materia de Derechos Humanos no se considera un importante foco de atención por los Estados Partes al Comité de Derechos Humanos y de los Derechos Económicos Sociales y Culturales, mientras que si los Estados proporcionan más informaciones cuando presentan los informes al Comité para la Eliminación de la Discriminación Racial y al Comité de los Derechos del Niño. En este último caso, y parece que se trate de una excepción, se mencionan normalmente las medidas, las evaluaciones de los efectos de estas medidas haciendo referencia al Decenio de las Naciones Unidas.

A partir del estudio de varios informes, se desprende que los gobiernos conciben distintas formas de educación en Derechos Humanos. Entre ellas parece que la prioridad se da al sistema de enseñanza institucionalizada: escuelas, seminarios y cursos universitarios, y paralelamente el desarrollo de materiales educativos formales. Otras formas son a veces indicadas como parte de las iniciativas gubernamentales. Por ejemplo podemos mencionar:

- Programas y seminarios de formación para grupos determinados (profesionales);
- Eventos periódicos para llamar la atención de la población , como el Día de los Derechos Humanos o el Día del Niño Africano;
- Producción de material informativo (volantes y revistas);
- Producción y transmisión de programas de televisión;
- Actividades de trabajo comunitario, y actividades extracurriculares de los estudiantes.

En 2001, la Asamblea General de las Naciones Unidas ha “invitado a todos los gobiernos a que reafirmaran sus compromisos y sus obligaciones de desarrollar estrategias nacionales para la educación en materia de derechos humanos [..] y que pudieran plasmarse en un plan nacional de acción para la educación en la esfera de los derechos humanos” [9].

**Líneas guía para la educación en Derechos Humanos:** Abarcando el tema de educación en la esfera de los Derechos Humanos, nos tenemos que poner claramente una pregunta ¿Qué quiere decir, y que se entiende, en concreto educación en y para los derechos humanos? Nos limitamos aquí a buscar la respuesta en los documentos de las Naciones Unidas.

Los documentos elaborados para el Decenio de las Naciones Unidas abarcan en sentido muy amplio el concepto de educación para y en la esfera de los Derechos Humanos. En los documentos oficiales se habla de “el conjunto de actividades de capacitación, difusión e información encaminadas a crear una cultura universal en materia de derechos humanos”. Las actividades sugeridas tienen que realizarse mediante dos tipos de actividades: transmisión de conocimientos y moldear actitudes.

La transmisión de conocimientos se puede realizar a través de iniciativas de educación y de formación de tipo tradicional. Por ejemplo, incluir temas de Derechos Humanos en los planes curriculares de las escuelas, cursos de Derechos Humanos en las Universidades, organización de talleres, seminarios, diplomados, maestrías en Derechos Humanos. También, se pueden transferir informaciones mediante actividades de información, sobre todo cuando se refieren a grupos de adultos, profesionales, minorías, indígenas, trabajadores inmigrantes, refugiados. En estos casos hay que desarrollar formas nuevas y alternativas de información. Estas incluyen las actividades formales e informales, uso de los medios de comunicación, nuevas tecnologías, cine, radio, teatro, etc.

Moldear actitudes significa tratar de crear las condiciones para que se apliquen concretamente los principios contenidos a nivel internacional en el medio cotidiano de las personas. Se trata de evitar que la educación en Derechos Humanos se vuelva o se mantenga una mera transmisión de conceptos. Por ello, se tiene que tratar de “constituir un proceso integral que se prolongue toda la vida y mediante el cual las personas, a todos los niveles de desarrollo y en todas las sociedades, aprendan a respetar la dignidad de los demás” [10] sean ellas comunidades o profesionales. Como ya afirmaba Maritain “la escuela y el Estado tienen no sólo que desarrollar en los futuros ciudadanos los conocimientos, el saber y la sabiduría que corresponden a la idea de la educación liberal para todos, sino también que alimentar en ellos esa adhesión auténtica y razonada a la carta democrática que se requiere para la unidad misma del cuerpo político” [11]. Pero ahora se trata de ir más allá de estos principios. En este sentido, la UNESCO celebró en 1993, en Montreal, el Congreso Internacional sobre la educación en Derechos Humanos y en Democracia. En esta reunión se presentó una Declaración que hizo clara referencia a la educación en Derechos Humanos como instrumento para el fortalecimiento de la Democracia. Se hace referencia a un proceso educativo de visión global donde tienen que participar todos los actores que pueden influir en el proceso educativo: por lo tanto paralelamente a las instituciones formales educativas se pide la participación de educación popular, educación de los adultos, en el medio familiar, extraescolar o dirigida a grupos especializados. Por ejemplo, se pueden organizar actividades para los policías, los abogados, los jueces, los periodistas, los empresarios y los médicos. Estos principios corresponden a la idea de una pedagogía para una actitud dinámica y participativa. Se trata de “educar nuestro comportamiento para la adopción de actitudes participativas y respetuosas con los valores fundamentales” [12] de tal manera que “el aprendizaje no constituye un fin en sí, sino más bien un medio tendente a eliminar las violaciones de los derechos humanos y a construir una cultura de paz basada en la democracia, el desarrollo, la tolerancia y el respeto mutuo” [13]. Estas ideas han sido retomadas en los documentos del Decenio de las Naciones Unidas y de la OACDH, explicando que las actividades de educación en la esfera de los Derechos Humanos tengan en cuenta las siguientes finalidades:

- a) Fortalecer el respeto de los derechos humanos y las libertades fundamentales;
- b) Desarrollar plenamente la personalidad humana y el sentido de la dignidad del ser humano;
- c) Promover la comprensión, la tolerancia, la igualdad entre los sexos y la amistad entre todas las naciones, las poblaciones indígenas y los grupos raciales, nacionales, étnicos, religiosos y lingüísticos;
- d) Facilitar la participación efectiva de todas las personas en una sociedad libre;
- e) Intensificar las actividades de las Naciones Unidas en la esfera del mantenimiento de la paz.



Aparte los dos aspectos de transmisión de conocimientos y de promoción de valores, la OACDH incluye en la definición de educación para los Derechos Humanos el tema de la "acción" entendida como elemento que promueve medidas concretas para la defensa en casos de violaciones de Derechos Humanos [14].

Hemos mencionado que la institución encargada de promover un Plan de Acción internacional es la OACDH. Su tarea consiste esencialmente en coordinar las actividades, iniciativas, fortalecer programas a escala internacional, regional, nacional y local, proporcionar asesoramiento y cooperación técnica, elaborar materiales didácticos para la enseñanza de los derechos humanos, evaluar y formular estrategias, recopilar y difundir informaciones acerca de las actividades a escala mundial. En este sentido, tratamos de ver cuáles son las indicaciones que se dan en los documentos elaborados de parte de las instituciones internacionales y relacionados a la promoción de la educación en Derechos Humanos. De aquí vamos a tomar los principios, las ideas y los objetivos que en el ámbito internacional se consideran fundamentales para el desarrollo de una adecuada educación en tema de Derechos Humanos. Utilizaremos también las indicaciones que se encuentran en la Declaración de México, resultado de la Conferencia Regional sobre Educación en Derechos Humanos en América Latina y el Caribe, organizada por la UNESCO y la OACDH en la Ciudad de México del 28 de noviembre al 1 de diciembre de 2001. Trataremos de enfocar nuestro análisis hacia el papel de las Universidades y de los universitarios, en cuanto nos interesa en particular aquí esta perspectiva.

**Actividades en el ámbito nacional:** Si a nivel internacional se promueven las iniciativas para el respeto de los Derechos Humanos, en el plano nacional, también se prevén actividades. Hasta podemos decir que se trata de la finalidad principal del Decenio poder llegar a un compromiso de parte de los Estados y otros actores nacionales para una seria, planeada actividad de educación en tema de Derechos Humanos. Esto para dar concreto seguimiento y forma a las obligaciones internacionales que mencionamos anteriormente. La idea es que, a lo largo de la década, en los Estados miembros de las Naciones Unidas, se vayan desarrollando y aprobando planes nacionales de acción, teniendo en cuenta las directrices elaboradas a nivel internacional. Por lo tanto, bajo la iniciativa de los distintos gobiernos o de otras instituciones pertinentes, como las Comisiones Nacionales por los Derechos Humanos, las Organizaciones No Gubernamentales, las Defensorías del Pueblo, las instituciones académicas, etc. se tendrían que crear comités nacionales para la educación en la esfera de los Derechos Humanos. Se sugiere que los comités sean integrados por distintas entidades no gubernamentales con la finalidad de elaborar un plan de acción nacional para la educación en la esfera de los derechos humanos. En este respecto, se han dado directrices claras, elaboradas por la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, para la elaboración de planes nacionales de acción [15]. El documento prevé una serie de etapas para lograr la elaboración de un plan nacional, en particular:

- i) Creación de un comité nacional;
- ii) Realización de un estudio de referencia y evaluación de necesidades;
- iii) Determinación de prioridades y definición de grupos necesitados;
- iv) Elaboración del plan;
- v) Ejecución del plan;
- vi) Examen y revisión del plan.

El comité nacional para la educación en derechos humanos tendría que organizarse en la primera etapa de la labor de adopción de un plan nacional. En este comité tendrían que estar representadas distintas entidades de la sociedad: agencias gubernamentales, instituciones nacionales de derechos humanos, instituciones universitarias, institutos de derechos humanos y organismos no gubernamentales, con particular atención a las que tengan intereses y experiencias en temas de educación y formación. La segunda etapa consiste en evaluar las necesidades relativas a la educación en derechos humanos a nivel nacional. Un estudio de los programas existentes y de las áreas donde faltan iniciativas y actividades de formación permite establecer un plan de trabajo y plantear las actividades que realmente se necesitan a nivel nacional. Todo esto para seleccionar un plan de prioridades.

A partir de este momento se puede entonces elaborar un Plan de Acción nacional que tenga en cuenta los datos y las sugerencias de las instituciones participantes, y según las indicaciones generales de las instituciones internacionales. Hay que definir los objetivos generales, estrategias y programas educativos, incluir la educación en derechos humanos en los programas escolares, campañas de información, traducción, revisión de materiales existentes, producción de nuevos materiales didácticos, reformas legislativas, etc. Una importante componente consiste también en establecer mecanismos de evaluación de las actividades propuestas y llevadas a cabo.

La siguiente fase consiste en meter en práctica el Plan Nacional y todas sus actividades previstas. También, se sugiere que el Plan sea evaluado periódicamente si cumple con los objetivos y las finalidades establecidas, para poder cambiarlo y ajustarlo según las nuevas indicaciones. La primera evaluación tendría que efectuarse después de un año de funcionamiento del Plan y las siguientes a intervalos regulares, involucrando en el proceso de evaluación tanto las personas que directamente trabajan en el Plan como expertos externos. La evaluación tendría que abarcar:

- 1) El Plan de Acción;
- 2) El programa de actividades;
- 3) El funcionamiento del comité nacional.

La idea fundamental es que los Planes Nacionales no tienen que ser fijos y estáticos. En este sentido, la evaluación permite adaptar las actividades a las distintas realidades. Además, cada Plan de Acción Nacional tiene que desarrollarse tomando en cuenta también las siguientes características:

Ser de gran alcance, para asegurar una amplia difusión en las distintas áreas de la población y del territorio nacional;

Ser eficaz, en cuanto tiene que emplear adecuadas estrategias pedagógicas y educativas;

Ser sostenible a largo plazo, en cuanto tiene que poder utilizar varios recursos y ayudas de parte de los gobiernos, de los donantes y de los programas internacionales.

El Plan de Acción Nacional tiene que dirigirse a todos los sectores de la sociedad, por conducto de la enseñanza académica y no académica, y de programas educacionales y de capacitación especializados para los grupos vulnerables, los profesionales y de otras personas que pueden influir en la promoción de los derechos humanos, por ejemplo los policías, los abogados y los jueces, pero también no podemos excluir a maestros, profesores, miembros de las fuerzas armadas, funcionarios públicos, los médicos, los enfermeros, los sindicatos, los trabajadores, o los periodistas, entre otras categorías profesionales. En este sentido, nos interesa ver las propuestas de los Planes de Acción aprobados y presentados.

**Actividades propuestas en los Planes de Acciones presentados:** Hasta la fecha, seis Países han presentado Planes de Acción Nacionales para la Educación en Derechos Humanos. Se trata de Croacia, Francia, Japón, Filipinas, Portugal y Turquía. Otros Países han presentado planes generales de educación, pero que no tratan el tema de forma sistemática según las indicaciones de las Naciones Unidas. Se trata más bien de descripciones, informes y cuentos de actividades que se están desarrollando en estos Países en tema de educación para los Derechos Humanos. Estos segundos documentos faltan de una planeación y organización sistemática: tienen un interés para averiguar las actividades desarrolladas en varios Países y sirven como inspiración para otras actividades [16].

El Plan de Acción francés [17] tiene una sección relativa a la educación en Derechos Humanos en la formación jurídica. Resulta que la formación en Derechos Humanos se puede encontrar en varios cursos de licenciatura, como el Derecho Público (Derecho Constitucional y Derecho Administrativo), en Derecho Internacional Público o en Derecho Penal. También se encuentran referencias a la temática de los Derechos Humanos en los cursos generales que muchas veces forman parte de los currícula de las escuelas de derechos, como los cursos de historia de las ideas políticas o de la teoría del derecho. Dos cursos tienen más relación con los Derechos Humanos: el curso sobre Libertades Públicas, semestral y obligatorio a partir de los años '50 en las

universidades francesas. Esta materia se basa en la Declaración francesa de los derechos del hombre y del ciudadano de 1789, enfocando su atención a las libertades fundamentales constitucionales. La otra opción se da a nivel de maestría, donde las universidades tienen libertad de ofrecer cursos, pero de tipo facultativo. En este ámbito se da el tema de la dimensión internacional de los Derechos Humanos. El Plan de Acción recomienda que se ofrezca a nivel de maestría en derecho un curso semestral en Derechos Humanos, llegando a considerar obligatoria esta materia en los cursos de maestría que ofrecen una mención para las carreras judiciales. En el mismo sentido se mueve el Plan de Acción turco, mediante una recomendación al Consejo para la Educación Superior de Turquía, afirma que sería positiva la introducción gradual de cursos sobre Derechos Humanos en las universidades turcas, para llegar a tener cursos sobre Derechos Humanos en todas las universidades para el año 2007 [18]. El Plan de Acción portugués menciona actividades que involucran el medio académico, pero no hace referencia a cursos institucionales de Derechos Humanos. Por ejemplo, entre las iniciativas que pueden interesar al medio académico, bajo el título seminarios, congresos y otras formas de promoción de los Derechos Humanos, se sugiere la organización de un congreso anual sobre "Educación en Derechos Humanos", el desarrollo de formación profesional en colaboración con el Instituto Nacional de Administración y el Centro de Estudios y Formación Profesional para los profesionales de la salud, las fuerzas de policía, los militares y los funcionarios de migraciones; etc. En ámbito más estrictamente académico, se prevé el lanzamiento de un concurso nacional en el campo de los Derechos Humanos abierto a los estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado; y la preparación de estudios y traducciones de materiales sobre Derechos Humanos en lengua portuguesa.

En general, los Planes de Acción analizados tratan de presentar una serie de iniciativas que abarquen todos los sectores de la sociedad. No hay, en general, programas y actividades estrictamente académicos. Seguramente, este enfoque corresponde a las líneas propuestas por la OACDH, pero somos nosotros los académicos que tenemos que proponer actividades y sugerir iniciativas donde podemos poner en práctica nuestras capacidades profesionales. A nivel mexicano no existe todavía un Plan de Acción Nacional. Podemos mencionar que en el plan de estudio de la licenciatura en Derecho de la UNAM existen las asignaturas optativas sobre el "Sistema Internacional de Derechos Humanos" y sobre "Derechos Humanos". En la licenciatura en Relaciones Internacionales la asignatura optativa es "Derechos Humanos". El Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM dedica muchas investigaciones y publicaciones en el área de los Derechos Humanos. A nivel de maestría se desarrolla la Maestría en Derecho Constitucional y Amparo que incluye materias como "Tutela de los Derechos Humanos y Sistemas Internacionales para su Defensa" y "Teoría de los Derechos Humanos". También hay que destacar que la Universidad Iberoamericana tiene una Maestría en Derechos Humanos.

#### **4. Conclusiones**

El breve análisis sobre educación en la esfera de los Derechos Humanos nos muestra que en ámbito internacional se entiende una serie de actividades muy diversificadas que incluyen una multiplicidad de actores e instituciones. Esto no quiere decir que la Universidad no tenga un papel importante. Hay que destacar una serie de actividades que quedan claramente en la esfera de la academia. En este sentido, aparte las indicaciones que venimos de mencionar a través del análisis de las indicaciones internacionales, podemos también mencionar las recomendaciones contenidas en la Declaración de México sobre Educación en la esfera de los Derechos Humanos en América Latina Y Caribe (Ciudad de México, 28 noviembre-2 diciembre 2001). Primero hay que impulsar la formación clásica en las distintas carreras universitarias, incluyendo cursos sobre Derechos Humanos en los programas curriculares de licenciatura, y también incluir cursos especializados a nivel de maestría, sobre todo en ámbito jurídico y político. También, hay otras actividades previstas en los Planes de Acción que, aún no se dirijan a los académicos, seguramente necesitan de las iniciativas y trabajos de parte de expertos. En este sentido podemos mencionar:

- Elaboración de investigaciones en temas de Derechos Humanos;
- Desarrollo de materiales educativos y de técnicas didácticas;
- Actividades de formación y sensibilización;
- Desarrollo de criterios de evaluación de los Planes de Acción;
- Actitud de respeto de los Derechos Humanos en las actividades académicas.

En esta labor pueden contribuir varias disciplinas, de manera individual o interdisciplinaria. Por ejemplo, para desarrollar las técnicas didácticas y aplicar en concreto los principios y las normas jurídicas a las categorías de profesionales se necesita la labor del jurista, del profesional interesado y del pedagogo. Se puede promover la adopción de Planes Nacionales de Acción y a su implantación en los Países de la región. Concretamente, se trata contribuir con ideas, seminarios, publicaciones. También, como académicos podemos desarrollar y ofrecer cursos en temas de Derechos Internacional de los Derechos Humanos, así como desarrollar y promover investigaciones en temas de Derechos Humanos. Las universidades tienen que contribuir a formar alumnos, maestros y defensores de Derechos Humanos. En este sentido se pueden establecer cursos de especialización y de postgrado en centros de excelencia de la región, así como organizar congresos anuales en temas de educación en la esfera de los Derechos Humanos para un análisis y un intercambio de experiencias a nivel Latinoamericano. Se trata también de impulsar y proteger la libertad académica en la región y valorar la labor de los académicos. Faltan dos años para que termine el decenio de las Naciones Unidas. Mientras tanto sería oportuno que los académicos desarrollen sus actividades, tratando así de suplir a las faltas de acción de parte de las autoridades nacionales.

Estos son pocos ejemplos de lo que los académicos en nuestras Universidades podemos desarrollar, como contribución a la labor de promoción de los Derechos Humanos a escala internacional. Podemos seguramente afirmar que “sin la difusión de los derechos habrá instrumentos de protección de concretas violaciones, pero faltará «sentimiento democrático y constitucional» que constituye el cimiento de la convivencia democrática” [19].

## 5. Referencias

- [1] Sobre el tema ver: Sánchez Ferriz, R., Jimena Quesada, L. La Enseñanza de los Derechos Humanos. Barcelona, Ariel (1995).
- [2] Sánchez Ferriz, R., Jimena Quesada, L. Op. Cit. p. 10 (1995).
- [3] Naciones Unidas. Comisión de Derechos Humanos. Resolución 2002/74.
- [4] Naciones Unidas, Asamblea General, Resolución 49/184.
- [5] Ver el sitio web: <<http://www.unhchr.ch/>>
- [6] Naciones Unidas, Declaración de Viena y Programa de Acción, A/CONF.157/23, del 12 de julio de 1993, par. 78-82.
- [7] Naciones Unidas, Comité de Derechos Humanos, Observación general N° 3 adoptada en el 13° periodo de sesiones (1981).
- [8] OACDH. La educación en la esfera de los derechos humanos y tratados de derechos humanos. Nueva York y Ginebra (1999).
- [9] Naciones Unidas, Asamblea General. Resolución 56/147 (19 de diciembre de 2001).
- [10] Naciones Unidas, Comisión de Derechos Humanos. Resolución 2002/74.
- [11] Maritain, J. El hombre y el Estado. Madrid. Encuentro. p. 138 (1983).
- [12] Sánchez Ferriz, R., Jimena Quesada, L. Op. cit. p. 121.
- [13] UNESCO. Congreso Internacional de Montreal sobre la Educación en Derechos Humanos y en Democracia. Plan de Acción (1993).
- [14] OACDH. “Directrices para la elaboración de planes nacionales de acción para la educación en la esfera de los derechos humanos”, A/52/469/Add.1 y Add.1/Corr.1. para. I.B.13(c).
- [15] Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, “Directrices para la elaboración de planes nacionales de acción para la educación en la esfera de los derechos humanos”, A/52/469/Add.1 y Add.1/Corr.1.
- [16] OHCHR. Compendium of National Plans of Action for Human Rights Education [Unedited version], Ginebra, Febrero 2001 (Rev.1).
- [17] Comité de liaison pour la décennie des Nations Unies. Plan d’action pour l’éducation et la formation aux droits de l’homme (2000).
- [18] National Committee on the Decade for Human Rights Education. Human Rights Education Programme of Turkey: 1998-2007. Ankara. p. 20. (1999).
- [19] Sánchez Ferriz, R., Jimena Quesada, L. Op. cit. p.10.

# **Criterios para el diseño de un ambiente de aprendizaje basado en Internet y enfocado a la educación continua**

Elsa Beatriz Palacios Corral

En la modalidad de educación a distancia, el uso del Internet se ha distinguido como el medio que mayor impacto podrá tener en los próximos años, especialmente en los programas de educación continua. La Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey, después de más de 10 años de experiencia en educación a distancia, consolidó una oferta de cursos basados totalmente en el uso de Internet. En este trabajo se presenta una propuesta de criterios a considerar en el diseño de un curso de educación continua basado en Internet, tomando como base la experiencia vivida en la UV, pero también, lo que otras organizaciones y universidades del mundo proponen. La educación basada en Internet presenta ventajas para quien la accede tales como la flexibilidad en tiempo y espacio, un ritmo de aprendizaje autorregulado, un costo menor y el desarrollo de nuevas habilidades que pueden utilizarse en la vida personal y laboral, pero también presenta el reto para profesores y estudiantes que deben romper la barrera de problemas tecnológicos, de la distancia física, de la necesidad de autorregulación y auto motivación y de aprender a seguir un proceso diferente al tradicional. Especialmente la educación continua requiere un análisis previo al diseño, ya que estos programas se ofrecen a usuarios con características y niveles muy diferentes, que no necesariamente utilizan recursos proporcionados por la Universidad, si no los que adquieren por sus propios recursos o los de su organización /empresa. Este análisis previo debe impactar en la selección de la estrategia a seguir para el proceso de aprendizaje, pero también, en la selección de recursos audiovisuales y tecnológicos que podrán incorporarse. Un curso por Internet para programas de educación continua de la UV debe respetar criterios básicos en su diseño como lo son el cumplimiento del modelo educativo del ITESM, la claridad en las instrucciones, ortografía y redacción adecuadas, derechos de autor en materiales de terceros, un seguimiento al alumno a lo largo del proceso de impartición a través del tutorío y un proceso de evaluación que permita la mejora continua.

Palabras clave: Educación a distancia, Internet, Universidad Virtual, Educación Continua, Diseño

## **1. Introducción**

En más de 12 años de experiencia en educación a distancia, la Universidad Virtual ha evolucionado en el uso de tecnología para el proceso enseñanza-aprendizaje. El Programa de Capacitación para Profesores (PCP), inició en agosto de 1989 con la gran cadena de programas de educación continua ofrecidos en la modalidad a distancia por el Tec de Monterrey (a través del Sistema de Educación Interactiva por Satélite, hoy Universidad Virtual), la cual se diversificó con mayor fuerza a partir de 1992 cuando se integraron diplomados y seminarios para ejecutivos, seminarios del área ambiental y cursos cortos para amas de casa, niños, secretarías y público en general. En los primeros años, la oferta utilizaba exclusivamente el satélite como medio, así como materiales escritos que se enviaba a los participantes para su autoestudio; el proceso enseñanza-aprendizaje era muy parecido al tradicional, con la flexibilidad de espacio como único componente distintivo. (Palacios, 1995)

En 1996, con la consolidación de la educación a distancia en el ITESM al surgir la Universidad Virtual (UV), la oferta de educación continua inició una mayor expansión y diversificación. Programas enfocados a la población docente de México y Latinoamérica, programas para funcionarios públicos y organizaciones no gubernamentales, programas exclusivos para empresas y hasta un canal totalmente dedicado a ofrecer programas de capacitación para las empresas y sus empleados (AVE, hoy UVE), se han ido sumando a la oferta global de educación continua que ofrece la Universidad Virtual. Los programas de educación continua tuvieron un crecimiento en diversidad de medios involucrados en el proceso; además del satélite se incorporó el uso de videoconferencias, los CD's y el Internet con todos sus recursos.

A nivel mundial y a partir de la consolidación del Internet tanto en la vida laboral y personal, esta tecnología se ha posicionado como uno de los medios principales para expandir el impacto de la educación a distancia. La flexibilidad en tiempo y espacio, así como las habilidades que desarrolla en quienes la utilizan, hacen del Internet un medio indispensable en los programas de educación a distancia. Dentro de la Universidad Virtual, en los últimos dos años se ha ido consolidando su uso como medio para los programas de educación continua. Con la creación de un portal que concentraba toda la oferta de educación por Internet del ITESM ([tec.com.mx](http://tec.com.mx)), se empezaron a revisar modelos para aprovechar al máximo esta tecnología y utilizarla para cubrir las nuevas necesidades de la sociedad.

De acuerdo a varios expertos en el mundo, entre ellos Peter Drucker, la educación continua para adultos será la industria de mayor crecimiento en los próximos 30 años, y en cinco años más la gran mayoría de los programas de entrenamiento para ejecutivos será a través de Internet. "Los cálculos de la consultora IDC dicen que en 2003 se invertirán US\$26,000 millones en capacitación on-line, de los cuales US\$1,000 millones corresponderán a América Latina" (Aldunate, 2001). Dentro de la UV la incorporación del Internet en los últimos años ha contribuido al crecimiento de número de alumnos de los programas de educación continua que se ofrecen; considerando que en los primeros cinco años de la educación a distancia la suma total de participantes no era mayor a 3,000, y hoy en día se atiende un promedio de 50,000 participantes por semestre, es notoria la importancia que en nuestra sociedad tiene la capacitación y el gran impacto que puede seguir teniendo la Universidad Virtual si sabe cómo ofrecer contenidos desarrollados por los mejores expertos a través de una estrategia que incorpore efectivamente técnicas de aprendizaje y medio electrónicos.

En el presente trabajo se presentaran algunas recomendaciones para el diseño de ambientes de aprendizaje basados en tecnología de Internet, retomando los criterios que exponen expertos mundiales del tema, y la propia experiencia de la Universidad Virtual. A pesar de que muchas de las recomendaciones son aplicables a todo curso basado en Internet, la descripción de los criterios y los ejemplos de aplicación están dirigidos exclusivamente a cursos de educación continua.

## **2. Metodología**

Para la realización de este trabajo el primer punto fue investigar en las fuentes oficiales de la Universidad Virtual, cuál había sido el desarrollo de los cursos de educación continua y del uso del Internet en la Institución, para confirmar la necesidad de homologar criterios de diseño y presentar una propuesta. Partiendo de dicha necesidad se revisaron diferentes fuentes bibliográficas que presentaban opiniones o experiencias a nivel mundial sobre el uso del Internet como medio para la educación.

Con las conclusiones globales de la revisión bibliográfica, se empezó el trabajo de análisis de la experiencia interna de diseño de cursos en la UV. Se revisaron de forma concreta y extensa 20 proyectos de educación continua, relacionando en cada uno de ellos la forma en que las recomendaciones encontradas en la bibliografía se habían puesto en práctica. Además, se revisaron experiencias de algunos involucrados en el proceso de diseño de dichos cursos. Por últimos, se revisaron 20 sitios con oferta de cursos de educación continua basados en Internet para encontrar criterios de diseño recurrentes en ofertas externas.

A partir de las revisiones y análisis realizados, fue notoria la concordancia en muchos de los criterios para el diseño. De acuerdo a la bibliografía revisada y a lo detectado en los cursos analizados, el diseñar un curso basado en tecnología Internet empieza a tener códigos mundiales que deben ser considerados.

En los siguientes puntos de este trabajo se presentarán algunas de esas “coincidencias” que deben ser tomadas en cuenta para el diseño de los cursos basados en una modalidad en Internet, pero sobre todo, que deben ser investigadas y adecuadas de acuerdo a los resultados que se tengan en su aplicación.

### 3. Resultados y discusión

El uso del Internet en la educación no es resultado de una idea surgida en los últimos años; su surgimiento responde a la unión de tres desarrollos sociales y tecnológicos: la educación a distancia surgida en 1840, el uso de la computadora en la educación a partir de 1960 y el desarrollo de las tecnologías de Internet en 1990 (Horton, 2000).

Quien accede a la educación por Internet descubre muchas de las ventajas que presenta:

- (a) No existe una diferencia tangible en la eficacia de esta modalidad con respecto a una modalidad tradicional de acuerdo a estudios de varios investigadores (Russell, 1999)
- (b) Ofrece una real flexibilidad en tiempo y espacio
- (c) Permite al alumno proponer su propio ritmo de aprendizaje
- (d) Su costo es menor que una modalidad presencial. Considerando que uno de los mayores egresos de las organizaciones por capacitación de su personal es por los traslados y viajes involucrados (aproximadamente el 40%), es posible una disminución de costos si se ofrece la alternativa de estudio en el mismo lugar de trabajo (Becker, 1999).
- (e) Desarrolla en los alumnos habilidades como el uso de medios electrónicos, la búsqueda de información, el autoaprendizaje, el aprendizaje colaborativo, la redacción y la lectura, entre otras

Pero también existen desventajas que frenan la convicción por esta modalidad:

- (a) Los problemas tecnológicos (capacidad del equipo, velocidad de conexión, acceso a la Internet...) representan una de las mayores quejas de los usuarios de esta modalidad y una de las desventajas principales a superar (Horton, 2000). Especialmente la educación continua enfrenta este problema frente a la imposibilidad de un control sobre los recursos de los estudiantes, que en muchos casos tienen que utilizar lo que la organización tiene disponible, o bien, lo que en su lugar de origen pueden tener en cuestión de equipo y accesos.
- (b) La falta de un contacto cara a cara da la sensación de que la educación por Internet puede ser impersonal y limitada (Kubala, 1998)
- (c) El temor del alumno a enfrentar fallas en el proceso que hagan incompleto y/o inefectivo su aprendizaje
- (d) Los problemas propios del proceso de aprendizaje utilizando el Internet.

Sin embargo, para cada desventaja existen acciones para evitarla o por lo menos, para tener un mejor control de ella. En el **anexo 1**, William Horton (2000) menciona algunas acciones propuestas para enfrentar las desventajas presentadas por el uso del Internet.

Considerando las recomendaciones anteriores, al diseñar un curso en Internet se debe seguir un proceso cíclico que permita ir del análisis, al diseño, de ahí a la realización hasta llegar a la prueba, para volver a empezar tantas veces sea necesario para la mejora continua. Este proceso de diseño permite asegurar que en la impartición el curso cumpla con las características necesarias para cubrir las necesidades del usuario, cubrir los intenciones y objetivos del curso así como adecuarse a las necesidades de la tecnología (Figura 2) (Horton, 2000).

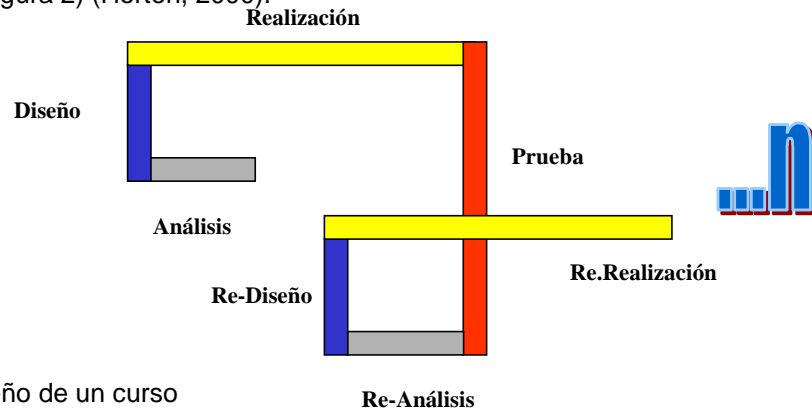


Figura 2. Proceso cíclico de diseño de un curso de William Horton

**Análisis:** Cuando se diseña un curso es importante conocer todos aquellos factores que pueden impactar en decisiones didácticas o tecnológicas. Además de aquellos propios de cualquier modalidad (cuáles son los objetivos de aprendizaje, currículo a seguir, perfil general del alumno y área temática, entre otras), deben analizarse y tomarse como base en el diseño del curso los siguientes aspectos:

- (a) Actitud y motivación del alumno para su aprendizaje. Definitivamente en cursos de educación continua muchos alumnos acceden la modalidad por Internet no por voluntad propia, si no por necesidades de la empresa o por ser la única opción a su alcance para el desarrollo de una habilidad o competencia; frente a esto, su actitud y motivación para estudiar en una modalidad a distancia, con las limitantes y desventajas que presenta, no necesariamente son las ideales. Algunos expertos señalan que para que un programa a distancia sea exitoso las características indispensables en el alumno, además de su acceso a la tecnología, son precisamente su motivación, su actitud y su autodisciplina para participar regularmente (7). En el diseño, esto debe ser considerado y buscar estrategias que puedan dar paulatinamente al alumno la convicción de que su proceso de aprendizaje puede ser exitoso (p.e. mayor seguimiento del tutor, actividades prácticas y variadas, recursos audiovisuales atractivos pero efectivos para el aprendizaje, selección de recursos que disminuyan la posibilidad de problemas técnicos...)
- (b) Intenciones de la Institución. Todos los programas que ofrece la Universidad Virtual respetan la misión del ITESM y su modelo educativo. El análisis previo al diseño debe considerar cómo se integrarán a las estrategias del curso las intenciones que persigue la Institución y que de forma general quedan plasmadas en su misión y modelo.
- (c) Intenciones del alumno, organización o empresa. Además de respetar las intenciones de la UV y del ITESM, se deben conocer y analizar cuáles son las intenciones de quien accede a un curso por Internet. Ya sea un alumno que se inscribe por sus necesidades personales o una empresa /organización que busca sus propias intenciones en los cursos para sus empleados o afiliados, tienen un impacto en el diseño del curso(p.e. la intención de usar el Internet en la capacitación para desarrollar más la habilidad de su uso).
- (d) Acceso a la tecnología. El mercado meta de la UV es la población de hispano parlantes del mundo, siendo América Latina el punto medular de dicho mercado. En nuestro continente existen aún limitantes en el acceso a los recursos de Internet debido a la poca



infraestructura en las ciudades y en las mismas organizaciones. En el diseño de un curso, este aspecto debe ser considerado al momento de incorporar actividades, proponer calendarios de trabajo e integrar recursos audiovisuales y tecnológicos. De forma general la UV respeta estándares internacionales (IEEE, AICC, SCORM...) que marcan la pauta sobre la construcción de los cursos en la Internet, señalando consideraciones como el peso máximo de una página (alrededor de 40k), forma y tiempos de uso de video en las páginas (fragmentos de no más de 10 minutos aproximados), entre otros. Pero también es necesario revisar las condiciones de acceso del usuario final al que se dirigirá el curso porque éstas pueden ser muy variadas y pueden diferir de las marcadas en los estándares internacionales (sobre todo en cursos que se accederán en la Intranet de una empresa, o bien, que se dirigirán a una zona rural o marginada).

**Diseño:** En el proceso de diseño, el resultado del análisis da un punto de partida para la planeación de las estrategias del curso. Antes que pensar en las limitantes del Internet, se debe visualizar lo positivo que este medio puede aportar a un curso al contar con una estrategia más planeada, la incorporación de recursos audiovisuales y la posibilidad de la interacción (Guidelines for good practice, 2000). El diseño incorpora, además de la estrategia, los contenidos, las actividades, información guía para el alumno, recursos audiovisuales y tecnológicos, la evaluación y el diseño de las actividades que permiten la participación del tutor.

- (a). Contenidos. La parte medular de un curso es definitivamente su contenido; en él se deben cuidar aspectos como la actualidad, la veracidad y la forma. Al ser el Internet un medio que delega mucho de los contenidos en forma escrita, es básico respetar la ortografía y redacción de los mismos, procurando adecuarlos a la plataforma que se utilice (BlackBoard, WebCT, Web tec...), al nivel del alumno y a los mismos objetivos del curso. Lo más crítico en el diseño de los contenidos es la forma de presentarlos; en un curso tradicional una gran parte de los contenidos los presenta el profesor de forma verbal, apoyándose en recursos como su pizarrón, la proyección de filminas y el uso de videos, entre otros. En el Internet, esos contenidos que tiene el profesor para presentar pueden clasificarse en “contenidos para contextualizar” y “contenidos de apoyo o para profundizar”. Aquí es importante que se utilicen las páginas de Internet de forma que el alumno no se pierda en un mar de información. Entre otras cosas se recomienda el uso de títulos, textos resaltados y marcas para la presentación de dichos contenidos (Ko & Rossen, 2001); pero además, es posible presentar en un primer plano de la página aquellos contenidos para contextualizar, y dejar en un segundo nivel contenidos para profundizar que pueden ser accedidos a través de hipertextos, gráficos o secciones de apoyo. Considerando que un alumno de educación continua no necesariamente ha desarrollado la capacidad de síntesis y análisis, los contenidos deben ser lo más concretos y organizados que sea posible. (Figura 3)

Los contenidos en Internet son más susceptibles a ser expuestos y por ello se deben cuidar y respetar los derechos de autor tramitando licencias para aquellos contenidos de terceros (Ko & Rossen, 2001). Además del trámite administrativo para lograrlo es necesario que en el diseño del curso siempre se incluyan leyendas que den crédito al autor original del contenido.

- (b). Actividades. El aprendizaje del alumno no sólo recae en los contenidos, si no también, en las actividades que forman parte de la estrategia general del diseño. En el ITESM, y de acuerdo a su modelo educativo, se promueven actividades para el aprendizaje autónomo y colaborativo; y es precisamente la colaboración e interacción que pueda tener el alumno en un medio como el Internet uno de los atributos que más distinguen los usuarios de este medio (Quality on the line, 2000). Independientemente de la modalidad, para el diseño de las actividades de un curso es importante considerar los diferentes estilos de aprendizaje que puede tener un alumno; en cursos basados en Internet, existe una gran variedad de recursos que apoyan las actividades para cada estilo de aprendizaje. Algunos ejemplos sobre este punto se presentan en el **anexo 2**.

En el diseño de las actividades y considerando que el alumno no tiene la presencia directa del profesor, es muy importante cuidar la redacción de las instrucciones para que sean claras y concisas para el alumno, proporcionándole información sobre los alcances de la

actividad, sus objetivos (qué beneficios proporcionan al aprendizaje del alumno), los medios para su realización y envío, así como los criterios de evaluación. Además de lo anterior, se deben incorporar actividades que tengan un significado tangible para el alumno y/o la organización.

(c). Información guía para el alumno. El diseño debe considerar una sección donde se integren aquellos recursos para clarificar al alumno cómo será su proceso de aprendizaje. Tomando en cuenta que el alumno que entra a un curso por Internet no necesariamente ha vivido la experiencia de un curso a través de este medio, es necesario guiarlo desde su primer acceso; en esta sección se pueden incorporar elementos como el calendario de actividades, la metodología a seguir, la lista de recursos a utilizar, el directorio de servicios así como los objetivos, intenciones y políticas del curso (Ko & Rossen, 2001). La nomenclatura de esta sección muchas veces esta dada por la plataforma a utilizar, sin embargo es necesario presentarla de forma que sea lo primero que acceda el alumno y que desde su nombre tenga un significado para él(Figura 3).

(d). Recursos gráficos, audiovisuales y tecnológicos. Un curso por Internet no puede visualizarse sin la incorporación de recursos gráficos, audiovisuales y tecnológicos que apoyen la estrategia diseñada. Estos recursos deben planearse desde el diseño considerando los objetivos de aprendizaje, las características del contenido y los resultados del análisis previo donde se conocen el perfil del usuario, su acceso a la tecnología y las intenciones educativas. En la educación continua el uso de estos recursos es muy valioso frente a usuarios que normalmente no tienen contacto con educación formal y que por lo tanto pueden no tener muy desarrollada la habilidad para aprender a través de la síntesis y análisis de la información; en estos casos deben diseñarse los contenidos con el apoyo de elementos que faciliten al alumno su retención y comprensión (Figura 3). El impacto positivo de estos recursos no debe obligar a su uso excesivo y sin una fundamentación instruccional, no sólo porque implican un gran esfuerzo para el equipo que los realiza, si no también, porque pueden entorpecer el proceso de aprendizaje del participante o crearle problemas de acceso al curso, ya que en muchos de los casos (multimedios, desarrollos tecnológicos) incrementan el peso de la página; salvo en los casos que se requieren para darle orden y claridad a la presentación de los contenidos, su uso no debe ser visto sólo por estética. Los recursos gráficos pueden ser dibujos, fotografías, ilustraciones, íconos, animaciones, tablas, diagramas y “bullets”. Recursos tecnológicos (guías, librerías electrónicas, sistemas de evaluación, sistemas para simulaciones, grupos de discusión...) pueden ser propios de la plataforma tecnológica o bien, desarrollados exclusivamente para las necesidades del curso; sobre todo en cursos hechos para la Intranet de la empresa, se desarrollan sistemas que puedan ser transferidos y adaptados a su infraestructura. Los recursos audiovisuales(multimedios, videos, animaciones, simulaciones) permiten que en un curso por Internet sea más fácil explicar contenidos o procesos complejos, ya que al mezclar gráficos, audios y videos se puede substituir, en parte, la presencia física del profesor; sin embargo, estos recursos pueden ser los que más problemas de acceso causen a un curso, por lo que deben respetarse algunos de los estándares que existen para regular su uso.

En el **anexo 3** se presentan algunas recomendaciones para el diseño de cursos utilizando recursos audiovisuales.

(e). Evaluación. Los cursos por Internet, al igual que cursos de otras modalidades, deben utilizar sistemas de evaluación que permitan medir el avance en el aprendizaje del alumno, así como retroalimentarlo para que dirija mejor sus esfuerzos. Además de recursos tradicionales como los exámenes de comprobación de contenidos o habilidades, proyectos de campo y coevaluaciones, entre otros, es importante ver en las características del Internet la posibilidad de explorar otras formas de evaluación. A través del análisis de los grupos de discusión y los demás medios de interacción es factible conocer más del alumno, de su forma de interactuar con los demás, de su forma de expresarse, de sus habilidades de redacción y síntesis, de su iniciativa y de las acciones que toma para dirigir su aprendizaje (Harashim, Teles & Hiltz, 1995). El Internet representa un gran espacio de aprendizaje donde

es factible ir aprovechando las diferentes formas de conocer el avance del alumno y su aprovechamiento del curso.

- (f). Participación del tutor. En el modelo de cursos por Internet de la UV el tutor es un elemento básico, ya que permite garantizar que en la impartición el proceso de aprendizaje del alumno siga su cauce normal. Un tutor o moderador puede apoyar al participante a ver el valor real de su aprendizaje, requiriendo para ello características como el conocimiento del proceso de aprendizaje por Internet, habilidades técnicas, habilidades de comunicación usando los recursos del Internet, experiencia en el contenido del curso y capacidad para guiar y facilitar el aprendizaje del alumno (Salmon, 2000). Al momento de diseñar un curso es importante considerar cómo será la participación del tutor. En cursos de educación continua, sobre todo en los diseñados a la medida de las necesidades de una organización o empresa, no siempre se solicita la incorporación de un tutor, lo que implica en el diseño generar actividades y evaluaciones para que el alumno pueda autodirigir, autoevaluar y autorregular su proceso de aprendizaje sin necesidad de una guía personal; además se deberán incorporar sistemas de retroalimentación directa que puedan indicar al alumno cómo va su avance. Por lo anterior y por otras necesidades especiales que pueden surgir ante la gran variedad de programas y usuarios de educación continua es necesario el análisis previo para conocer si se requerirá un tutor para el curso, qué tan sugerida puede ser la participación del tutor desde el diseño de las actividades, quién será el responsable de seleccionar al tutor y cuál será su nivel de conocimientos sobre el proceso de tutorío y la modalidad de educación por Internet.



Figura 3. Ejemplo del diseño de la página de un curso de educación continua en Internet

**Realización:** Una vez concluida la etapa de diseño es necesario realizar e integrar todos los elementos planeados para el curso en el espacio de Internet asignado. En la Universidad Virtual se utilizan plataformas tecnológicas como BlackBoard y Webtec para integrar los contenidos y actividades del curso. Sin embargo, en cursos exclusivos para empresas, así como en cursos para comunidades rurales, se realizan los cursos en páginas de web o en plataformas de la misma empresa. Finalmente el medio no impacta mucho, sólo en la forma de presentación de contenidos y accesos. Lo más importante en la realización es asegurar la congruencia de todos los elementos planeados con los objetivos del curso, y que a pesar de la plataforma, tengan una organización lógica y clara para la navegación de los alumnos. Es necesario cuidar que los contenidos se integren de forma correcta (en el espacio adecuado

y con el orden planeado) y que las herramientas tecnológicas y recursos audiovisuales y gráficos se revisen en su funcionalidad y se localicen en el espacio asignado para ellos.

**Prueba:** Una ventaja del Internet es que al tener integrados todos los contenidos, actividades y recursos del curso previo a su impartición, facilita la verificación de su funcionalidad operativa y congruencia instruccional.

- (a) Funcionalidad operativa: Antes de liberar un curso es necesario revisar que cada uno de los recursos que se integraron funcionen de manera adecuada. El acceso a una liga, a un archivo, a un video o a un multimedia es fácil de revisar para garantizar que no den problemas al alumno. Además, con el conocimiento de las condiciones de acceso de los alumnos es factible realizar pruebas en condiciones similares (con el tipo de navegador a utilizar, con un tipo de conexión y equipo similar al del alumno).
- (b) Funcionalidad instruccional: Independientemente de que muchas de las quejas de los alumnos sobre un curso se limitan a su funcionalidad operativa, la efectividad del proceso enseñanza-aprendizaje depende de la validez y organización del contenido así como del diseño de sus actividades e instrucciones. Por ello es muy importante realizar revisiones y pruebas del contenido e instrucciones del curso para garantizar que realmente cubran los objetivos del curso, las necesidades en redacción y organización de acuerdo al perfil del alumno y las intenciones educativas. En estas pruebas de funcionalidad instruccional es recomendable que sean personas con el perfil del alumno final quienes puedan dar la retroalimentación, o bien, expertos en el área temática del curso que pueden dar su valoración del mismo.

#### 4. Conclusiones

El uso del Internet para la educación será recurrente en los próximos años. Especialmente en los cursos de educación continua podrá expandirse su uso y su impacto. Sin embargo, el cuidado en los elementos del proceso de diseño será la clave para garantizar resultados positivos.

Este trabajo presentó una serie de criterios que pueden ser considerados en el diseño de un curso basado en Internet y dirigido a la educación continua.

Lo más importante es que los involucrados en el diseño de un ambiente de aprendizaje sean conscientes de que la estrategia didáctica es lo primordial en su diseño, y no el medio tecnológico; además, si el Internet es un recurso que ofrece tanto desventajas como ventajas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, sólo una estrategia que integre de forma adecuada los contenidos y las actividades con el medio garantizan el éxito de un curso.

Realizando un análisis previo sobre las características del usuario, su acceso a la tecnología, sus objetivos y su motivación personal, así como las intenciones educativas, es factible definir una estrategia para el diseño donde se cuiden:

- la selección y organización correctas del contenido;
- la selección y desarrollo de las actividades de aprendizaje más apropiadas para el tipo de alumno, de curso y de tecnología;
- la incorporación efectiva de recursos gráficos, tecnológicos y multimedios que tengan congruencia instruccional;
- la definición de estrategias de evaluación que aprovechan las ventajas del Internet;
- y el diseño de actividades donde se aclare la participación del tutor dentro del proceso de aprendizaje del alumno.

Además, como el uso del Internet conlleva la posibilidad de tropiezos propios de la tecnología, así como de una modalidad que no es todavía dominada por profesores y alumnos, es necesario realizar pruebas de operación y de instrucción antes de ofrecer un curso por Internet a los alumnos.

Finalmente, los criterios de diseño de un curso basado en Internet, no distan mucho de las recomendaciones generales al diseñar un ambiente de aprendizaje basado en tecnología, o bien, en una modalidad presencial. Detrás de todas las modalidades debe existir el compromiso de conocer al alumno y adecuar para él contenidos, actividades y medios, buscando siempre el logro de los objetivos de aprendizaje. El fin es EDUCAR, y si el medio al alcance lo sabemos utilizar de forma adecuada, este fin no tiene por qué desviarse.

## 5. Referencias

- (1) Aldunate, Felipe (2001). América Economía. pp 45
- (2) Becker, David(1999). Training on demand. Teach Week.
- (3) Guidelines for good practice (2000). American Federation of Teachers.
- (4) Horton, William(2000). Designing Web –Based Training. Wiley & Sons, Inc. USA.
- (5) Harasim, Linda; Hiltz., Starr; Teles, Lucio; Turoff Murria (1995). Learning Networks. The MIT Press. MIT.
- (6) Ko, Susan; Rossen, Steve (2001). Teaching Online; a Practical Guide. Houghton Mifflin Company. USA.
- (7) Kubala, Tom (1998). Addressing Student Needs: Teaching on the Internet. T. H.E. Journal.
- (8) Palacios, Elsa Beatriz(1995). Documentación de un modelo de educación a distancia. Tesis de Maestría. ITESM, Campus Eugenio Garza Sada.
- (9) Quality on the line.( 2001) The Institute for Higher Educación Policy. National Education Association.
- (10) Russell, Thomas(1999). “The no significant difference phenomenon”. Sitio web: [teleeducation.nb.ca](http://teleeducation.nb.ca).
- (11) Salmon, Gilly (2000). E-Moderating: The key teaching and learning on line. Kogan Page. UK.

## Anexo 1

Problema	Soluciones
La comunicación es compleja cuando no existe contacto cara a cara (lenguaje corporal, gestos, tono de voz)	1. Guiar a los alumnos a expresar de forma clara lo que quieren decir cuestionándolos y enseñándolos a cuestionar lo que no entienden 2. Usar "smiles" y cápsulas pequeñas de video cuando es importante clarificar algo complejo a través de símbolos visuales o auditivos
El alumno se desespera al no poder tener ayuda en el momento de su necesidad	1. Proporcionar al alumno información exacta de medios y horarios para obtener atención 2. Orientar a los alumnos sobre la necesidad de apoyarse a través de la colaboración en la solución de dudas o problemas 3. Proporcionar al alumnos soluciones anticipadas a sus dudas a través de "FAQs", instrucciones claras, guías de estudio y trabajo...
El alumno esta acostumbrado a poder hacer preguntas durante sus clases y se atemoriza en un medio donde "no puede hacerlo"	1. A través de chas o grupos de discusión organizados y planteados con un objetivo claro, dar oportunidad a que todos los alumnos puedan preguntar y/o opinar 2. Si un alumno lo solicita, ofrecerle una asesoría directa a través de teléfono, correo electrónico o chat
El alumno esta acostumbrado a aprender a través de la interacción directa con sus compañeros de clase	1. Promover el uso de los grupos de discusión, chats y correo no sólo para las asignaturas del curso, si no también para la interacción complementaria de los alumnos 2. Promover el uso de sesiones de chat organizadas y moderadas por equipos 3. Promover trabajos en equipo
El aprendizaje autónomo puede parecer frio y estéril para ciertos alumnos. Muchos requieren la interacción, la competencia y la presión social de una clase	1. Proveer al alumno acceso a su tutor en todo momento a través del mail 2. Usar sesiones de chat y grupos de discusión 3. Tener un calendario con fechas límite que debe respetar el alumno y mantenerlo alerta de dicho calendario 4. Promover actividades en equipo
Para algunos alumnos es difícil su aprendizaje fuera de una institución por las interrupciones que puede tener en ambientes no académicos (hogar, oficina, etc)	1. Ofrecer lecciones y tópicos cortos que puedan ser cubiertos en plazos pequeños de tiempo 2. Proponer materiales que pueden ser impresos y revisados en la computadora
Las características del Internet (colores, formas, etc) pueden distraer al alumno durante su proceso de aprendizaje	1. Hacer que los cursos se desplieguen en la hoja sin dejar espacios abiertos 2. Las ligas externas que se incluyen en el curso deben estar al finalizar un tema o en una sección especial que no distraiga al alumno al revisar su curso 3. Reforzar el cumplimiento de fechas límite de entregas
La Información en una página puede ser tan extensa que confunda y pierda al alumno en su aprendizaje	1. Organizar la información de una forma lógica 2. Usar mapas de navegación y mapas conceptuales para el alumno 3. Limitar el uso de ligas externas que saquen al alumno de su página
La tecnología puede ser inconsistente y presentar fallas que molesten y confundan al alumno	1. Proporcionar al alumno guías para conocer las fallas comunes que pueda tener en su acceso a la tecnología así como a dónde acudir para resolver sus problemas. 2. Incluir actividades y tecnologías que no hagan muy pesado el curso y provoquen fallas

## Anexo 2

El alumno aprende...	Recomendaciones para uso de recursos de Internet en actividades enfocadas al estilo de aprendizaje
<u>Escuchando</u>	Incluir en el curso pequeñas cápsulas de video y/o audio o "smiles" que presenten al alumno debates, conferencias, historias, testimoniales, explicación de temas complejos, opinión de expertos, entrevistas, temas musicales, pronunciaciones, etc., que lo hagan reflexionar, tener opiniones de otros, aprender más de un tema y entender un contenido, entre otras. Para que la cantidad de recursos audiovisuales no sea excesiva, en estas actividades se pueden dar instrucciones e información adicional por escrito para que el alumno sepa el objetivo de los contenidos y la relación que tienen con otras actividades y contenidos
<u>Leyendo</u>	Además de la información de las páginas donde se puede presentar la explicación y fundamentación de un tema, también se pueden incluir lecturas, artículos, reportes y otros recursos que apoyen un contenido principal. El alumno puede aprender también a través de la búsqueda de información en la biblioteca digital o en otros sitios y librerías de Internet. Dependiendo del nivel del público meta, la información puede ser mas extensa o más sintética, ya que no todos los usuarios tienen la misma capacidad de síntesis y análisis y una lectura extensa puede confundirlos y no darles la información necesaria
<u>Examinando ejemplos</u>	El uso de recursos audiovisuales (animaciones, videos, smiles) pueden proporcionar al alumno representaciones cercanas a la realidad de procesos, espacios, formas, situaciones, etc. Para alumnos que aprenden a través de la revisión de ejemplos, las actividades diseñadas pueden tener alguno de los recursos mencionados para dar la oportunidad de que el alumno analice, critique, intercambie ideas u opiniones y aprenda de ejemplos presentados de forma tangible para él.
<u>Observando</u>	En cursos tradicionales el alumno aprende muchas veces de lo que ve en clase (la forma de hablar o dirigirse del profesor, de los compañeros, etc). En cursos por Internet se pueden "relatar" situaciones que traten de crear en el alumno representaciones mentales. además también se pueden usar pequeñas cápsulas de video, smiles y animaciones que reflejen aquello que presente al alumno detalles que debe "observar" para su aprendizaje (Considerar recomendaciones de "escuchando")
<u>Discutiendo</u>	Recursos como los grupos de discusión, el chat y el correo electrónico pueden utilizarse de forma organizada proponiendo discusiones que lleven a la solución de un problema o de un caso, así como para intercambiar ideas y opiniones
<u>Practicando</u>	En Internet el alumno puede tener varias opciones para practicar alguna de las habilidades o conocimientos adquiridos. Por ejemplo el uso de simulaciones, ejercicios interactivos y la realización de crucigramas y evaluaciones, entre otros, pueden ser recursos que apoyen actividades que promuevan la práctica en el alumno
<u>De otros</u>	El alumno que desea aprender en un medio como el Internet, requiere motivación y habilidad para autoaprender, pero si a eso se le agregan actividades donde se promueva el trabajo colaborativo con compañeros y/o con tutores y expertos del curso, se amplia la posibilidad que un alumno que aprende de otros, encuentre una forma de hacerlo. En cursos por Internet, una buena guía por parte del tutor refuerza el proceso de aprendizaje y enriquece al alumno a través de la interacción en medios como el correo electrónico; además la elaboración de trabajos en equipo y la participación en grupos de discusión son formas de acercarlo a otros para su aprendizaje

### Anexo 3

Tipo de recurso audiovisual	Recomendaciones para su uso en el diseño de cursos por Internet
<p style="text-align: center;"><b>Multimedios</b> (recursos que pueden integrar diferentes medios como imágenes, audios y videos, además de movimientos)</p>	<p>1. Para ilustrar el mecanismo de como las cosas funcionan. Aunque en ocasiones un gráfico puede ser suficiente, en ocasiones la mezcla de imágenes con movimiento y/o audio ayuda a clarificar más el proceso. Por ejemplo, Para mostrar cómo se realiza un escrito en lenguaje chino podría presentarse un multimedia que vaya formando la palabra con la explicación en audio..esto mismo para explicar una fórmula. 2. Para clarificar o enfatizar conceptos abstractos. Cuando algo complejo no puede explicarse con palabras, o por lo menos es más difícil lograrlo, o cuando es necesario reforzar la importancia de un elemento dentro de un contenido, el uso de multimedios es recomendable 3. Para detallar o ilustrar un material desconocido. En estos casos, la mezcla de imágenes en movimiento y/o audios pueden hacer más claro al alumno una descripción de un elemento que no conoce...4. Para realizar una actividad. Una actividad requerida para la práctica de un alumno, puede apoyarse en un multimedia. Por ejemplo, la realización de un ejemplo de página de periódico podría ser facilitada al alumno con el uso de multimedios</p>
<p style="text-align: center;"><b>Video</b> (Este recurso debe usar con ciertas reservas considerando que el Internet no es precisamente un medio para ver videos y que la infraestructura de los usuarios no necesariamente es la adecuada para el peso de este recurso)</p>	<p>1. En los mismos casos que se utilizan multimedios, aunque los primero sean más recomendables 2. Para presentar opiniones, observaciones y/o aseveraciones de un experto o personalidad cuya presencia física le puede dar más fuerza al contenido que la que se lograría poniendo sólo el texto 3. Para presentar situaciones donde es importante revisar elementos como la gesticulación, los movimientos, los tonos 4. Para ofrecer imágenes con movimiento que no puedan lograrse en un multimedia, por ejemplo, aquellas que tienen que ver con un proceso natural 5. Cuando es necesario mostrar un material valioso para el proceso que sólo se encuentra en video, por ejemplo, una película o documental</p>
<p style="text-align: center;"><b>Smiles</b> (considerado un multimedia, este recurso se usa mucho para substituir en parte el uso de videos, ya que permite el uso de éstos con programación especial para agregar textos, audios y gráficos)</p>	<p>1. En los mismos casos que se utilizan videos, pero con la ventaja que este recurso pesa menos, puede incorporar otras opciones más visibles para el usuario de Internet, como son los gráficos y textos. Por ejemplo, se puede presentar un video o un audio de un profesor explicando algo complejo, acompañado de filmas y textos que amplían su explicación</p>



## **INSTRUCTOR INTERACTIONS IN DISTANCE EDUCATION**

**ENVIRONMENTS.** Dr. Fernando Jorge Mortera Gutiérrez, Departamento de Comunicación y Tecnología de la Imagen, Campus Ciudad de México, ITESM.

The paper that I will present at the “XXXIII Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM” discusses the results of a research case study that identified and documented instructional design interactions used by selected instructors teaching at a distance. The extant literature on distance education indicates that research regarding interaction shows that different types of instructional design methods and delivery technologies allow differing degrees of interaction. While many studies on distance education have focused on the role of distance learners (e.g., learner-centered instruction, learner's perceptions), there has been comparatively little focus on instructional design strategies and interactions used by distance learning instructors. Instructors in distance education share different sets of interactions from distance learners. In particular, the literature on distance education lacks research on the implications of and relationships between distance education instructional design models and instructor interactions--practices and skills--at a distance. Researchers criticize the literature in distance education because of lack of research rigor (McIsaac & Gunawardena, 1996) and call for more qualitative research (Windschitl, 1998). Except for anecdotal reports and a growing body of literature on faculty development procedures within distance education (Willis, 1994), little information is available about the effects of improvement efforts, or on the actual skill acquisition of distance education faculty (Thach & Murphy, 1995). Recent research, however, substantiates the paucity of instructor training with interactive videoconference (Taylor, 1999). This paper extends the findings of a case study that investigated these issues from a Naturalistic Perspective (a qualitative approach) (Mortera, 1999). The present paper will describe the results of instructor interactions and instructional design strategies used in three distance education courses at Texas A&M University (TAMU), during the fall semester of 1998.

Los grupos virtuales como espacios de aprendizaje.  
GLORI (Global Logistics Research Initiative) como un ejemplo de aplicación.

Fabiola Erazo <sup>1</sup> y Ricardo Thierry <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey  
Centro Interdisciplinario de Tecnologías para la Industria  
División de Ingeniería y Arquitectura  
Campus Ciudad de México

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Ciudad de México  
División de Ingeniería y Arquitectura  
Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas

# RETOS DE LA EDUCACIÓN. HACIA UNA CULTURA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

Alejandra Elizabeth. Urbiola Solís

El trabajo aborda el tema de la educación y los retos a los que se enfrentan las organizaciones de ese campo en un contexto de cambio económico y globalización. Ante las presiones del entorno institucional nacional y extranjero, las organizaciones adoptan nuevos modelos educativos, llevan a cabo transformaciones en su estructura con el objeto de permanecer en el mercado y recibir legitimidad social. Se combinan los cambios tecnológicos de punta y los nuevos retos de la educación. El proceso de enseñanza-aprendizaje está sujeto a constante crítica y se espera que provoque cambios que sugieren formas distintas de aprehensión del conocimiento. La ponencia aborda específicamente los cambios en la plataforma tecnológica al introducir e-Learning y Blackboard (BB), sistema que el ITESM ha comenzado a utilizar en sus diferentes campus con el objeto de introducir no sólo innovación sino una nueva cultura educativa que responda a las necesidades del país en un proceso socio histórico de apertura económica de mercados con requerimientos de mayor competitividad y transformaciones culturales regionales y locales.

Palabras clave: educación., organizaciones, isomorfismo, mitos racionales

## 1. Introducción

Toda organización está inmersa en un proceso de cambio constante ya que sincrónicamente ninguna organización permanece aislada de su entorno económico, social y cultural y diacrónicamente forma parte de un proceso histórico social que la suscribe.

Existen por un lado presiones del entorno institucional y por el otro presiones propias del sistema económico que se combinan con las necesidades de la organización misma y que determinan su desempeño.

Las estrategias adoptadas para enfrentar las presiones del entorno conducen a un proceso de homogeneización o isomorfismo institucional. De acuerdo a Powell y DiMaggio (1999), los mecanismos de cambio institucional isomorfo son tres, el coercitivo, el mimético y el normativo. El primero está relacionado con las presiones tanto formales como informales que reciben las organizaciones de otras de las que dependen. El isomorfismo mimético está relacionado con la incertidumbre y la tendencia a la imitación; y el normativo es aquél que ocurre en una organización como producto de la normatividad en las profesiones.

En todos ellos, la búsqueda de consenso y legitimación social permean la búsqueda de eficiencia económica; aunque sigue estando presente la necesidad de conductas racionales en términos económicos, se acepta la no racionalidad de las estructuras organizacionales y la necesidad cada vez más urgente de observar a la organización en su entorno social y cultural. (Meyer y Rowan 1977, Scott 1999, Selznick 1996, Tolbert y Zucker 1996).

Las organizaciones dentro del campo de la educación no son ajenas a las presiones del entorno institucional, esta percepción produce ajustes en sus estructuras organizacionales y en sus estrategias educativas. El proceso de globalización económica acarrea también cambios en aspectos de organización social y cultura. Es imprescindible preparar profesionistas que sean capaces de adaptarse a los cambios tecnológicos y culturales que el entorno global determina.

El proceso tradicional de enseñanza aprendizaje comienza a ser cuestionado en tanto que no permite al estudiante participar activamente en la construcción de su propio conocimiento porque se le asigna un papel receptor o pasivo frente a un profesor que funciona como la única fuente de saber. Se propone utilizar la tecnología no sólo como fuente de

información y acceso a la comunicación, sino también y fundamentalmente como un medio para propiciar un nuevo proceso de enseñanza aprendizaje donde es el grupo y no el profesor o el estudiante aislado el que trabaja para desarrollar un proceso de conocimiento permanente.

Las nuevas tecnologías aplicadas a la comunicación, información y educación nos permiten utilizar la Red y la PC como medios para diseñar nuevas estrategias educativas. Los programas de educación virtual permiten enlaces a redes de información y transferencia tecnológica que puede ser aplicada en procesos de enseñanza, formación e investigación.

Los cambios en el uso de la tecnología aplicada a la educación son también asociados a las presiones coercitivas, miméticas y normativas y significan que puede existir un consenso organizacional sobre el papel que ésta tiene en el proceso de enseñanza aprendizaje basado más en la necesidad de legitimidad social que en la eficiencia económica. Esto se traduce directamente en aprobación de procesos de uso de tecnologías distintas sin ser necesario un análisis paralelo de su efectividad. (Powell y DiMaggio 1999, Meyer y Rowan 1977).

Meyer y Rowan (1977) sostienen que toda organización puede eventualmente incorporar en su estructura el uso de "mitos racionales" o referentes simbólicos que han recibido consenso por su efectividad en el entorno organizacional pero no dentro de la organización misma. El uso de ellos puede permitir a la organización permanecer exitosamente en el mercado haciendo énfasis que su permanencia no se adjudica a cuestiones de racionalidad económica (Simon 1982) sino a factores culturales.

## 2.- Metodología

Este trabajo aborda el tema de la validación de mitos racionales en las organizaciones. Su objetivo inicial fue el de analizar el papel de la comunicación en el proceso de institucionalización de un mito racional en una organización educativa. Lo que se presenta ahora es el resultado de una investigación bibliográfica para apoyo teórico y cualitativa, de observación participante y entrevistas sobre el desarrollo de la plataforma blackboard en el ITESM. Para comprender la institucionalización de un mito racional en una organización educativa se procedió en primer lugar a un análisis de las teorías que abordan la construcción de la realidad social, la cultura, la comunicación y el institucionalismo en el análisis organizacional. Este trabajo sólo presenta resultados preliminares ya que no pudo ser concluido en su fase cualitativa debido a que existen disposiciones internas dentro del Instituto que prohíben que sea sujeto a investigación por parte de cualquier empleado.

## 3.- Globalización, Educación y Organizaciones

El proceso de globalización está relacionado con una economía que funciona a nivel mundial, que relega a las economías nacionales y a los Estados nacionales y que busca la movilización y traslado de los factores de producción hacia las economías locales donde se asegure una mayor ganancia (Beck 1998); la globalización tiene como particularidad que a la dimensión económica se agregan también la social, la cultural y la política. Los Estados Nación comienzan a tener menos importancia que las grandes corporaciones y surgen nuevos actores que reclaman la desregulación de los mercados, la apertura y la competitividad.

La cultura comienza a tener importancia ya no sólo desde el punto de vista antropológico o etnográfico sino también organizacional, se maneja desde perspectivas distintas pero la instrumental comienza a ser objeto de estudio en tanto que las grandes corporaciones necesitan entender la cultura del entorno donde actúan y al mismo tiempo generar una cultura corporativa propia, particular, que determine una actitud positiva de los trabajadores. (Barba y Solís 1997, Dávila 1999, Denison 1991). Políticamente existe también una tendencia hacia la transparencia en los procesos electorales y políticas públicas internas, temas como el de los derechos humanos, la búsqueda de la democracia, la lucha antiterrorista o la injerencia internacional en los procesos de paz en países con conflictos bélicos sugieren que el proceso de globalización tiene múltiples dimensiones y que por un lado los aspectos económicos aunque relevantes no son los únicos que requieren atención. La globalización implica que cualquier país del mundo puede ser observado, que ya no puede permanecer aislado de los demás, inclusive si su economía no es de mercado en su totalidad debido a los ajustes en las

economías nacionales y al desarrollo tecnológico en general pero en particular el aplicado a la comunicación (Beck 1998, Chomsky y Dieterich 1998).

Durante algún tiempo se enfatizó el aspecto económico de la globalización, incluyendo a las dimensiones social, cultural y política como parte del mismo y no como procesos con una entidad propia. (Beck 1998). La interdependencia de las distintas globalizaciones en las esferas social, cultural, económica y política nos permite comprender que existe una pluridimensionalidad del proceso de globalización.

Los cambios en el área de educación están relacionados con la globalización en su dimensión económica y tecnológica, específicamente en el terreno de la informática y de la comunicación. (Dieterich 1998). Actualmente los servicios de educación responden de manera directa a los cambios en el campo de la tecnología aplicada, se abren nuevas perspectivas al disminuir costos y hacer posible una mayor cobertura, pero al mismo tiempo se enfrentan condiciones estructurales que impiden que sea posible un proceso de educación general a bajo costo.

Para autores como Chomsky y Dieterich (1998), la educación en los países latinoamericanos enfrenta hoy día un reto sin precedente: hacer posible el desarrollo económico en un contexto de desigualdad estructural frente a los países desarrollados. Dieterich afirma (1998) que la revolución educativa implica cambios en el uso de la tecnología y como consecuencia es posible hablar de un proceso de educación masiva, donde existe la posibilidad de ofrecer educación a un menor costo. Sin embargo este proceso enfrenta serios problemas en las economías en desarrollo debido a cuatro factores que están relacionados con el desarrollo del capitalismo a esfera mundial y con sus economías: en primer lugar para estos países existe una necesidad de calificar a la fuerza de trabajo y desplazar las ventajas comparativas que tradicionalmente fincaban el desarrollo económico. Sin embargo a esta necesidad se contraponen la tendencia estructural del capitalismo global de incrementar el desempleo y subempleo. Este fenómeno es más acucioso en las economías débiles o aquellas que tienen mayor dependencia (económica, financiera, tecnológica).

Existe también la tendencia a equilibrar el costo de los factores de producción incluyendo el del trabajo (salario), sin embargo por el mismo trabajo se reciben salarios distintos en las economías desarrolladas y subdesarrolladas debido al desplazamiento de las compañías hacia los países que ofrecen mano de obra barata con índices de productividad que inclusive pueden ser superiores.

Por último, el incremento en la productividad mundial relacionado con la tecnología trae como consecuencia un menor empleo en la manufactura y un aumento en los servicios donde la educación especializada no es necesaria.

De esta forma existe en las economías subdesarrolladas una ambivalencia, por un lado el impulso a la educación como respuesta a las demandas sociales y como necesidad impuesta por el mismo proceso de globalización y por otro lado grandes carencias económicas y de educación en un gran porcentaje de la población. La tendencia educativa está determinada por su inserción en la economía mundial y su dependencia estructural, esto llevaría irremediablemente a tener una pirámide ocupacional-educativa muy similar. (Dieterich 1998). En ella, la mayoría de la población ocupada solo alcanza en promedio dos o tres años de educación primaria. Enseguida se encuentra un grupo con educación primaria y secundaria, de aproximadamente 20-30% que corresponde al grupo de trabajadores industriales. Las universidades privadas y públicas atienden al grupo de nivel medio, profesionistas en su mayoría; sólo un número muy reducido –de elite- es aquél que tiene acceso a los mejores trabajos y puestos debido a la calidad en su educación. Las escuelas privadas y del exterior comienzan a ser en este estrato más importantes que las escuelas públicas. (Dieterich 1998:123).

Esta tendencia se perfila como una realidad ya que la brecha educativa entre los países desarrollados y subdesarrollados es cada vez mayor. Un indicador es el gasto por alumno. La diferencia entre ambos grupos de países en el gasto por alumno de nivel básico fue de 14 veces en 1960, mientras que para 1985 el gasto por alumno de nivel básico en los países desarrollados fue 50 veces superior al de los países subdesarrollados (Dieterich 1998:130).

En México el número de estudiantes matriculados ha ido en aumento, sin embargo las universidades públicas han disminuido su participación del total de alumnos inscritos, pasando de 86.2% en 1979 a 72.4% en 1999, mientras las privadas aumentaron su participación para los mismos años, de un 13.8% pasaron a un 27.6% del total (Montaño 2001: 119).

Para posgrado, la situación es también similar, las universidades públicas redujeron su participación durante el periodo 1985-1999, mientras que las particulares alcanzaron a tener casi el 40% del total de alumnos matriculados en 1999. (Montaño 2001:119). Para Montaño (2001), la tendencia en México apunta a una mayor participación de las instituciones privadas en el proceso de educación, debido a varios factores: la posibilidad de encontrar una mejor inserción en los mercados laborales, la calidad en los servicios y el uso de la tecnología aplicada al proceso de enseñanza-aprendizaje. Para autores como Meyer y Rowan (1977) el éxito de estas organizaciones radica en la posibilidad de crear los espacios necesarios para llevar a cabo prácticas exitosas en otras organizaciones. Es decir las universidades privadas tendrían éxito no sólo por su capacidad de servicio, de innovación tecnológica o de enlace con el sector productivo sino en tanto que son capaces de imitar por así decirlo a aquéllas organizaciones del ramo que marcan la pauta en el mercado de la educación. Este punto nos lleva de vuelta al proceso de globalización, ya que la tendencia es hacia la formación de cuadros o grupos de elite que deben corresponder a los requisitos ocupacionales de las empresas transnacionales (Dieterich 1999:126). Este autor afirma que la privatización de la educación significa la exclusión de una gran cantidad de jóvenes, potencial humano que prácticamente queda relegado del posible modelo de desarrollo. Los casos de Colombia y Brasil son un ejemplo, donde el 50 % de la educación está en manos privadas y donde según este autor la pirámide educativa es igual a la pirámide ocupacional; en su base se encuentra la mayoría de la población (un 45-75%) con analfabetismo absoluto, hacia el final de ella un grupo de elite que no alcanza ni el 1% de la población total pero que disfruta de un tipo de educación privada como la de cualquier país desarrollado.

Para estos autores, la educación comienza a ser un bien más que sujeto a la oferta y demanda tiene un precio de mercado. El problema para países con economías dependientes es que la política económica dicta que el Estado deja de participar como agente activo en la generación de aquéllos elementos necesarios para ofrecer educación oportuna y gratuita a toda la población. Al adquirir un precio y dejar de considerarse en conjunto como un bien público la educación se polariza en pública y privada siendo la primera la que cubre una educación elemental (primaria y secundaria y en algunos casos educación superior) y la segunda la que absorbe a una población mínima en cada país que se puede dar el lujo de pagar una educación superior. La primera absorbiendo a la mayoría de la población para ser empleada en áreas de poca especialización y la segunda para un grupo de elite que responde a las necesidades del capital global. En este contexto, se hace necesario entender que mientras la educación esté sujeta a los vaivenes del mercado será imposible que pueda potencializar el desarrollo de cualquier economía o país ya que sólo cubre a una parte mínima de la población quedando una gran cantidad de personas rezagadas del proceso educativo o en su defecto con una preparación incipiente que no les permite tener acceso a los grupos de elite ocupacional. (Schettino 1999)

Por estas razones varios autores afirman que el proceso de globalización excluye del desarrollo a países y regiones y trae como consecuencia una polarización educativa (Soros 1999, Chomsky y Dieterich 1998); paradójicamente al ser la educación un bien público, puede ser consumido por todo el mundo. No genera ganancias a nivel privado cuando se piensa en una educación masiva, no excluyente, pero sí a nivel social debido a que el Estado puede asumir su costo a través de un programa de impuestos y/o subsidios que permitan proporcionar el servicio a la población. Este bien producido por el Estado potencializa el desarrollo de la Sociedad como un todo ya que no existe discriminación por ingresos para comprar la educación.(Schettino 1999). Sin embargo como ya se mencionó la educación no es un negocio rentable para la iniciativa privada debido a que producir educación para toda la población implica costos muy elevados que los ingresos por ventas no superan ya que no genera ganancias necesariamente debido a que no todos los posibles consumidores pueden pagar el costo real del servicio.

Cuando se piensa en la educación polarizada y con un esquema similar al de la pirámide ocupacional es factible la provisión privada ya que se asegura un beneficio: la escala de producción es menor y todos los posibles consumidores tienen el ingreso suficiente para pagarlo.

#### 4.- Isomorfismo en las organizaciones de Educación

Las organizaciones en el campo de la educación perciben los cambios del entorno económico y comienzan a hacer ajustes, en el caso de la educación pública se mantiene en pie de lucha para evitar recortes al presupuesto al mismo tiempo que aumenta la planta docente de tiempo completo lo que le permite una participación mayor en los programas de investigación científica (Montaño 2001). En cuanto al sector privado la mayor participación de éste en la educación está relacionada con la estrategia para permanecer en el mercado y su constante actualización tecnológica aplicada a técnicas didácticas y procesos de enseñanza-aprendizaje.

De acuerdo con Powell y DiMaggio (1999) los cambios institucionales pueden tener su origen en respuestas estándares a la incertidumbre o mimetismo institucional, isomorfismo coercitivo o necesidad de legitimidad e isomorfismo normativo asociado a la profesionalización. Para el caso de las universidades, el isomorfismo coercitivo es muy claro, éstas responden a las expectativas que la sociedad les impone y adoptan programas, tecnologías, profesiones que se hacen necesarias culturalmente en el medio en el que se desenvuelven y con las organizaciones e instituciones que tienen relación. (Powell y DiMaggio 1999, Meyer y Rowan 1977). Las relaciones con Asociaciones de Universidades y Colegios, las normas de calidad y los planes de estudio son ejemplos de este tipo de presión institucional. Los procesos miméticos en las universidades se refieren a prácticas que la organización toma para sí y transfiere como innovación. El uso de la tecnología aplicada en un sistema de administración de cursos se ajusta a esta descripción.

Por último las presiones normativas se refieren a la educación formal y su legitimidad; las organizaciones reciben presiones para "producir" profesionistas que cumplan los requisitos que las organizaciones necesitan. DiMaggio y Powell (1999) afirman que las universidades y las instituciones de enseñanza técnica profesional crean las condiciones para reproducir perfiles profesionales; citando varios trabajos (March y March 1977, Cicourel 1970, Williamson, 1975, Ouchi 1980), especifican que el isomorfismo es tan alto que no es posible distinguir a los individuos particulares pero sí perfiles profesionales, conductas apropiadas y vocabularios organizacionales (forma de hablar, bromear o dirigirse a otros).

El isomorfismo organizacional lleva directamente a la homogeneidad organizacional, para autores como Meyer y Rowan (1977) el quid de la cuestión radica en la validación que pueda eventualmente hacerse de lo que la organización adopta y hace suyo.

Al aceptar las presiones del entorno las organizaciones validan de manera simbólica lo que adoptan (programas, tecnologías, productos, servicios, técnicas, políticas, profesiones) y lo convierten en un mito racional, que una vez institucionalizado es muy difícil de remover.

El contenido del mito no es importante en tanto que funciona para legitimar a la organización a través de lo que ésta adopta.

#### 5.- El proceso de enseñanza-aprendizaje y el uso de la tecnología. Caso del ITESM

Las organizaciones educativas sean Universidades, Institutos Tecnológicos o Universidades Tecnológicas modifican elementos de su estructura formal a medida que perciben como exitosos los cambios hechos en otras organizaciones de su entorno. Comienza a cuestionarse el proceso tradicional de transmisión del conocimiento, surgen críticas en cuanto a su efectividad para obtener resultados de aprendizaje en periodos de tiempo razonables. Las críticas a los procedimientos conductistas en la enseñanza sugieren que el proceso es mecánico y que no permite que el alumno se involucre en él de manera activa. La enseñanza y el aprendizaje se rediseñan en cuanto a la participación del maestro y del alumno en un proceso activo de construcción del conocimiento donde el maestro deja de lado la enseñanza tradicional y promueve el autoaprendizaje, la investigación, la vinculación con la industria y la aplicación tecnológica con el fin de satisfacer la demanda de la sociedad.

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) es una universidad privada que busca constantemente mejorar la calidad educativa y de valores de sus estudiantes. Fue creado en 1943 como una institución privada de educación superior para contribuir a la formación de profesionales. Inicialmente los programas abarcaban una Escuela Preparatoria y las áreas de carreras profesionales en Ingeniería Industrial, Comercio y Administración de Negocios. La creación del Instituto respondió a las necesidades que un grupo de industriales regiomontanos se planteó. Desde el principio el ITESM tomó como modelos en lo académico y administrativo al Tecnológico de Massachussetts y al Politécnico Nacional.

Inicialmente desarrollado en la ciudad de Monterrey, el ITESM pronto aumentó su matrícula y comenzó a ganar prestigio, en 1950 obtuvo el reconocimiento para sus estudios y títulos de la Southern Association of Colleges and Schools (SACS) de los Estados Unidos; en 1964 se creó la Escuela de Graduados en Administración de Empresas en la ciudad de Monterrey y en 1961 comenzó su expansión, primero hacia Mexicali, Baja California donde se creó el Centro de Estudios Técnicos y Superiores (CETYS). Posteriormente en la ciudad de Guaymas, Sonora. A partir de esta experiencia se pensó que todos los campus llevaran el nombre del Tecnológico y que su financiamiento se buscara en las empresas y sociedad civil de cada lugar creando asociaciones propietarias de los inmuebles y que el Tecnológico tuviera la responsabilidad académica y administrativa.

Actualmente el ITESM tiene 32 campus en México, 8 sedes en Latinoamérica, intercambios académicos con instituciones de 40 países y oficinas de enlace en Boston, Miami, París, Singapur, Vancouver y Washington.

El ITESM tiene acreditación para los programas de ingeniería de los campus Monterrey y Querétaro por la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) de Estados Unidos y para varios campus del Sistema del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). La Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas del Campus Monterrey fue reconocida por el Financial Times y la revista América Economía como la mejor escuela de negocios en América Latina.

Como cualquier organización el ITESM recibe las presiones del entorno en cuanto a programas de estudio, carreras disponibles y acreditaciones. La internacionalización funciona como una piedra angular ya que uno de los objetivos del ITESM dentro de la Misión 1995-2005 es el de fortalecer su carácter internacional a través de la experiencia académica tanto de alumnos como profesores y directivos, la promoción de programas académicos y de investigación y extensión en conjunto con universidades extranjeras y el fortalecimiento de una visión internacional de sus alumnos.

El modelo educativo del ITESM es de origen constructivista, enfatiza el aprendizaje del grupo y además del conocimiento incluye la formación de habilidades, actitudes y valores. El modelo se apoya en técnicas didácticas que promueven la participación de alumnos y el uso de plataformas tecnológicas de apoyo.

El objetivo que plantea alcanzar la organización es el de responder al compromiso y demanda de la sociedad nacional e internacional. El desarrollo de una nueva plataforma tecnológica que otras universidades han incluido como parte de su soporte a programas de educación puede funcionar como un mito racional (Meyer y Rowan 1977) si no recibe una evaluación sobre resultados dentro de la propia experiencia en el sistema ITESM. Al modificar su proceso de enseñanza aprendizaje a través de una nueva estrategia o reingeniería del proceso la organización está en proceso de transformación y adaptación a los cambios que el entorno (educacional, tecnológico, empresarial, económico, etc) le impone. La adopción de tecnologías aplicadas a la educación que se consideran exitosas en el entorno organizacional específicamente la Plataforma Blackboard muestra un mecanismo de cambio institucional que puede ser un proceso mimético de isomorfismo institucional.

La plataforma tecnológica Blackboard se ha venido utilizando con éxito en varias universidades con las cuales el ITESM tiene relación a nivel internacional. Las tendencias curriculares discutidas giran en torno a las capacidades que se deben desarrollar en el estudiante y al proceso de enseñanza y aprendizaje. Por un lado se enfatiza una educación



orientada hacia la práctica, un aprendizaje interdisciplinario pero competente a nivel internacional así como el desarrollo de aptitudes para resolver problemas. La tecnología es parte de este nuevo modelo porque permite el enlace interorganizacional a través de la red; asimismo proporciona los elementos necesarios para cubrir las necesidades de competencia internacional.

Blackboard versión 5.5 es un software electrónico que permite administrar un curso de manera práctica y al mismo tiempo llevar un seguimiento vía electrónica del desempeño individual de cada estudiante. Esta plataforma requiere un navegador de internet (Netscape o Explorer versiones 4 o superior), una computadora personal y una conexión permanente a un servidor de internet. Las principales ventajas de esta plataforma son: contacto instantáneo a través de chat o pizarrón electrónico, posibilidad para intercambio de archivos con buzón electrónico, espacio para crear un portal personalizable, exámenes de diferentes tipos, calificaciones e imágenes con formato URL. Las diferencias de Blackboard con Learning Space son varias, en primer lugar Blackboard necesita conexión permanente a un servidor para subir y editar información, requiere una cuenta de usuario y un password aunque no necesita instalación adicional en la computadora personal. Learning Space ofrece la ventaja de trabajar en línea y de manera local, pero sí requiere la instalación de Lotus Notes para poder ejecutarse. Consume una gran cantidad de espacio en disco duro y requiere además de una cuenta de usuario y password un archivo de identificación.

La plataforma Blackboard permite un enlace continuo y de bajo costo con otras universidades y con el sector productivo. Los intercambios académicos y la posibilidad de una educación virtual masiva, así como el establecimiento de redes de investigación y colaboración inter institucionales son algunas de sus ventajas.

El proceso de validación de la plataforma está fincado en sus ventajas tecnológicas pero también es producto de la necesidad de legitimar a la organización en el campo de la educación nacional e internacional. Para Powell y DiMaggio (1999) cualquier organización que está sujeta a las presiones del entorno tenderá hacia procesos miméticos. En la medida que existe una interrelación entre las organizaciones de un campo o área que incluye a su vez a otras organizaciones existirá la posibilidad de que existan cambios cuyo origen no esté dado en las necesidades de la organización que los adopta.

En el caso del ITESM el cambio de Learning Space a Blackboard fue presentado como el resultado de una búsqueda de nuevas alternativas en el área de tecnología aplicada a la enseñanza-aprendizaje. A partir de un proceso de evaluación previo se decidió su adopción e implantación. La nueva plataforma cubre una necesidad organizacional que está referida tanto a su posición en el mercado de la educación como a las presiones de sus competidores.

Meyer y Rowan (1977) afirman que los procesos de adopción son precedidos de procesos de validación simbólica, es decir se deja de lado el aspecto de evaluación económica o de racionalidad para llegar a otro de no-racionalidad o de manejo de los recursos simbólicos dentro de la organización. En el caso del ITESM la transferencia de algunos cursos de Learning Space a Blackboard no ha sido tan importante como el desarrollo de nuevos contenidos directamente en Blackboard. Es indudable que comparada con Learning Space esta plataforma ofrece mayores ventajas tanto para profesores como para alumnos y a excepción de la necesidad de trabajar siempre en línea es una herramienta con mayores posibilidades.

En cuanto a su manejo la evaluación del recurso incluye tanto el costo medido en tiempo destinado a cursos a profesores como a procesos de transferencia y desarrollo de cursos en la nueva plataforma. La evaluación una vez aprobado incluye aspectos de contenidos, formato y uso de espacio. A la par de estos procesos de evaluación existen otros que también validan la plataforma pero de manera simbólica haciendo uso de la comunicación formal e informal entre los miembros de la organización. Es quizás este último aspecto el más relevante ya que gracias a esa validación interna a nivel informal se transmite entre los miembros de la organización un sentimiento de aceptación y consenso. Este aspecto pasa a ser más importante que la evaluación económica ya que por un lado es un elemento de unión o cohesión en la organización y por el otro dado su origen –una necesidad de legitimación en un campo organizacional específico- puede convertirse en un mito racional. Para Mewyer y Rowan (1977) el contenido de un mito racional es aceptado como válido o útil para la organización aunque no lleve consigo necesariamente un proceso de evaluación económica, una vez

validado dentro de la organización se acepta como algo que es útil y que no puede ser sujeto de discusión por parte de los miembros de la organización debido a que se institucionaliza.

## 6.- Conclusiones

La discusión sobre el tema de educación en México debe forzosamente hacer referencia a dos aspectos: cómo alcanzar una mayor cobertura para cubrir las necesidades de toda la sociedad y quién o quiénes deberán de proporcionar la educación.

En México existe una creciente participación de la iniciativa privada en la educación. Las organizaciones educativas buscan constantemente mejorar la calidad de su producto para cubrir las necesidades del país. En esa búsqueda se han hecho innumerables esfuerzos por obtener estándares de calidad y eficiencia reconocidos o avalados a nivel internacional. El proceso de enseñanza y aprendizaje así como el uso de la tecnología en plataformas de apoyo didáctico son ejemplo de esa búsqueda por lograr una mayor efectividad en la transmisión de los conocimientos.

Los cambios en las organizaciones educativas indican que existen procesos hacia la homogeneidad organizacional o isomorfismo y que el entorno institucional marca la pauta de los cambios que éstas hacen a su interior. Las presiones del entorno se perciben y se modifican las estructuras formales de la organización para obtener legitimidad social. Es importante que en cada organización se impulsen procesos de validación sobre lo que se implanta o modifica en términos de su eficiencia económica y de su posible uso para resolver los problemas de la educación en nuestro país.

En el caso de la plataforma tecnológica el cambio debe ser evaluado en cuanto que pueda hacer posible una educación para la mayoría de la población y por otra parte organizacionalmente hablando respecto a su eficacia como herramienta de enseñanza-aprendizaje.

## 7.- Bibliografía

BARBA, Antonio y MONTAÑO, Luis. (coordinadores). *Universidad, organización y sociedad: arreglos y controversias*. 1ª. México. Universidad Autónoma Metropolitana. 2001. 196p.

BARBA, Antonio y SOLIS, Pedro. *Cultura en las Organizaciones. Enfoques y Metáforas de los Estudios Organizacionales*. 1ª. México. Vertiente Editorial. 1997. 234p. ISBN: 970-654-144-6

BECK, Ulrich. *¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización*. 1ª. España. Paidós. 1998. 221p. ISBN: 84-493-0528-4

CHOMSKY, Noam y DIETERICH, Heinz. *La Sociedad Global. Educación, Mercado y Democracia*. 6ta. México. Editorial Joaquín Mortiz. 1998. 198p. ISBN : 968-27-0664-5

DAVILA, Anabella y MARTINEZ H., Nora. (coordinadoras) *Cultura en Organizaciones Latinas. Elementos, injerencia y evidencia en los procesos organizacionales*. 1ª. México. S.XXI, ITESM. 1999. 254p. ISBN: 968-23-2198-0

DENISON R, Daniel. *Cultura Corporativa y productividad organizacional*. 1ª. Colombia. Fondo Editorial Legis. 1991. 238p. ISBN: 968-653-006-X

HATCH, Mary. *Organization Theory. Modern, Symbolic, and Postmodern Perspectives*. First. Edition. Great Britain. Oxford University Press. 1997. 387p. ISBN: 0-19-877491-5

PARKIN, Michael. *Microeconomía*. 2da. USA. Addison-Wesley Iberoamericana, S. A. 1995 626p. ISBN: 0-201-62584-9

POWELL, Walter y DIMAGGIO, Paul. (compiladores). *El Nuevo Institucionalismo en el análisis organizacional*. 1ª. México. FCE Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública, A. C., Universidad Autónoma del Estado de México. 2001 580p. ISBN: 968-16-4958-3

SOROS, George. *La crisis del capitalismo global. La sociedad abierta en peligro*. 1ª. México. Plaza Janés. 1999 277p. ISBN 968-110344-0

TOLBERT S, Pamela and ZUCKER G. Lynne. The Institutionalization of Institutional Theory. En *Handbook of Organization Studies*. First. USA SAGE Publications. 1996. ISBN: 0-7619-5132-6

MEYER, John y ROWAN, Brian. Institutionalized Organizations: Formal structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology* 1977, vol 83 no. 2, p. 340-363

SCOTT, W. Richard. The new Institutionalism in Sociology. *American Sociological Association*. Jul 1999, vol 28. No. 4. P. 425-426

SELZNICK, Philip. Institutionalism "old" and "new". *Administrative Science Quarterly* June 1996 v41 n2 p270(8)

SIMON, H. *El comportamiento administrativo. Estudio de los procesos decisorios en la organización administrativa*. Ed. Aguilar. 4ta. Argentina 1947

Internet

Blackboard

<http://www.itesm.mx/viti/bb/descripcion.htm>

Constructivist Theory

<http://tip.psychology.org/bruner.html>

<http://hagar.up.ac.za/catts/learner/lindavr/lindapg1.htm>

Cooperative Learning

<http://www.clcrc.com/pages/SIT.htm>

El modelo educativo del Tecnológico de Monterrey

<http://www.itesm.mx/sidi/documentos/pdhd/esquema1modelo.htm>

<http://www.sistema.itesm.mx/va/nuevmod/Nmod.html>

La Misión ITESM 2005

<http://www.itesm.mx/sidi/documentos/pdhd/esquema1/>

<http://www.tecdemonterrey.edu.mx>

Las técnicas didácticas en el Modelo educativo

<http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/técnicas-modelo.html>

Mitos del Rediseño

<http://www.sistema.itesm.mx/va/MITOS.html>

Universidades con sistemas similares

British Columbia

<http://www.ubc.ca/about/mission.html>

<http://det.cstudies.ubc.ca/>

Universidad de Minnesota

<http://www1.umn.edu/systemwide/factsmission.html>

<http://www.clcrc.com/>

Universidad de Texas en Austin

<http://www.ytexas.edu/welcome/corevalues.html>

Universidad de Harvard

[http://www.harvard.edu/help/faq\\_index.html](http://www.harvard.edu/help/faq_index.html)

<http://www.hbs.edu/educators.html>

Universidad de Western-Ontario

[http://www.ivey.uwo.ca/information/expertsources/Facts\\_About\\_Ivey.html](http://www.ivey.uwo.ca/information/expertsources/Facts_About_Ivey.html)

Universidad de Maastricht

[http://www.unimaas.nl/um/index\\_uk.htm?index\\_uk.htm](http://www.unimaas.nl/um/index_uk.htm?index_uk.htm)

## Abstract

La idea de virtualidad, en nuestros días en el área laboral, se encuentra conformada por la perspectiva de la organización en grupos de trabajo, la flexibilidad de comunicación y actuación entre miembros ubicados en diferentes lugares geográficos. Siendo la meta que el ser humano logre su realización laboral a través de un trabajo interdisciplinario a distancia, ofreciendo la oportunidad en los llamados grupos virtuales. Estos grupos están conformados por tres elementos básicos: individuos, comunicaciones y metas.

Pero ¿por qué considerar estos tres elementos?, se puede responder de la siguiente manera. Somos los seres humanos, quienes a través del tiempo, estamos en la búsqueda continua de encontrar la mejor agrupación, para conformar una esfera de trabajo y tomar conciencia del rol de actuación que tenemos en nuestra labor diaria de manera individual y grupal.

Ante esta conciencia de actuación se logrará el acoplamiento a los grupos virtuales para llegar a las metas deseadas; enfocándonos al desenvolvimiento del ser humano en cualquier lugar, al desarrollo de su adaptación, integridad e inmerso en la conciencia de la evolución personal.

Todo a través de la comunicación, específicamente por medio de la palabra escrita, que es la respuesta a nuestra realidad establecida previamente descubierta ante el silencio, llevándonos a una reflexión del pensamiento y del trabajo realizado; utilizando adecuadamente las herramientas tecnológicas desarrolladas en el "Whole Horne" (internet, el mundo de la WWW).

El ser humano requiere de generar espacios que ayuden a incorporarnos a la visión de virtualidad; por lo cual las instituciones educativas se ven motivadas a buscarlos y desarrollar simulaciones equiparables al ámbito laboral donde los estudiantes practiquen en esa realidad.

Así surge GLORI, organización que plantea proyectos de impacto mundial con la perspectiva virtual conferidos a los grupos separados geográficamente. Confinados al acoplamiento en la actividad de aprendizaje, que ofrezca la adaptación e identidad para lograr la integración y unidad de trabajo de cada uno de los elementos del grupo virtual; adecuándolos a una forma de trabajo de aprendizaje y crecimiento conjunto. Sólo queda una interrogante ante esta perspectiva de evolución: ¿estamos dispuestos a trabajar en grupo, no de manera local sino internacional, para lograr el desarrollo de la humanidad y no del bien personal?.

**Palabras Claves:** *Virtual Teaming, Equipos Virtuales, Logística, Globalización, Colaboración, Administración del Conocimiento, Internet, WWW, Bebidas, Educación Logística..*

**Área: Educación**

**Coordinador de área: Dr. Antonio Millán Arellano**

**Tópicos actuales en educación**

**Coordinador de mesa: Dr. Antonio Millán Arellano**

# “DÍA DE LA COMUNIDAD TEC” UNA EXPERIENCIA DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO LLEVADA AL ÁMBITO INSTITUCIONAL

María de la Luz Casas, Crisanto Castillo, Rocío Cerecero, María González y Víctor Zárate\*

La Misión 2005 del Instituto Tecnológico de Monterrey incluye “hacer investigación y extensión relevantes para el desarrollo del país”; de tal suerte que uno de los factores esenciales para el desarrollo y crecimiento del Tecnológico es hacer investigación relativa a su propia actividad como institución de enseñanza superior.

Poca oportunidad tiene el Instituto, sin embargo, para hacer un alto en su andar y reflexionar sobre su propia actividad; sobre todo en términos de los avances tecnológicos y las innovaciones en el aprendizaje que promueve en el aula. En ese tenor es que el Instituto ha hecho énfasis en desarrollar en nuestros alumnos la capacidad de trabajar en equipo y es que una gran variedad de nuestros cursos incorporan la técnica didáctica del aprendizaje colaborativo. La técnica del aprendizaje cooperativo con su variante hacia el aprendizaje colaborativo ha sido ampliamente utilizada en el aula en diversos contextos, tal y como lo demuestran las experiencias de los Johnson (1989, 1991, 1992 y 1993); no obstante, su aplicación dentro del contexto laboral ha sido sumamente limitada. Es por ello que un grupo de profesores del Tecnológico de Monterrey Campus Cuernavaca se dio a la tarea de sensibilizar al personal de dicho Campus sobre la importancia del trabajo en equipo. El presente reporte de investigación proporciona una reseña de una experiencia en la que el aprendizaje colaborativo, su filosofía y su metodología de aplicación fueron llevadas al contexto organizacional en esta institución educativa. La experiencia tuvo lugar en el ITESM Campus Cuernavaca el día 24 de mayo del año 2002 en las instalaciones del Campus. Fecha que se conoció como “Día de la Comunidad Tec”.

Palabras clave: Aprendizaje colaborativo, trabajo en equipo, organización, educación no formal.

## 1. Introducción

Es un hecho que ya sea para aprender o bien para trabajar, los seres humanos necesitamos unos de otros.

Durante décadas se han estudiado las ventajas de la cooperación en diferentes contextos. Dentro del salón de clases por ejemplo, se ha demostrado que el trabajo en cooperación o colaboración permite que los alumnos obtengan mejores resultados de aprendizaje, eleven su autoestima, adquieran habilidades interpersonales y sociales y mejoren la comprensión de los contenidos estudiados (Jonson, Jonson y Holubec, 1993; Savin 1991; Stahl y Van Sickle, 1992).

No obstante la importancia de la cooperación y la colaboración, poco se sabe acerca de los elementos que son sustanciales para el éxito del trabajo grupal o en equipo. Se sabe que hay ciertos factores que son determinantes para la eficiencia en los grupos de trabajo, como por ejemplo el tamaño del grupo, los patrones de interacción que se establecen al interior de los grupos, la presencia de líderes formales e informales en los grupos y otros factores de contexto relacionados.

---

\* Dra. María de la Luz Casas, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Profesora del Departamento de Comunicación y Ciencias Sociales de la División de Administración y Ciencias Sociales Campus Cuernavaca; M. C. Crisanto Castillo, Profesor del Departamento de Ciencias Básicas de la División de Ingeniería y Ciencias Campus Cuernavaca; M. C. Rocío Cerecero, Profesora del Departamento de Ciencias Básicas de la División de Ingeniería y Ciencias Campus Cuernavaca; M en C. María González, Profesora del Departamento de Ciencias Básicas de la División de Ingeniería y Ciencias Campus Cuernavaca; Dr. Víctor Zárate, Profesor del Departamento de Electrónica de la División de Ingeniería y Ciencias Campus Cuernavaca.



Se sabe también que la claridad de objetivos y la apertura en la comunicación son factores que garantizan el éxito organizacional. El primer científico social que estudió el comportamiento de los grupos fue Kurt Lewin, quien en los años treinta desarrolló la mayor parte de la terminología usada hoy en día en psicología social para el manejo de grupos. Así pues se conocen por parte de la pedagogía y de la psicología social algunos elementos que permiten conocer las ventajas del trabajo en grupo y la importancia de la generación de grupos efectivos de trabajo. Es evidente entonces que, tanto en las ciencias de la educación como en las ciencias administrativas, es importante tener objetivos claros para el trabajo. Frecuentemente damos por hecho que las personas saben trabajar en equipo y que la colaboración se da de manera natural en todos nosotros. No hay nada más alejado de la realidad. Hay que recordar además, que el trabajo en equipo generalmente es solo la vía para alcanzar otros objetivos.

Así pues, la cooperación o la colaboración debe llevarse a cabo con propósitos firmes y claros. En educación, el alumno tiene que tener objetivos de aprendizaje específicos; debe saber qué se espera de él y qué debe él esperar de la relación con su equipo de aprendizaje. En las organizaciones el objetivo debe ser aún más claro y desglosarse en metas específicas a alcanzar, pero al mismo tiempo debe derivarse de toda una misión o una filosofía de trabajo. En cualquier caso, las instituciones educativas y las organizaciones parten de la base de que los individuos comparten la misma filosofía y que las habilidades y los conocimientos requeridos para hacer la tarea están presentes. Esta es sin embargo una premisa de la cual se parte, pero que no siempre se encuentra presente. Es necesario por tanto refrendar permanentemente el compromiso de la colaboración. Entre los alumnos dentro y fuera del salón de clases, y en la organización entre los miembros de la empresa.

Diversos autores nos han demostrado que es pertinente diseñar las situaciones para el aprendizaje, de manera que nos aseguremos de que los elementos para la colaboración estén presentes [3][4][5]. Así por ejemplo, el maestro define las capacidades de sus alumnos, determina cuáles son las habilidades que deben manejar para llevar a cabo la tarea y selecciona las estrategias apropiadas para que la situación de aprendizaje se presente. Una vez hecha esta tarea preliminar, los miembros del grupo deben aceptar los objetivos y las metas a alcanzar como metas de todos.

David Johnson, Roger Johnson y Edythe Johnson Holubec [8][9][10][11][12][13][14], establecen dentro del salón de clases la necesidad de que en grupos de trabajo estén presentes ciertos elementos básicos del aprendizaje cooperativo. Estos elementos son:

- a) Interdependencia positiva
- b) Interacción cara a cara
- c) Responsabilidad individual
- d) Habilidades interpersonales y sociales y,
- e) Procesamiento de grupo

Por su parte Stahl 1994 [18], indica que para que la tarea de aprendizaje tenga éxito, los participantes deben compartir los siguientes elementos:

- 1) Un conjunto de instrucciones precisas y completas
- 2) La presencia de grupos heterogéneos para el trabajo
- 3) Iguales oportunidades de éxito
- 4) Interdependencia positiva
- 5) Interacción cara a cara
- 6) Interacción social con relación a actitudes y comportamientos positivos
- 7) Acceso a información múltiple
- 8) Oportunidades para completar las tareas y los procesos
- 9) Tiempo para aprender
- 10) Responsabilidad individual
- 11) Reconocimiento público con relación al desempeño
- 12) Reflexión grupal

Como es posible observar, Stahl [18] coincide con la perspectiva esencial de los Johnson [8][9][10][11][12][13][14] en cuanto a los elementos esenciales que deben aparecer en

el trabajo grupal, con la diferencia de que proporciona algo más de detalle respecto de la clasificación de los Johnson.

La enseñanza de habilidades cooperativas de acuerdo con Johnson, Johnson y Holubec. [12][14] está basada en cuatro reglas generales:

1. Antes de enseñar habilidades cooperativas es necesario crear un entorno colaborativo, es decir, un contexto que permita el desarrollo de dichas habilidades.
2. Las habilidades cooperativas tienen que ser enseñadas de manera directa, es decir, en la práctica.
3. Los miembros de los grupos son los que definen el aprendizaje de sus propias habilidades y,
4. Cuánto más pronto se inicie a los miembros de un grupo en el desarrollo de actividades de ésta índole, mejores resultados se alcanzarán.

De la misma manera Savater [15], afirma que el hombre como tal cobra importancia cuando se vincula con otros seres humanos, es decir, cuando existe una interacción con los demás. La vida cotidiana está constituida con encuentros y desencuentros con otras personas bajo reglas que la sociedad impone y que pueden ser relativas al lugar y al momento. Sin embargo, de todas estas reglas existen dos que resultan imprescindibles para una buena convivencia y que facilitan el desarrollo de una comunidad colaborativa: el respeto y la tolerancia por la diversidad tanto de los individuos como de las actividades que cada uno de nosotros realiza dentro de nuestra comunidad.

En términos generales la habilidad para trabajar colaborativamente está sustentada entonces en varios aspectos que nosotros consideramos esenciales y que a partir de este momento mencionaremos como las principales condicionantes del éxito del trabajo en colaboración, que son:

- a) un conocimiento más cercano de los otros
- b) el fomento a la interacción y
- c) el establecimiento de metas comunes

Así, una vez establecido lo anterior y siguiendo los lineamientos que la técnica de aprendizaje colaborativo establece, los objetivos que nosotros nos planteamos en este proyecto del “Día de la Comunidad Tec” fueron los siguientes:

- 1) trasladar la filosofía del aprendizaje colaborativo al trabajo de nuestra institución educativa y,
- 2) comunicar la importancia de la colaboración a todo el entorno organizacional.

La idea se originó en el verano del 2001 cuando en nuestras sesiones de capacitación sobre aprendizaje colaborativo en la Universidad de Texas en Austin, comenzamos a comprender las bondades del aprendizaje en colaboración, pero sobre todo cuando con apoyo de nuestros instructores Paul Resta, Edythe Holubec y Marilla Svinicki diseñamos todo un programa de implementación de capacitación sobre aprendizaje colaborativo para ser aplicado en nuestro Campus, como parte de la Rectoría de Zona\*. La premisa fundamental sobre la que se encuentra sustentado fue la de lograr la participación de la academia en la transformación de nuestra institución educativa sobre las bases del aprendizaje colaborativo, pero incluía una idea innovadora más: la de involucrar a todos los empleados del Campus, ya que creemos firmemente en que las funciones de una institución educativa no pueden llevarse a buen término si no participan en ellas todas las áreas administrativas y de apoyo de la organización.

Así pues, con estos dos objetivos primarios en mente fue que un grupo de profesores del Campus Cuernavaca nos dimos a la tarea de diseñar un evento de Campus apoyado en la técnica didáctica del aprendizaje colaborativo en el cual participaran la mayor parte de los empleados, y en el que se hiciera patente la filosofía de la colaboración a todos los involucrados. Como estamos ciertos de que la eficiencia se logra a partir de la promoción de un auténtico espíritu de colaboración llamamos a este evento “Día de la Comunidad Tec”.

---

\* El proyecto fue elaborado en el verano del 2001 y en aquel momento llevó por título: “Action Plan. Rectoría Zona Sur”. Desde ese momento estuvo en proceso de planeación hasta mayo del 2002, fecha en la que se puso en práctica.

Para el diseño del evento tomamos en cuenta todos los elementos que juzgamos necesarios para generar el “sentido de comunidad”, y por supuesto elementos para la generación de sentido de grupo dentro de la técnica del aprendizaje colaborativo como son los grupos base, los grupos informales y los grupos formales de trabajo. También buscamos la presencia y el aseguramiento de los cinco elementos fundamentales del aprendizaje colaborativo mencionados anteriormente, desde la interdependencia positiva hasta el procesamiento de grupo. Los detalles de la organización y la fisonomía última del programa del evento y de las actividades que se llevaron a cabo ese día serán analizados en el apartado de metodología que se presenta a continuación.

## 2. Metodología

El número total de participantes durante el evento fue de 253 personas. De los cuales 42 fueron catedráticos, 143 administrativos y 68 personal de servicio. En estos últimos se incluye Planta Física, Seguridad y Cafetería. El equipo que participó en la organización del evento estuvo formado por los cuatro profesores que plantearon el proyecto originalmente y un maestro más que se entusiasmó con nuestra idea y que hoy en día constituyen el grupo de trabajo colaborativo; tres integrantes del grupo de difusión y comunicación del Campus y una persona de la Dirección de Efectividad Institucional. Ambos grupos pertenecen a los equipos de planeación estratégica del Campus. A su vez, el evento fue apoyado por 18 facilitadores previamente capacitados en la técnica de aprendizaje colaborativo<sup>▼</sup>. Además de dirigir las dinámicas, la función primordial de los facilitadores consistió en registrar en una bitácora los acontecimientos relevantes con respecto a actitudes y desempeño de los participantes durante las dinámicas que se diseñaron para tal fin. Al concluir el día los participantes respondieron un cuestionario de opinión cuyas preguntas nos permitieron registrar las impresiones de los participantes inmediatamente después de concluido éste.

Durante la planeación del evento, y a fin de asegurar la aplicación correcta de la técnica de aprendizaje colaborativo, revisamos algunos aspectos esenciales apuntados por Johnson, Johnson y Holubec [12] [14] y nos aseguramos de cubrirlos de la siguiente manera:

- a) La creación del entorno favorable para el desarrollo de la habilidad lo logramos formando grupos de trabajo informales y heterogéneos.
- b) La práctica para el aprendizaje del trabajo en colaboración se dio en el mismo espacio de convivencia con actividades de apertura, discusión y cierre.
- c) Las reglas de práctica y fomento de habilidades fueron seleccionados por los mismos grupos.
- d) Las dinámicas que fomentaron el trabajo en colaboración se iniciaron inmediatamente después de la creación de los grupos informales.

Para lograr nuestros objetivos, como grupo definimos dos tareas fundamentales: la primera de diseño de las actividades que se llevarían a cabo durante el “Día de la Comunidad Tec”, para la cual nos abocamos al diseño de dos “situaciones” o “casos” que funcionarían como detonadores de la reflexión y el intercambio de ideas, la participación activa y la convivencia de todos dentro de un entorno festivo; la segunda, relativa a la logística y al seguimiento de las acciones previas al evento que teníamos que emprender para garantizar el éxito del mismo. La planeación general del evento dio pues pauta a los 5 puntos siguientes:

**Primero.** Se formó un grupo líder de 5 personas, compuesto por los autores de este trabajo, cuya función sería implementar las actividades colaborativas a nivel de todo el Campus. Se pensó en la necesidad de crear espacios de convivencia en los cuales participaran personas de todas las áreas de trabajo que laborasen en el Tec Campus Cuernavaca. Se definió como una necesidad el crear medios por los cuales las personas desarrollaran habilidades colaborativas, en la medida de sus posibilidades y de sus deseos de fortalecer la convivencia.

---

▼ A través de este medio queremos agradecer a todos los profesores y personal del Campus Cuernavaca que fungieron como facilitadores del proceso de trabajo colaborativo durante el Primer Día de la Comunidad Tec y expresarles que sin su esfuerzo y colaboración esta experiencia de trabajo no hubiese sido posible.

**Segundo.** En la búsqueda de lograr los objetivos del proyecto, que se basan en las consideraciones de los autores señalados [12] [14] [15], el grupo líder definió una metodología de trabajo colaborativa en bases a actividades, definición de roles, asignación de responsables y el seguimiento de las mismas, de la siguiente manera:

- 1) Se procedió a planear una serie de reuniones de trabajo en las cuales habrían de definirse los objetivos, las formas y el momento adecuado para llevarlos a cabo.
- 2) Se formaron comisiones de personas ajenas al grupo líder, sobre las cuáles recaerían la responsabilidad de la organización del “Día de la comunidad” con la que culminaría el proyecto.
- 3) Otras comisiones resultaron encargadas del desarrollo logístico del “Día de la Comunidad Tec” y las formas de organización y comunicación.
- 4) En el curso de las sesiones se invitó a participar a miembros externos al grupo líder, de tal manera que la responsabilidad y desarrollo del proyecto permearan en el mayor número posible de participantes entre los que vale la pena mencionar:
  - a) Profesoras y profesores tanto de tiempo completo como de cátedra que se comprometieron a fungir como facilitadores de las actividades a desarrollar durante el “Día de la Comunidad Tec”.
  - b) Secretarías y trabajadores de las áreas de servicio encargados de elaborar invitaciones y objetos que identificasen a los participantes del “Día de la Comunidad Tec”, o a habilitar los espacios destinados a las actividades a través de la colocación de sillas y mesas, mamparas, pantallas y otros objetos necesarios para el evento.
  - c) Alumnos que tendrían el papel de edecanes y que permitirían que el “Día de la Comunidad Tec” se desarrollase en forma fluida.

**Tercero.** Para la realización del “Día de la Comunidad Tec”, entre los miembros del grupo líder se formaron comisiones para el desarrollo de:

- 1) Materiales para la capacitación de los profesores que fungirían como facilitadores. En este sentido se les impartió un curso de inducción en las técnicas del aprendizaje colaborativo en el cuál se les dieron a conocer los objetivos y el grado de compromiso necesario para conseguirlo.
- 2) Materiales de trabajo tendientes a facilitar el encuentro, conocimiento tanto de los participantes de los grupos de trabajo entre sí, cómo de los ámbitos de trabajo y actividades que cada uno de ellos realiza en forma cotidiana. Estos fueron:
  - a. Una hoja con instrucciones para conocer mejor a los participantes en los grupos de trabajo, tanto en aspectos personales como en aspectos de trabajo.
  - b. Material de trabajo consistente en dos “situaciones” problemáticas o casos que, mediante discusiones dentro de los grupos preestablecidos permitirían la sensibilización de los participantes en la necesidad de superarlas o de resolverlas
  - c. Un programa de actividades para el día en el cuál se señalan el horario, tipo de actividad a realizar y eventos complementarios.
  - d. Elaboración de la lista de los participantes por departamento o área de trabajo.
  - e. Cartas invitación al evento, resaltando los objetivos y la necesidad de participación del mayor número de trabajadores posible. Cabe señalar, sin embargo, que para no entorpecer la actividad del Campus que se formaron guardias con personal que permaneció atendiendo las áreas prioritarias de servicio, por lo que estas personas no participaron.
  - f. Elaboración de formas de difusión de actividades, resaltando la importancia y la fecha del evento.
  - g. Registro en video de todas las actividades llevadas a cabo durante el evento.

Como se indicó anteriormente, los materiales empleados en ese día describían situaciones que se podían presentar en nuestras labores cotidianas y que tenían la finalidad de llevar a la reflexión de cómo nuestro trabajo puede influir en forma positiva o negativa a otras áreas, además de recalcar que el trabajo de cada uno de los miembros de la comunidad es de vital importancia para el buen funcionamiento del Campus.

**Cuarto.** Previo al evento los participantes pudieron ver un video sobre el Sistema Tec y escuchar una conferencia por parte de la Mtra. Dora Emilia González relativa a la importancia de generar sentido de comunidad y cultura de colaboración. Sabíamos que el tamaño de los grupos y las personas asignadas a ellos resultaban fundamentales para el éxito de las dinámicas, por ello las personas se distribuyeron en 15 salones, cada uno conteniendo entre 15 y 18 participantes divididos en grupos. La asignación de grupos se hizo conservando el criterio de heterogeneidad cuidando que se respetara la proporción de administrativos, catedráticos y personal de servicio para que los grupos fueran heterogéneos. Así, los criterios para consignar el éxito del trabajo en equipo fueron respetados, de manera que las personas se asignaron:

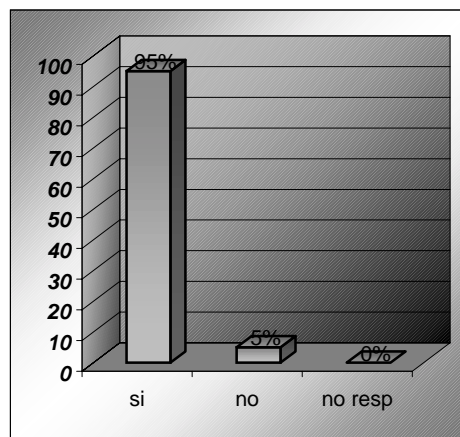
- a) En grupos de trabajo heterogéneos.
- b) En espacios cerrados de no más de 8 equipos de trabajo
- c) En grupos en los cuales no había directores y sus subalternos inmediatos, para evitar malos entendidos o inhibiciones.
- d) Los actividades de bienvenida, receso y cierre se llevaron a cabo en el mismo espacio físico (un auditorio).
- e) Ese "día de la Comunidad Tec", todos los participantes portaban camisetas con un logotipo diseñado especialmente para la ocasión.
- f) Al finalizar el evento los participantes vieron nuevamente un video en el que aparecían ellos mismos como protagonistas y que enfatizaba el sentido de trabajar en colaboración.

**Quinto.** Posteriormente al "Día de la Comunidad Tec", el grupo líder consignó todos los datos obtenidos durante las dinámicas, llevó a cabo la documentación y el análisis de los resultados. Como se recordará, durante el evento se contó con instrumentos que permitieron medir los resultados del trabajo de los grupos. En todos los casos los participantes respondieron a formatos y cuestionarios cuyos resultados fueron codificados<sup>^</sup>; asimismo, las observaciones puntuales de los facilitadores fueron recopiladas y analizadas con ellos. Así, fue factible lograr una medición cruzada de la información: los datos numéricos que se presentan a continuación fueron avalados por los comentarios, críticas, opiniones de los participantes y por las percepciones de cada uno de los organizadores del evento; las interpretaciones obtenidas, por los resultados de los distintos instrumentos de medición instrumentados para el monitoreo se presentan en el siguiente apartado.

### 3. Resultados y discusión

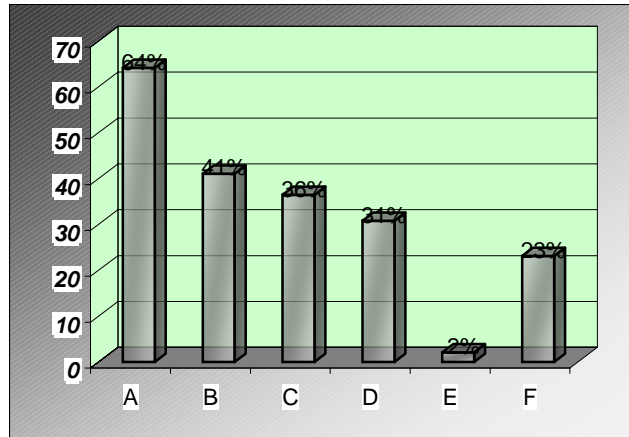
Con el propósito de llevar a cabo un análisis objetivo de los datos, presentamos los resultados generales del evento Día de la comunidad TEC. En primer término se presentan los datos cuantitativos representados en gráficas a partir de las preguntas más significativas de las encuestas:

**Gráfica 1. ¿Crees que se cumplió el objetivo del " Día de la comunidad Tec"?**



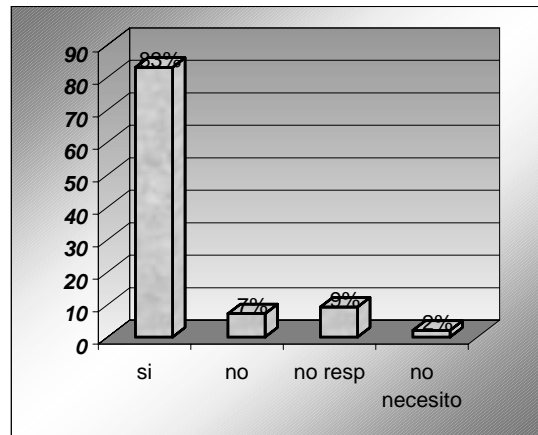
<sup>^</sup> Sobre este particular, queremos agradecer a la M. en C. Nazira Guerrero Jezzini, su invaluable apoyo en la codificación y procesamiento de los datos.

**Gráfica 2. ¿ Qué significó para ti el “Día de la comunidad Tec”**

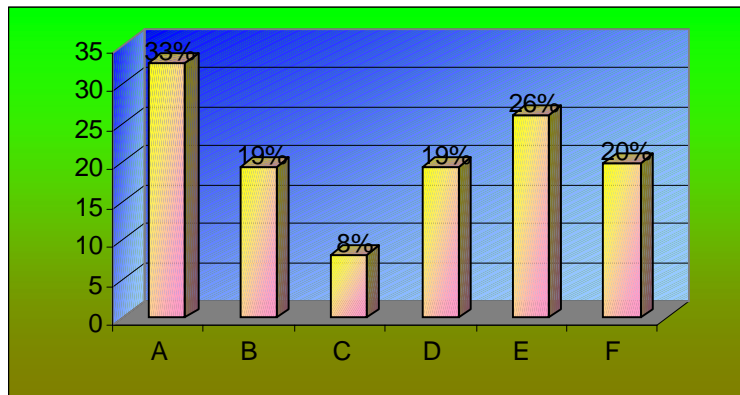


- A. Convivencia.
- B. Intercambio de opiniones.
- C. Oportunidad de comunicación.
- D. Oportunidad de escuchar a otros.
- E. Vine con expectativas negativas pero se transformaron en positivas.
- F. Otro.

**Gráfica 3. ¿ Te percataste de algo que no haces en tu trabajo y podrías hacer para mejorar tu desempeño?**

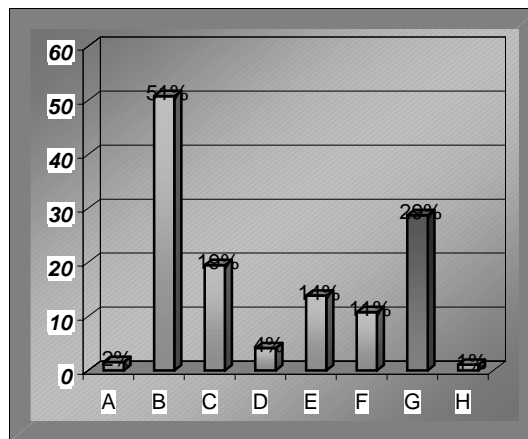


**Gráfica 4. ¿ Qué podrías hacer para mejorar tu desempeño?**



- A. Puedo trabajar con más calidad.
- B. Puedo apoyarme más en mis compañeros.
- C. Puedo pedir ayuda para hacer mejor mi trabajo.
- D. Puedo ayudar a mis compañeros en su trabajo.
- E. Podemos hacer mejor las cosas juntos.
- F. Otro.

**Gráfica 5. ¿ Qué actividades sugieres para darle continuidad a este evento?**



- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| A. No respondió.                 | F. Repetirlo con gente de mi área para resolver cuestiones específicas. |
| B. Repetirlo.                    | G. Otra.  |
| C. Convivencia con otros grupos. | H. Ninguna  |
| D. Actividades culturales.       |   |
| E. Actividades deportivas.       |   |

En la parte cuantitativa, los datos demuestran en términos generales que la mayoría de los participantes consideraron que se cumplieron los objetivos del “Día de la Comunidad Tec”; valoraron la experiencia de trabajar colaborativamente como provechosa; agradecieron la oportunidad de externar sus opiniones, ser escuchados y escuchar a otros; opinaron que es posible hacer mejor su trabajo y alcanzar las metas si se trabaja “colaborativamente” y recomendaron como muy deseable que la experiencia del “Día de la Comunidad Tec” se repitiera.

Para la parte cualitativa, contamos con testimonios orales y escritos que dan cuenta de las experiencias de lo sucedido a los facilitadores, -la mayoría de ellas alentadoras y positivas-, que muestran la trascendencia de las sesiones. Por citar alguna, relatamos lo escrito por la profesora Marisa Cabrera, quien describe la negativa rotunda de un participante a trabajar en los documentos que se les habían proporcionado, y narra cómo a partir de la sensibilización del grupo finalmente esta persona se convenció y terminó poniéndose la camiseta; o la de la profesora extranjera que le narró al grupo como su llegada al país y el apoyo que recibió por parte de la comunidad del Campus. A éste último relato los compañeros de su grupo respondieron con aplausos y felicitaciones. De esta forma podríamos seguir enunciando una serie de relatos, todos ellos elocuentes y motivantes para quienes estuvimos involucrados en el evento.

En segundo lugar, es pertinente mencionar que fuimos testigos del ambiente de compañerismo y amistad que se dio en los espacios en los cuales coincidimos todos los involucrados, por ejemplo, la inauguración y la clausura, en donde absolutamente todos teníamos la camiseta puesta; ó a la hora de la comida, en que se realizaron juegos recreativos y donde se observó el magnifico estado de ánimo que prevalecía en los participantes, para esta última parte también contamos con registro de la experiencia en video.

Es así que, a juicio de la mayor parte de los participantes, el “Día de la Comunidad Tec” fue todo un éxito. Aún antes de procesar los cuestionarios y las bitácoras de los grupos de trabajo era ya evidente que el evento había cumplido su cometido. La gente se despedía con gusto y personas que no habían tenido la oportunidad de conocerse comentaban lo agradable que había resultado la experiencia. En la ceremonia de cierre todo eran porras, gritos de júbilo y alegría.

Cabe mencionar que algunos días después del evento, se llevó a cabo una reunión con la mayor parte de los facilitadores, en la cual, cada uno expresó su sentir y su visión de lo que había sucedido y podemos decir que más de uno salimos emocionados con lo ahí expresado, pero sobre todo salimos comprometidos para seguir trabajando en la implementación y difusión de actividades colaborativas en nuestra comunidad.

#### **4. Conclusiones**

El presente estudio, y en particular la experiencia del “Día de la Comunidad Tec” resultó de suma importancia para los autores y para la comunidad del Campus Cuernavaca, ya que nos permitió generar logros de tipo personal y de tipo insitucional de sumo valor para todos los involucrados.

En primer término validó la técnica de aprendizaje colaborativo en el aula y permitió su aplicación al ámbito insitucional-laboral logrando que los empleados y miembros de la Comunidad del Campus Cuernavaca aprendieran el valor de la colaboración para el logro de objetivos comunes. Podemos decir entonces que hemos logrado pasar del aprendizaje colaborativo al “trabajo colaborativo”, es decir, hemos aprendido las bondades de la técnica para llevarlas finalmente a su implementación en el trabajo.

En segundo lugar, el estudio demostró tal y como esperábamos, que un conocimiento más cercano de los otros, el fomento a la interacción y el establecimiento de metas comunes, facilitan la comprensión de la tarea y el establecimiento de metas y acciones específicas basadas en la colaboración y el compromiso.

En tercer lugar, la experiencia permitió generar un ambiente de apertura y colaboración en el cual los empleados y trabajadores miembros de la Comunidad del Campus Cuernavaca externaron ideas creativas para llevar a cabo mejor su tarea, al mismo tiempo que referendaron su vocación de servicio con el Campus y con la comunidad a la que éste sirve.

En cuarto lugar, como conclusión principal de este estudio es posible afirmar que se cumplió el objetivo del día de la comunidad TEC, esto es, sensibilizar a la comunidad de las bondades que tiene el tener a la colaboración como una filosofía de trabajo. Esto lo demuestran, en primer lugar, los comentarios y opiniones de los participantes durante las diferentes sesiones de trabajo y en segundo lugar, las opiniones de los profesores del Campus quienes fungieron como facilitadores de las dinámicas y observaron de primera mano los resultados de las dinámicas. Es importante mencionar, sin embargo, que las expectativas de futuro generadas por el “Día de la Comunidad Tec” fueron muy altas; que los miembros de la comunidad solicitan por parte de las autoridades el seguimiento y apoyo continuo de los esfuerzos para lograr que cristalicen los proyectos y las aportaciones producto de esta experiencia, y que es muy importante que dichas expectativas sean cumplidas para que el ánimo y la fe en la colaboración no se pierdan.

Finalmente como producto de este estudio y después de analizar los resultados, creemos que debemos seguir fomentando y difundiendo el trabajo colaborativo en nuestro Campus con el propósito de lograr una comunidad poseedora de una identidad regional de vanguardia, cada vez más integrada, más comprometida y orgullosa de su misión educativa.

#### **5. Referencias**

[1] Angelo, T.A. and Cross, K.P. Classroom Assessment Techniques: A Handbook for College Teachers. San Francisco: Jossey-Bass. (1993).

[2] Benware, C.A., and Deci, E.L. Quality of learning with an active versus passive motivational set. American Educational Research Journal, 21, 755-765 (1984).

[3] Bruffee, Kenneth A. Collaborative Learning. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press. (1993).

[4] Campbell, Wm. E., and Smith, Karl A. New Paradigms For College Teaching. Edina, MN: Interaction Book Company. (1997).

[5] Cooper, J.L., and Mueck, R. Student Involvement in Learning: Cooperative learning and college instruction. Journal on Excellence in College Teaching, 1, 68-76. (1990).



- [6] Cornesky, Robert. *The Quality Professor Implementing TQM in the Classroom*. Madison, WI: Magna Publications. (1993).
- [7] Cross, K.P. *Effective college teaching*. *ASEE Prism*, October, 27-29. (1991).
- [8] Johnson, David W., Johnson, Roger T. *Cooperation and Competition: Theory and Research*. Edina, MN: Interaction Book Company. (1989).
- [9] Johnson, David W.; Johnson, Roger T. Johnson, Edythe Johnson Holubec. "Basic Elements of Cooperative Learning" in: *Cooperation in the Classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company. <http://www.csudh.edu/dearhabermas/cooplrn.htm> (1991).
- [10] Johnson, David W., Johnson, Roger T., and Smith, Karl A. *Active Learning: Cooperation in the college classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company, (1991).
- [11] Johnson, David W., Johnson, Roger T., and Holubec, Edythe Johnson. *Advanced Cooperative Learning*. Edina, MN: Interaction Book Company. (1992).
- [12] Johnson, David W., Johnson, Roger T., and Holubec, Edythe Johnson. *Circles of Learning: Cooperation in the Classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company. (1993).
- [13] Johnson, David W., Johnson, Roger T. *Cooperative Learning: Where we have been, where we are going*. *Cooperative Learning and College Teaching*. (1993).
- [14]. Johnson, David W; Johnson, Roger T. Johnson y Edythe Johnson Holubec. *Los nuevos círculos de Aprendizaje. Cooperación en el salón de clases y en la escuela*. Asociación para la supervisión y desarrollo de programas de estudio. Alexandria, Virginia. EEUU. (1995).
- [15] Savater, Fernando. *Los Caminos Para la Libertad. Ética y Educación*. Ariel ITESM, México. (1999).
- [16] Slavin, Robert E. *Cooperative learning and student achievement*. *Educational Leadership*, 46(2), 31-33. (1988).
- [17] Slavin, Robert E. *Cooperative Learning Theory Research and Practice*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc. (1990).
- [18] Stahl, Robert J. *The Essential Elements of Cooperative Learning in the Classroom*. *ERI Digest*. ERIC Clearinghouse for Social Studies/Social Science Education Bloomington IN. [http://www.ed.gov/databases/ERIC\\_Digests/ed370881.html](http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed370881.html) (1994).

# EL PENSAMIENTO REFLEXIVO DE UN PROFESOR EN EL DISEÑO DE UN CURSO A DISTANCIA

**Teresa E. Almaguer Salazar**

El estudio del pensamiento reflexivo de los maestros reviste una importancia central en el diseño instruccional de cursos, pues da fundamento a las decisiones que se toman en el proceso de planeación e implantación de cursos y coadyuva a la calidad de los mismos. El presente caso estudia el pensamiento reflexivo de un profesor en su proceso de diseño de un curso a distancia con uso de tecnología, desde dos perspectivas: la manera en que dichos procesos de pensamiento se manifiestan en el curso que el profesor diseña, y la forma en que los participantes del curso, a saber: alumnos y asesoras de aprendizaje, perciben el citado diseño. Este curso se ofrece en la Maestría en Educación de la Escuela de Graduados en Educación, Universidad Virtual, ITESM. El pensamiento reflexivo del profesor, en la acción y sobre la acción del diseño de cursos, apoya la toma de decisiones informadas y acordes con la situación y su contexto. Este pensamiento reflexivo no se aboca a la aplicación de fórmulas estáticas para la solución de problemas, sino que da a cada situación particular el tratamiento que ésta reclama, lo cual se traduciría en diseños más flexibles. Las intenciones de lograr una educación a distancia centrada en el estudiante, se verían apoyadas por un modelo flexible de diseño que podría atender a múltiples estilos de aprendizaje de los alumnos y a sus respectivas necesidades educativas. Por otro lado, el pensamiento y la práctica reflexivos son temas presentes en la formación de docentes como una estrategia de apoyo para que los maestros desarrollen herramientas de auto-observación, metacognición y mejoramiento de su práctica profesional.

Palabras clave: Pensamiento reflexivo, diseño instruccional, educación a distancia.

## 1. Introducción

Los procesos de pensamiento en que se inscribe la actividad del maestro en su función de diseñador de cursos, pocas veces son estudiados, en la literatura revisada se presta más atención a la parte prescriptiva de la función docente en el diseño, que a la parte ideativa en que ésta se inserta. El pensamiento reflexivo del profesor en el diseño de cursos a distancia con uso de tecnología puede fundamentar las decisiones que se toman en el proceso de planeación, y orientar el abordaje flexible de los problemas que surgen en la implantación de dichos cursos. A la educación a distancia no le basta con trasladar los principios de la planeación vigentes en la educación presencial, sino que requiere la generación de teoría que surja de su propia situación (teoría basada en datos, o *grounded theory*), y que apoye al docente y al investigador en su comprensión y manejo de esta modalidad educativa. De acuerdo con Schön [1], la reflexión que se hace en y sobre la acción, permite que los profesionales enfrenten las situaciones divergentes de su práctica en una interacción transaccional con ella, esto es, tanto el profesional como la situación misma se van modificando como resultado de su influencia mutua.

El proceso de diseño de un curso involucra, entre otras cosas, la organización de las ideas que el profesor tiene sobre un área de conocimiento específico y la selección de contenidos y materiales, así como el planteamiento de actividades para facilitar el aprendizaje de la disciplina en cuestión. El profesor imprime a la organización de su curso el sello de su orientación pedagógica y, en el caso de la educación a distancia, le agrega el componente tecnológico que es medular para su diseño. Esta organización podría tener como base una estructura flexible del diseño la cual sería dictada por los procesos de pensamiento reflexivo del profesor, mismos que evolucionan a lo largo del proceso de diseño. Los diseños emergentes y flexibles dan cabida a soluciones tentativas que responden a una mayor diversidad de necesidades de los aprendices y a situaciones imprevistas que pudieran surgir en la implantación de un curso.

La relación que se establece entre el profesional y la situación problemática es transaccional, es decir, moldea la situación en una “conversación reflexiva” con ella, Schön [2], de manera que sus modelos de comprensión y sus valoraciones también se modifican en función de las respuestas que la situación le devuelve al ser transformada. De aquí se desprende que la estructura del diseño podría ser modificada de acuerdo a los resultados de esa conversación reflexiva, considerando, además, las necesidades emergentes de los alumnos inscritos en un curso, las cuales surgen durante la impartición del mismo.

El estudio del pensamiento reflexivo del profesor podría entre otras cosas:

- (a) Generar datos que apoyen a futuros maestros diseñadores a crear estructuras de diseño emergentes y flexibles que potencien el aprendizaje centrado en el alumno y se adapten a los imprevistos de la implantación de un curso;
- (b) Sentar las bases para la creación de un “menú” de estilos de pensamiento reflexivo, asociados a diversos estilos de diseño instruccional, en los que puedan apoyarse los maestros al diseñar cursos;
- (c) Orientar futuras investigaciones que conduzcan a la flexibilización del diseño instruccional de cursos a distancia.

## **2. Metodología**

Esta investigación naturalista (cualitativa), empleó diversos principios para la caracterización del pensamiento del profesor y ensambló una serie de elementos metodológicos para la construcción de la validez del estudio, ensamblaje que puede ser replicado en otras investigaciones. Se empleó la observación participativa de la investigadora quien, en su papel de persona como instrumento, actuó como una interlocutora reflexiva del profesor en el proceso de recopilación, cotejo y análisis de los datos. Se aplicó la codificación y categorización del pensamiento del profesor, de los alumnos y de las asesoras del curso, de acuerdo a los patrones emergentes en el análisis reiterativo de los datos y con base en la propuesta de codificación de Dey [3]. Se realizó la formulación y aplicación del esquema SUPRA, con el cual se analizaron los supuestos básicos, los pensamientos reflexivos y las acciones del profesor, y se interconectaron de acuerdo a como se manifiestan en las decisiones particulares que tomó sobre el diseño de su curso.

En el período comprendido entre junio de 2001 y marzo de 2002, la investigadora realizó entrevistas a profundidad y entrevistas de cotejo con el profesor titular del curso, y entrevistas semiestructuradas con dos asesoras (tutoras) del curso. En octubre de 2001, durante la impartición del curso estudiado, se aplicó un cuestionario abierto a 54 estudiantes inscritos en éste; el mismo cuestionario adaptado fue contestado por 4 asesoras. Durante la impartición del curso, en el semestre de

agosto a diciembre de 2001, se analizaron los correos electrónicos intercambiados entre el profesor, sus alumnos y las asesoras. En este mismo periodo se recogió y analizó información de las juntas presenciales del profesor, las asesoras y su equipo docente. Asimismo se analizaron los documentos del curso colocados en la plataforma tecnológica *Blackboard*. Para obtener esta información, la investigadora planeó un diseño de investigación emergente, el cual podría modificarse sobre la marcha, utilizó métodos cualitativos bajo el enfoque de la indagación naturalista, y llevó un diario reflexivo donde recopiló sus decisiones metodológicas relativas a esta investigación. Esta información permitió la caracterización del pensamiento reflexivo del profesor y de ella emergieron patrones y categorías de pensamiento que dieron forma a este estudio de caso y al análisis final del mismo (Figura 1).

En el proceso de las entrevistas a profundidad la investigadora desempeñó el rol de interlocutora reflexiva del profesor. Esto significa que la investigadora planteó preguntas al profesor que le propiciaron diversas reflexiones sobre su proceso de diseño instruccional de su curso. La investigadora realizó la caracterización del pensamiento del profesor mediante el análisis reiterativo de la información recabada en dichas entrevistas. De acuerdo con Lincoln y Guba [4] el investigador y los respondientes, juntos, crean los datos de la investigación en un proceso de moldeamiento mutuo.

La aplicación del esquema SUPRA (supuestos, pensamiento reflexivo, acciones), así como la categorización del pensamiento del profesor, fueron emprendidas por la investigadora en forma paralela, desde la fase de recopilación de datos, lo cual permitió que emergieran elementos y patrones reiterativos que se fueron perfilando en categorías del pensamiento del profesor. En su conjunto, este proceso de análisis permitió caracterizar el pensamiento del profesor y ver la forma en que dicho pensamiento se manifestó en el diseño de su curso. Los resultados de esta investigación fueron después apoyados por los datos recogidos de otras fuentes, que coadyuvaron a la triangulación de la información original sobre el pensamiento del profesor, y que contribuyen a afianzar la validez del estudio (Tabla 1).

**Tabla 1.** Triangulación de las categorías y los instrumentos en las fuentes investigadas

Categoría		Cambio	Autonomía	Reflexión	Proceso	Flexibilidad
Fuente						
Profesor						
Entrevista		▲	▲	▲	▲	▲
Alumnos						
Cuestionario		▲	▲	▲	▲	
Asesoras						
Cuestionario			▲	▲		
Asesora	1					
Entrevista		▲	▲	▲	▲	
Asesora	2					
Entrevista			▲	▲		
Mensajes						
Correo						
Electrónico			▲	▲	▲	▲
Juntas	Equipo					
Docente		▲	▲	▲	▲	▲

Diario Reflexivo de la Investigadora	▲	▲	▲	▲	▲
Esquema SUPRA	▲	▲	▲	▲	▲
Análisis de Documentos	▲	▲	▲	▲	▲

Nota: Categorías que emergieron de las entrevistas a profundidad sostenidas con el profesor, y trianguladas con los alumnos y las asesoras a través del análisis de cuestionarios, entrevistas, correos, juntas, diario reflexivo, esquema SUPRA, y documentos del curso.

### 3. Resultados y discusión

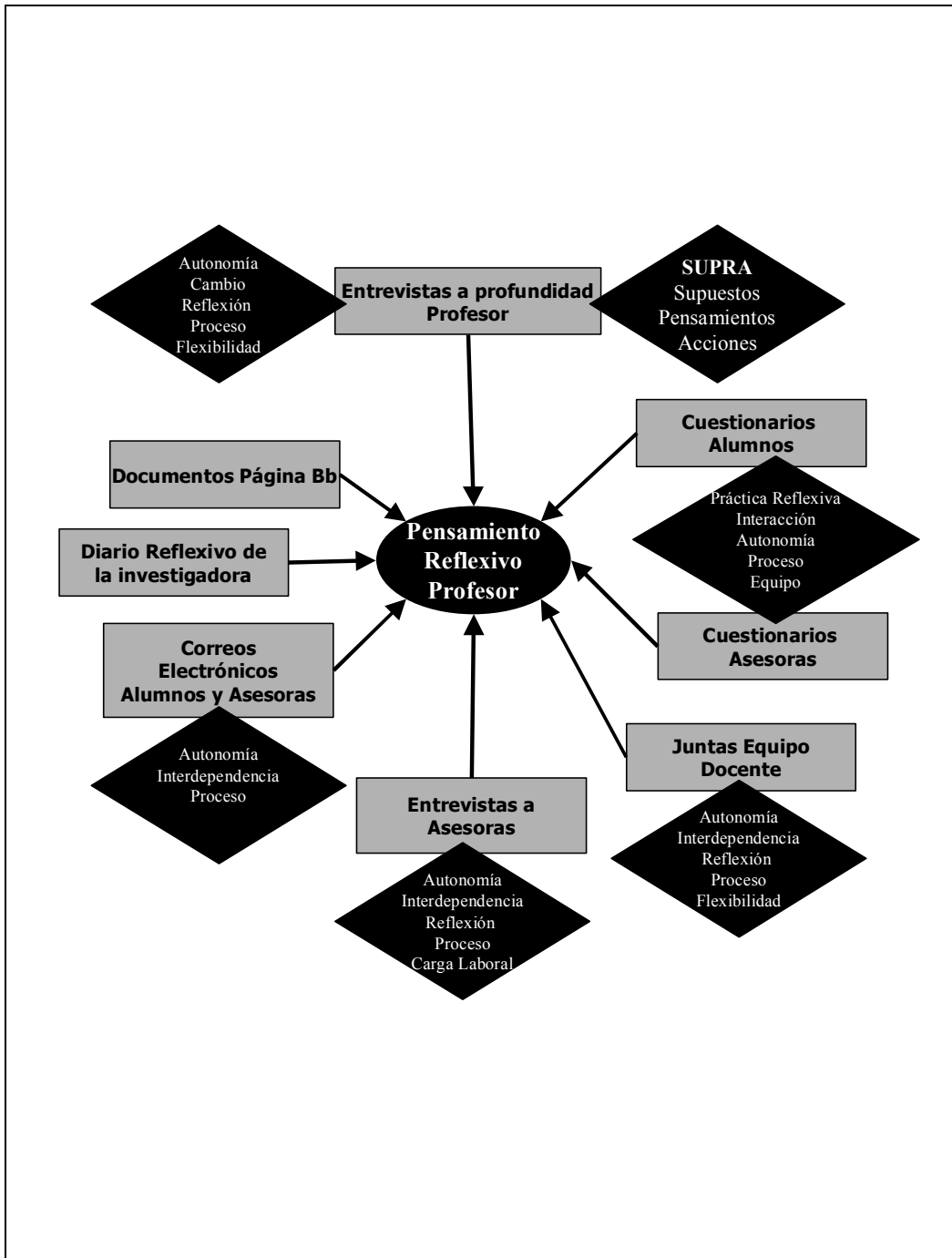
El análisis del pensamiento del profesor se organizó desde dos perspectivas: con base en la identificación de categorías y patrones de pensamiento, y con base en los supuestos básicos que sustentan a su pensamiento, y al pensamiento reflexivo y las acciones que lo representan. La caracterización del pensamiento del profesor fue apoyada mediante el análisis de las categorías que emergieron de las otras fuentes consultadas en torno al mismo tema, para llevar a cabo la triangulación de la información. Los resultados de este estudio generaron categorías e hipótesis de trabajo que se articulan en una teoría basada en datos, la cual apoyan la comprensión del fenómeno estudiado.

**Categorización del pensamiento del profesor:** El análisis reiterativo de los datos de este estudio y de los patrones de pensamiento derivados de ellos, vertió la identificación de cinco categorías principales cuyas definiciones aparecen a continuación:

1. **Autonomía:** crear las condiciones para que los alumnos desarrollen la habilidad de trabajo independiente e interdependiente, y para que puedan cambiar la realidad concreta en su ámbito inmediato de trabajo.
2. **Cambio:** un curso debe sentar las bases para que los alumnos puedan operar un cambio en su propia práctica profesional mediante el cumplimiento de cuatro aspectos:
  - a) desarrollar autonomía personal,
  - b) manejar la teoría como herramienta,
  - c) desarrollar la capacidad para definir problemas, y
  - d) presentar de manera independiente una postura profesional.
3. **Reflexión sobre la práctica:** supone un conocimiento y análisis de la propia práctica con un enfoque flexible sobre la labor que un profesional desempeña, acotado por el contexto social donde la práctica tiene lugar
4. **Proceso de Aprendizaje:** consiste en evaluar el proceso de aprendizaje que los alumnos siguen en la colaboración, no tanto los productos de su trabajo
5. **Flexibilidad:** el diseño del curso debe ser flexible en dos aspectos centrales: los postulados teóricos que contiene y la herramienta tecnológica que utilizan los alumnos para sus interacciones y sus actividades de aprendizaje.

Las categorías práctica reflexiva y autonomía constituyen el eje del pensamiento del profesor y subyacen a las otras categorías de su pensamiento. Las subcategorías restantes se combinan con estas dos para dar forma a los patrones recurrentes del pensamiento del profesor en torno al diseño de su curso. Los datos recogidos en esta investigación sugieren una consistencia en el pensamiento del profesor sobre el diseño de su curso, ya que la práctica reflexiva y la autonomía son consideradas por el profesor desde todos los ángulos del diseño, así como durante la operación del curso. Estas categorías de pensamiento emergieron en los distintos escenarios donde se recopiló información directa del

profesor, a saber: en las entrevistas a profundidad, en las entrevistas de cotejo, en los correos electrónicos y en las juntas con su equipo docente (Figura 1). Las categorías emergentes fueron reiterativas en el pensamiento del profesor desde la fase de diseño del curso, hasta la implantación y evaluación del mismo. Esto es, ambas categorías aparecen en forma longitudinal y transversal en todas las fases de esta investigación.



**Figura 1.** Fuentes, instrumentos y categorías: pensamiento reflexivo del profesor

La categoría de la práctica reflexiva es central en el pensamiento del profesor. El profesor opera bajo los principios de reflexión en la práctica y sobre la práctica y busca promoverlo en sus alumnos a través del diseño de su curso. Sobre este tema, Schön [5] sostiene que los profesionales deben aprender a plantear y replantear los problemas a menudo complejos y ambiguos que enfrentan, poner a prueba varias interpretaciones y, como resultado de este proceso, modificar sus acciones. Esta práctica es consistente con la noción de acción reflexiva propuesta por Dewey [6], la cual se refiere a la implantación de soluciones una vez que los problemas han sido pensados y analizados cuidadosamente.

Esta investigación identificó, asimismo, la categoría de autonomía como el segundo pilar sobre el que se cimienta el pensamiento del profesor en torno al diseño de su curso. El profesor busca fomentar la autonomía de los alumnos desde el diseño de las actividades y subactividades de aprendizaje. Para algunos investigadores, apuntan Paris, Byrnes y Paris [7], la orientación independiente hacia la tarea proviene de la variedad, la diversidad, el reto y significado de las actividades. Las subactividades en este curso, tanto individuales como en equipo, presuponen para el alumno la búsqueda autónoma de información y la indagación de campo en su entorno inmediato. La actividad final del curso, que consiste en construir una postura personal sobre la práctica profesional, requiere del alumno una serie de subactividades en las cuales debe conducirse en forma independiente, primero, e interdependiente después para, de acuerdo al pensamiento del profesor, lograr actitudes y comportamientos más autónomos. Los estudiantes aprenden estrategias autorreguladoras de diversas maneras. Pueden aprenderlas, de acuerdo con Paris, Byrnes y Paris [7], mediante la invención o la instrucción, a veces se les enseña a resolver problemas; en otras ocasiones, ellos descubren rutas heurísticas de solución que se adaptan a su estilo personal, y en otras más, emplean enfoques idiosincrásicos para llegar a la meta.

**El esquema SUPRA:** La organización del pensamiento del profesor con base en los supuestos básicos que lo sustentan y al pensamiento reflexivo y las acciones que lo representan, puso de manifiesto un movimiento pendular de su pensamiento, que va desde las ideas a la acción, se modifica por la experiencia, regresa a las ideas, y resurge de éstas modificado. Esto se repite en forma reiterativa pero sigue una trayectoria en espiral, pues las ideas no permanecen estáticas sino que evolucionan como resultado de la acción-reflexión (Figura 2). Este proceso es consistente con la teoría de la reflexión en la acción y sobre la acción propuesta por Schön [8], quien plantea que la reflexión en la acción y sobre la acción, se deriva de la construcción y reconstrucción de la experiencia profesional. Esto contrasta con la aplicación de la racionalidad técnica o científica, la cual ofrece una solución instrumental de problemas mediante la aplicación de un conocimiento teórico y técnico previamente disponible, que procede de la investigación científica, Contreras [9].

<p><b>Supuesto:</b> el alumno debe ser un profesional reflexivo en su práctica.</p> <p><b>Pensamiento:</b> el alumno debe conocer el contexto inmediato de su práctica profesional y tomar acciones para mejorar esta última.</p> <p><b>Acción:</b> que las actividades del curso estén ligadas al trabajo profesional de cada alumno. Las actividades del curso se organizan en cuatro ejes temáticos de acuerdo al trabajo del alumno. Cambiar el enfoque de lo micro a lo macro.</p>
<p><b>Supuesto:</b> la interdependencia vía la interacción conduce a la autonomía de los alumnos.</p> <p><b>Pensamiento:</b> la autonomía del alumno se fomenta aprovechando una característica de la educación a distancia: interactuar con gente diferente.</p> <p><b>Acción:</b> rotación de asesoras durante el curso.</p>

**Figura 2.** Representación del esquema SUPRA

Una de las ideas centrales encontradas en el pensamiento reflexivo del profesor, es la de fomentar la autonomía de los alumnos a través del diseño e implantación del curso. Un ejemplo de esto pudo observarse en el comienzo de la impartición del curso, aquí el profesor centralizó la operación para

dar a los alumnos las herramientas tecnológicas con las cuales pudieran luego desempeñarse en forma autónoma. El pensamiento del profesor a este respecto es que él fomenta la autonomía también desde la perspectiva de manejo de la tecnología, él mismo conduce ejercicios de ensayo-error con los alumnos, hasta que logran el dominio de alguna herramienta tecnológica, de esta forma ya podrán desenvolverse por sí solos. En esta medida, se observa en la acción un pensamiento del profesor sobre la autonomía de los alumnos. McCaslin & Good [10] proponen el concepto de correulación, en el que los maestros y otras figuras en la vida del aprendiz deben estructurar relaciones y oportunidades en el ambiente de aprendizaje, que faciliten al estudiante la internalización de apoyos sociales, y promover lo que se conoce como aprendizaje adaptativo.

**Las percepciones de los alumnos sobre el diseño del curso:** Esta investigación recogió información de los alumnos sobre las categorías emergentes en el pensamiento del profesor, las cuales fueron debidamente analizadas. En este apartado se hace mención de las dos categorías identificadas como centrales: Práctica reflexiva y Autonomía. Aunque se encontró coincidencia entre la percepción de los alumnos y el pensamiento del profesor respecto al diseño del curso, las subcategorías que emergieron en el pensamiento de los alumnos se mueven en direcciones muy diversas, además de aquellas trazadas en el pensamiento del profesor.

Los alumnos, en materia de práctica reflexiva, manifiestan que el curso los conduce a la reflexión sobre su práctica, mediante el conocimiento y análisis de su experiencia profesional en su entorno inmediato. Como parte de las actividades del curso, los alumnos salen a su medio, lo investigan y recopilan información del mismo para después analizarla y generar hipótesis sobre ella. Las diferentes perspectivas teórico prácticas que el curso les ofrece, les dan ideas de soporte a sus reflexiones y les permite reconocer la importancia del contexto en la educación. En lo que hace a la práctica reflexiva del alumno, un alumno convencional, acostumbrado a aprender conceptos para aplicarlos en la práctica, tiene que emprender un cambio de perspectiva para convertirse en un agente activo que conceptualiza su práctica, reflexiona sobre ella, opera cambios en ella y vuelve a reformular una noción sobre ésta. Sobre las características del aprendiz, Kolb [11], propone que la orientación hacia la observación reflexiva se enfoca en la comprensión del significado de las ideas, es decir se enfatiza la comprensión en lugar de la aplicación práctica. De acuerdo con Jarvis [12], la reflexión puede considerarse como un proceso individual y subjetivo de investigación en el que se establecen principios y se recopila información sobre problemas.

En las percepciones de los alumnos, la autonomía se promueve en el curso mediante la libertad de pensamiento, acción, y toma de decisiones. Asimismo, para ellos, la autorreflexión conduce a la autonomía y es en el trabajo individual en donde ambas se ejercen. La autonomía, estudiada en el pensamiento de los alumnos mediante la aplicación de un cuestionario, fue la categoría de la cual emergió un mayor número de subcategorías de las cuales, a su vez, se derivó una diversidad de acepciones sobre la misma. La autonomía de los alumnos presupone una autorregulación del aprendizaje. La autonomía concurre con el aprendizaje autodirigido o autorregulado definido por Brooks, Nolan y Gallagher [13] como un autocontrol activo y dirigido hacia metas, de la conducta, la motivación y la cognición para actividades académicas, emprendido por un estudiante.

La evidencia recogida en esta investigación sobre las percepciones de los alumnos respecto al curso, sugiere una discrepancia en la forma en que ellos y el profesor conciben la autonomía. Mientras que para el profesor la interdependencia es una condición que fomenta la autonomía y que se promueve mediante el trabajo en equipo, para los alumnos, es el trabajo individual el que fomenta la autonomía. Las categorías y subcategorías que emergieron en las respuestas de los alumnos sobre el tema de la autonomía, consideran que el trabajo en equipo se las coarta. De acuerdo a la investigadora, estas categorías parecían apuntar hacia una hipótesis de trabajo: los alumnos interpretan la autonomía como independencia total, mientras que el profesor la concibe como interdependencia. En este contexto, la interdependencia se entiende como dependencia recíproca con los otros, lo cual condujo a la investigadora a dimensionar su recién expresada hipótesis: los alumnos de este curso no perciben que



se fomente la autonomía en el trabajo en equipo por una posible razón conceptual: no consideran que la interdependencia involucre autonomía.

**La percepción de las asesoras sobre el diseño del curso:** Otros hallazgos de esta investigación, recopilados en los cuestionarios y las entrevistas de las asesoras, señalan que ellas identifican la autonomía de los alumnos en términos de la realización de actividades de aprendizaje. Las asesoras afirman que en este curso los alumnos son libres para desarrollar sus actividades, aunque éstas tienen ciertos lineamientos, así como para elegir problemas y materiales para resolverlos. La autonomía de los alumnos se ejerce también en la construcción de una postura personal sobre su práctica profesional. El análisis de las categorías de pensamiento de las asesoras sobre el tema de la autonomía, sugirió a la investigadora una hipótesis emergente de trabajo: para las asesoras, la autonomía que se promueve en el curso tiene un cariz más procedimental que actitudinal. Esta hipótesis parece sugerir que las asesoras conciben la autonomía de los alumnos como supeditada al tipo de relación que los alumnos establecen con ellas y a la forma en que los alumnos realizan sus tareas, más que a las actitudes y habilidades de autonomía que el profesor busca fomentar en los alumnos mediante el diseño del curso.

Respecto a la categoría de la práctica reflexiva, las asesoras identificaron que ésta se promueve en el curso mediante las actividades en las que el alumno hace indagaciones sobre su práctica profesional directamente en su entorno. Estas búsquedas se apoyan con asesorías metacognitivas mediante preguntas detonantes que promueven la reflexión, estas preguntas no buscan respuestas concretas sino que sirven de guía para la reflexión. Los alumnos confundían sus preocupaciones personales con los aspectos socioculturales que afectan su práctica educativa, y las asesoras, mediante la técnica de la pregunta y la mayéutica, los iban guiando para que reflexionaran y lograran esa distinción.

### **3. Conclusiones**

El análisis del pensamiento del profesor en esta investigación, sugiere que el profesor tiene una concepción actitudinal de la autonomía y la práctica reflexiva, mientras que los alumnos y las asesoras poseen una noción más procedimental de estas categorías meta del profesor, lo cual tal vez obedece a la naturaleza del rol que desempeñan con los alumnos tanto el profesor como las asesoras de aprendizaje. Aunque el profesor titular del curso pretende que la relación de las asesoras con los alumnos sea más de interacción que de evaluación, los datos sugieren que los alumnos forman parte de una cultura muy controlada por las calificaciones; en consecuencia, las asesoras sirven de guía en las actividades de aprendizaje, esclarecen dudas, orientan las búsquedas de materiales y, finalmente, evalúan y califican las tareas de los alumnos. Tal parece que estos alumnos provienen de una tradición en que siguen instrucciones pero no eligen la forma de llevarlas a cabo, de ahí las discrepancias entre los alumnos, el profesor y las asesoras sobre la autonomía y la práctica reflexiva.

El pensamiento reflexivo del profesor en su papel de diseñador de un curso podría encontrar más eco al fomento de actitudes en sus alumnos, tales como la autonomía y la práctica reflexiva, si se asegura que comparten los mismos conceptos sobre éstas. La discrepancia conceptual entre el profesor y los alumnos puede provocar resistencia en los alumnos a asumir como propias esas actitudes, y a emprender acciones que las pongan en práctica.

El asesor, en el proceso de cambio de funciones (de tutor que dirige, a asesor que orienta), requiere una modificación de su pensamiento sobre el desempeño y aun de su identidad laboral. El asesor de aprendizaje requiere desaprender su papel tradicional de tutor cuya principal función es revisar

los trabajos del alumno, y convertirse en un asesor que da seguimiento al proceso de aprendizaje de éste. La evaluación del proceso de aprendizaje requiere un cambio de mentalidad por parte del asesor de aprendizaje, quien proviene de una tradición de evaluar resultados o productos.

En el aspecto metodológico, de este estudio naturalista de caso se derivan tres implicaciones: Primero, la intervención de una interlocutora reflexiva es fundamental para recopilar datos sobre el proceso de pensamiento reflexivo del profesor, para hacerlo conciente de su proceso y para que éste pueda ser documentado y reproducido en otros estudios. Segundo, para emprender el diseño emergente de una investigación es necesario que la persona que la conduce tenga una disposición flexible y que su estudio tenga la plasticidad para irse modificando en paralelo a los cambios de rumbo que dictan los datos. Tercero, la disposición y colaboración del informante principal en un estudio naturalista de caso, y la relación de trabajo que se establece con su interlocutora reflexiva, son dos elementos medulares para la conducción de una investigación que provea información abundante para la generación de teoría basada en datos.

#### **Las limitaciones de este estudio:**

- a. Naturaleza del tema y análisis de los datos: estudiar el pensamiento reflexivo es una tarea sumamente compleja, dada la naturaleza abstracta, y por tanto evasiva, del tema.
- b. Caso único: el estudio de caso único, aunque es una técnica que permite conducir investigaciones de mucha profundidad, no ofrece la diversidad de perspectivas que podrían permitir al investigador hacer comparaciones entre distintas situaciones
- c. Saturación: La codificación y categorización de los datos recopilados en esta investigación que se propuso generar teoría basada en datos, se concluyó después de la revisión exhaustiva de la información, bajo el principio de saturación, a criterio de la investigadora.
- d. Generalización limitada: La presente investigación es un estudio de caso realizado con un enfoque naturalista, que por la esencia misma de sus premisas y su metodología, no puede generalizarse de manera irrestricta.

## **5. Referencias**

- [1] Schön, D.A. *El profesional reflexivo*. Paidós. Barcelona, España. (1998).
- [2] Schön, D.A. *The Reflective Turn*. Teachers College Press. New York, EUA. (1991).
- [3] Dey, I. *Grounding Grounded Theory*. Academic Press. San Diego, California, USA. (1999).}
- [4] Lincoln, Y.S., & Guba, E.G. *Naturalistic Inquiry*. Sage. Beverly Hills, California, USA. (1985).
- [5] Schön, D.A. *Educating the Reflective Practitioner*. Presentation to the 1987 meeting of the American Educational Research Association Washington, D.C. USA. (1987). [En red] Disponible en: <http://hci.stanford.edu/other/schon87.htm>
- [6] Dewey, J. *Cómo pensamos*. Paidós. Barcelona, España. (1989).
- [7] Paris, S.G., Byrnes, J.P. & Paris, A.H. Constructing Theories, Identities, and Actions of Self-Regulated Learners. En B. J. Zimmerman & D.H. Schunk (Eds.) *Self-Regulated Learning and Academic Achievement*. (pp. 253-282).: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Mahwah, New Jersey, USA. (2001).
- [8] Schön, D.A. *La formación de profesionales reflexivos*. Paidós. Barcelona, España. (1992).
- [9] Contreras, J. *La autonomía del profesorado*. Morata. Madrid, España. (1997).
- [10] McCaslin, M., & Hickey, D.T. Self-Regulated Learning and Academic Achievement: A Vygotskian View. En B. J. Zimmerman & D.H. Schunk (Eds.) *Self-Regulated Learning and Academic Achievement*. (pp. 227-249). Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Mahwah, New Jersey, USA.

- (2001).
- [11] Kolb, D.A. *Experiential Learning*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. (1984).
  - [12] Jarvis, P. *The Practitioner-Researcher*. Jossey-Bass. San Francisco, California. USA. (1999).
  - [13] Brooks, D., Nolan, D., & Gallagher, S. Web-teaching. (2000). [En red] Disponible en:  
<http://dwb.unl.edu/Book/Ch09/Chapter09w.html>

# TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES PARA EL TRABAJO Y APRENDIZAJE COLABORATIVO (TIC-TAC).

Rodrigo Regalado García, Guillermo Alfonso Parra Rodríguez  
*Centro de Investigación en Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información  
CITTI, ITESM Campus Ciudad de México*

Este manuscrito describe el programa Tecnologías de Información y Comunicaciones para el Trabajo y Aprendizaje Colaborativo, **TIC-TAC**, así como sus avances. Es una iniciativa del Centro de Investigación en Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CITTI) del ITESM, Campus Ciudad de México. Este proyecto surgió como una respuesta alternativa tanto al rezago que presenta el Sistema Educativo Mexicano como a los problemas estructurales de las comunidades. Entre estos problemas se encuentran la dispersión poblacional, el aislamiento, y la brecha tecnológica que prevalece en diversos sectores de la población. El modelo del proyecto enfatiza el uso de las Tecnologías de Información en los sistemas de enseñanza-aprendizaje modernos, dirigido principalmente a estudiantes mexicanos de escasos recursos económicos que cursan la educación básica. Para su desarrollo e implantación, **TIC-TAC** está conformado por tres áreas: análisis pedagógico, desarrollo de software e instalación y capacitación. Estas tres áreas se conjugan a través de la creación de un conjunto de programas computacionales que estimulan el desarrollo de habilidades cognoscitivas en los niños tales como atención-concentración, creatividad, orientación espacio-temporal, motricidad, razonamiento matemático, lógico y verbal. Estos programas encuentran sustento en el modelo constructivista de aprendizaje, ya que mediante el uso de computadoras y otros medios de información, se fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y la comunicación entre alumnos y profesores<sup>[1]</sup>. Debido a sus características, este software se desarrolló utilizando Java y Flash, así como el sistema operativo Linux. De esta forma, se alcanzan las necesidades tecnológicas y económicas que el proyecto requiere. La primera red piloto está en su fase de instalación en la escuela primaria Teófilo Álvaro Borboa, localizada en la Delegación Tlalpan, México D.F. El proceso necesario previo a la implantación de esta red, así como las actividades que esto conlleva serán expuestos con el fin de presentar las metas, logros y dimensiones del proyecto.

## 2. INTRODUCCIÓN

El proyecto *Tecnologías de la Información y de Comunicaciones en el Trabajo y Aprendizaje Colaborativo TIC-TAC* propone un modelo de enseñanza-aprendizaje, colaborativo, con sustento en el modelo constructivista de aprendizaje y con capacidades de crecimiento derivadas del uso del software libre. A diferencia del modelo tradicional de enseñanza, en el modelo constructivista el aprendizaje es visto como un proceso personal, reflexivo y transformativo, en donde los estudiantes son motivados a analizar de manera crítica, a descubrir relaciones y patrones, comparar, contrastar y transformar la información en algo nuevo <sup>[2]</sup>. Como parte del modelo constructivista, se ha planteado la necesidad de utilizar la tecnología computacional como apoyo en la educación. Vale la pena señalar que el simple uso de la computadora en el aula no implica el uso de las nuevas técnicas de aprendizaje. Sin embargo, las computadoras y las nuevas tecnologías contribuyen en la generación de un ambiente interactivo, favoreciendo así la implantación del método de aprendizaje constructivista.

Por otro lado, al hablar de software libre no se debe asociar con aquel que no cuesta. En realidad el software libre es aquel que se puede distribuir de manera gratuita pero que además se tiene acceso al código fuente del programa. Partiendo de estas ventajas, se utiliza Java para el desarrollo de aplicaciones, pues además es un lenguaje versátil y compatible con varias arquitecturas. Sin embargo, pero de forma paralela, se utiliza el popular programa Flash de la empresa Macromedia para la creación de algunas aplicaciones debido a su facilidad para crear aplicaciones multimedia. Por otro lado y siguiendo la utilización de software libre, se hace uso extensivo del sistema operativo Linux, disponible para varios tipos de computadoras y cuyo sistema de archivos es compatible con el de los principales sistemas operativos comerciales. De esta forma, **TIC-TAC**, pretende complementar la educación básica en México, en zonas de baja densidad de población y/o con bajos recursos económicos, al mismo tiempo que fomenta el uso de plataformas tecnológicas alternas a aquellas propuestas por los proveedores tradicionales. Partiendo de este esquema, se puede influir en la disminución de la deserción escolar

debido a que los alumnos llevan un ritmo de trabajo apropiado y no necesitan desplazarse a lugares físicos apartados. De esta forma, se aumenta la posibilidad de que un mayor número de niños terminen sus estudios medios y superiores. Adicionalmente, es una iniciativa que se enmarca en el llamado que realiza el Sistema ITESM en su misión para el año 2005, la cual plantea formar personas comprometidas con su comunidad y que fomenten el desarrollo del país.

Ante la situación expuesta anteriormente, el Centro de Investigación en Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (**CITTI**) del Campus Ciudad de México del Sistema ITESM, impulsa el desarrollo del proyecto **TIC-TAC**. El propósito de **TIC-TAC** es el contribuir al desarrollo educativo y tecnológico de la comunidad.

En el presente documentno se plantean los lineamientos que han conducido al gradual desarrollo del proyecto **TIC-TAC**. El mismo está fundamentado en un análisis pedagógico profesional que permite conocer las necesidades educativas infantiles en México. Se presenta una metodología para la implantación del proyecto en las escuelas de educación básica. Posteriormente, se hace una revisión del software desarrollado incluyendo algunas pantallas de muestra y se finaliza con la exposición de resultados obtenidos tras la segunda fase de implantación del mismo.

### 3. Objetivos del programa

El objetivo principal de **TIC-TAC** es efectuar una contribución al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje el cual incorpore las nuevas tecnologías de información y de telecomunicaciones. **TIC-TAC** debería lograr lo siguiente:

- Facilitar el acceso a recursos educativos, mediante las Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones, a personas que habitan en zonas de baja densidad de población y/o bajos recursos
- Contribuir en la disminución de la deserción escolar ocasionada por la falta de recursos didácticos apropiados
- Estimular en los niños la adaptabilidad a las Tecnologías de la Información existentes
- Incentivar la participación de la comunidad en su propio desarrollo

### 4. Antecedentes: Proyectos similares a nivel mundial

Dentro del marcado incremento en el uso de las tecnologías de la información para fines educativos, los países iberoamericanos han desempeñado un papel relevante. Como un ejemplo, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte español lanza en 1998 el PNTIC (Programa de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicaciones), en el cual se utiliza la tecnología como una herramienta para la solución de problemas como el rezago educativo en las comunidades rurales, cubierto por el subprograma de Aldea Digital [3]. Aldea Digital basa sus operaciones en un campus virtual que a su vez está compuesto por Centros Rurales Agrupados y por Centros Rurales de Innovación Educativa. Esto se hace con el objeto de potencializar los entornos de aprendizaje, materializando un espacio para la formación y comunicación que consolide los conocimientos adquiridos. Dentro del PNTIC también se encuentra el proyecto Mentor, el cual es un sistema de formación abierta, libre y a distancia, fundamentado en una plataforma de formación avanzada que permite el estudio de la oferta formativa existente con independencia del lugar en el que se encuentre el alumno, horario y ritmo de estudio. Redes en Educación es otro de los planes del Ministerio español. Su objetivo es incrementar el grado de

autosuficiencia tecnológica en los centros educativos de educación primaria y secundaria y avanzar en el proceso de inmersión de las organizaciones escolares en la sociedad de la información siendo su principal recurso Internet.

Como alternativas a la opción del ministerio, surgen diversas propuestas como es el proyecto Grimm [4], que está caracterizado por ser bicultural (Español / catalán) y se encuentra enfocado a niños de 1 a 6 años. La aportación de este proyecto se remonta a la creación de un espacio interactivo, libre y divertido, donde se fomente la creatividad, mediante juegos didácticos en línea, comunicación Interactiva utilizando *chat* y correo electrónico.

En América Latina, se puede señalar a Colombia, país que cuenta con un programa denominado Ludomática[5] basado en la transformación educacional lúdica, creativa e interactiva. Ludomática va dirigido a niños de entre 7 y 12 años y su atractivo es la Ciudad Fantástica que es un software didáctico y abierto. Su método de trabajo es distribuir el paquete de programas y el sistema de capacitación (mediante guías ludo-pedagógicas, talleres creativos y proyectos colaborativos) a escuelas primarias de toda la nación.

En el plano de la tecnología educativa, México está llevando a cabo el proyecto Red Escolar de manera conjunta con Edusat. Red Escolar tiene como propósito proveer el acceso a la información a alumnos y docentes, con el uso de recursos como bibliotecas a través de Internet, discos interactivos y comunicación mediante el correo electrónico. El trabajo de Edusat, a diferencia de los programas mencionados anteriormente, es resultado del esfuerzo conjunto de varias naciones Centroamericanas y del Caribe, así como de Estados Unidos, Colombia, Ecuador, Venezuela y México. En la Red Satelital de Televisión Educativa existen ocho canales de televisión que tienen programación científica y tecnológica. Cabe destacar que en los inicios de Red Escolar se empleó Windows como sistema operativo, requiriéndose un servidor que conectara una LAN. El costo estimado ascendía a aproximadamente \$55 USD por computadora (incluyendo ambiente operativo y Office), más la licencia de WinNT, alrededor de \$500 USD. El proyecto contemplaba conectar unas 6 estaciones de trabajo por laboratorio en 120,000 escuelas de Educación Básica en México. Al encontrarse con tan altos costos, así como con la dificultad de administrar centralmente tantos equipos, manejar a los usuarios, detener y controlar ataques por virus, mantener la estabilidad del sistema operativo, manejar la obsolescencia del equipo por actualizaciones de las aplicaciones, entre otros, se desprendió la necesidad de utilizar otro esquema, por lo que se optó por el software libre (Open Source) y como sistema operativo se eligió a Linux. Desde ese momento el proyecto de Red Escolar se transforma en Red Escolar Linux [6]. La diferencia principal entre el proyecto TIC-TAC y el de Red Escolar Edusat, es que en el primero se utiliza un software educativo adaptado a las características culturales e ideológicas de los niños mexicanos, mientras que Red Escolar, no hace software sino que se encarga de la distribución de computadoras con Linux, así como de la interconexión vía satélite de escuelas rurales para transmitir programas televisivos.

Por su parte, la UNESCO, consecuente con su cometido de fomentar el uso de las tecnologías de la información y de telecomunicaciones, ha diseñado diversos programas como *Educación para Todos* [7], que va dirigido a la creación de nuevas formas de enseñanza a distancia, fundamentalmente para la formación básica de educandos, así como para la creación de redes institucionales para la capacitación del profesorado. Otro cometido de este proyecto es el establecimiento, mejora y ampliación de bibliotecas electrónicas como instrumentos didácticos. Además, desarrolla estrategias para la complementación de la pedagogía con la tecnología, haciendo hincapié en el autoaprendizaje, interacción en el aula y acceso de los alumnos escolarizados a materiales de aprendizaje a distancia. La misma organización tiene otro programa denominado *Centros Multimedia* que sigue el mismo esquema de desarrollo pero adaptado a las comunidades más pobres en el mundo en desarrollo.

Estos planes y programas son una evidencia fehaciente del trabajo colaborativo entre diversas naciones para responder, de manera eficiente, a las necesidades a las que se enfrenta la llamada “Sociedad de la Información”. Sin embargo, ante la diversidad de personas, culturas e ideologías, es necesario encaminar los recursos que brinda la modernidad de tal forma que sean realmente útiles y vayan de acuerdo al contexto del lugar en el que se instauren. En esta vertiente, el programa **TIC-TAC**, cumple con esta función, ya que el software desarrollado está ideado por mexicanos especialmente para niños mexicanos, lo cual permite hacer énfasis en valores e ideales culturales y sociales particulares de esta sociedad.

## 5. Metodología

### 5.1 Análisis Pedagógico

A lo largo del tiempo se han formado diversas instancias educativas con el fin atender los cambios sociales, económicos y tecnológicos que se han venido presentando. No obstante, las herramientas tecnológicas que se han desarrollado permiten que se adapten nuevos procesos de enseñanza. Por ejemplo, con la invención de la imprenta, fue posible adaptarse a las necesidades demográficas y educativas distribuyendo con mayor rapidez libros de texto a los alumnos. En la actualidad, estos cambios que afectan a la educación configuran un contexto en el que las telecomunicaciones se presentan en éste y otros sectores de la sociedad. La necesidad de formación y continua actualización de profesionales para tiempos de cambio, exige nuevos esquemas y modelos de enseñanza-aprendizaje que se adecuen a las características de la población.

La simplificación, independencia y flexibilidad deben ser las principales características en el diseño de las aplicaciones tecnológicas orientadas a la educación [8]. Por ello, se plantea el desarrollo de un modelo educativo que involucre la interacción entre las herramientas de tecnologías de información con el uso de métodos de estimulación de la inteligencia. Esto tiene como resultado un proceso activo de aprendizaje cuyo propósito principal es el enseñar a pensar y por lo tanto, de sentar las bases para aprender a aprender [9].

En la realización del proyecto **TIC-TAC** se emplea el Programa de Estimulación de la Inteligencia sugerido en el programa PIENSO [10], en conjunto con las tecnologías de la información. Para ello, se propone la creación de un software educativo, cuyo objetivo sea desarrollar las habilidades cognitivas de los estudiantes de educación básica. Mediante éste, el educando vincula y relaciona contenidos y vivencias que le ayudan a construir su propio conocimiento. Este software, está orientado a las necesidades lingüísticas y regionales que fomentan el aprendizaje de la cultura, tradiciones y valores mexicanos.

### 5.2 Diseño de Software

La interfase de programación está organizada de acuerdo con las características básicas mencionadas dentro del análisis pedagógico, con el fin de que el niño pueda utilizar fácilmente el software, a pesar de que no sepa leer. Resulta ser muy visual pues utiliza colores contrastantes y planos, sonido e ilustraciones de un tamaño razonable que ayudan al educando a distinguir la ubicación de los elementos en la pantalla. Aunque el monitor que utilice el educando sea de tamaño reducido, las imágenes se seguirán viendo claras.

El software está estructurado en módulos de la siguiente manera:

- **Módulo de Atención-concentración:** Estimula la habilidad para identificar características específicas en la pantalla. La intención es que el niño comprenda que al observar en principio debe fijar su atención e identificar aspectos relevantes de lo que está percibiendo, para luego describir y comparar.
- **Módulo de Fundamentos del razonamiento:** Fomenta el manejo de los procesos fundamentales de transformación de los contenidos presentados: lógica deductiva, inductiva, probabilística, conclusiones de causalidad, formulación de hipótesis y resolución de problemas.
- **Módulo de Orientación espacio-temporal:** Debido a que no es una característica innata, se pretende ejercitar los conceptos de espacio y tiempo para fomentar la comprensión del niño.
- **Módulo de Motricidad:** Fomenta las habilidades psicomotoras del alumno.
- **Módulo de Estrategias de cálculo y problemas numérico-verbales:** Estimula la automatización del cálculo así como la adquisición de estrategias para la resolución de problemas.
- **Módulo de Pensamiento creativo:** La creatividad es una característica inherente del ser humano que se desarrolla a través del trabajo, esfuerzo y con el uso adecuado de procesos mentales que la estimulen, por lo que ciertos ejercicios promueven su desarrollo.

### 5.3 Metodología para la implantación

Una vez que se ha realizado la investigación bibliográfica; se ha analizado y sintetizado la información, se debe pasar a la implantación del proyecto. Para tal efecto, se han identificado 3 fases, que describen la metodología a seguir para llevar a la práctica la instalación del software, las computadoras y la red, sin perder de vista las necesidades propias de cada escuela de educación básica. A continuación se describen una a una las fases de implantación.

#### **Fase I.** Estudio físico del lugar donde se instalará el equipo de cómputo

Antes de instalar cualquier equipo o mobiliario, deben considerarse varios factores que influyen de manera directa o indirecta en el proceso de instalación. Dentro de estos, se pueden citar los siguientes: Volumen del salón, área habitable, ubicación de las tomas de corriente, capacidad de potencia de la red eléctrica del salón (medida en Watts), instalación de tierra, iluminación, medición de mobiliario a ser utilizado, entre otros. Con todos estos datos se diseña un plano del salón presentando en capas superpuestas los datos anteriormente descritos. Este plano debiera permitir realizar una instalación acorde a las normas de seguridad aplicables por parte de protección civil en combinación con un bajo costo de instalación, que incluye la minimización de materiales incluyendo cables de red y de corriente. Asimismo, debiera permitir la visualización de corredores para el tránsito de alumnos y la ubicación óptima del pizarrón, así como de otros apoyos visuales.

#### **Fase II** Cotización de materiales

Una vez realizado el plano, es posible sacar un estimado de la cantidad de material requerido y basándose en ello realizar una cotización. Se considera, a su vez, la relación calidad/precio de los materiales que serán utilizados. Una vez realizada la cotización, ésta se presenta a la sociedad de padres de familia de la escuela contemplada para su evaluación y autorización con el fin de poder adquirir los materiales.

#### **Fase III** Instalación física



La instalación se realiza con la ayuda de alumnos de licenciatura cursando semestres avanzados de las carreras de Ingeniería en Sistemas Electrónicos e Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones. Para motivarlos a trabajar y dar lo mejor de cada quién, esta actividad se les valida como servicio social comunitario. El grupo de alumnos que se requieren obedece a la cantidad de computadoras que serán instaladas. Así, para una instalación típica de 15 computadoras, se requieren 3 alumnos (5 computadoras por cada alumno). Este número de alumnos se obtuvo partiendo de la base que el tiempo promedio de instalación de cada equipo de cómputo incluyendo sistema operativo, aplicaciones y configuración del sistema es de 10 horas<sup>11</sup>, por lo que 5 equipos suman 50 horas. Una vez instalado el equipo, los alumnos deben capacitar a profesores y alumnos en el uso correcto del mismo así como de la sala de cómputo en general, impartiendo cursos de 45 horas<sup>12</sup>. Los alumnos de licenciatura pueden acreditar hasta 200 horas de servicio social comunitario por semestre, por lo que si imparten 3 cursos de capacitación, ellos pueden acreditar sus 200 horas de servicio social realizando estas actividades.

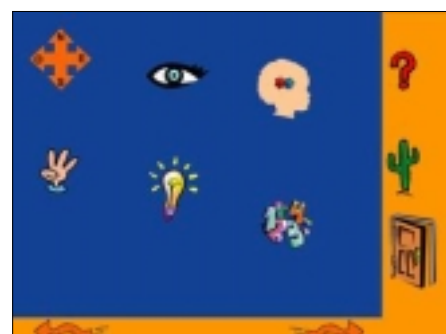
#### Fase IV Mantenimiento y capacitación

Una vez hecha la instalación, se debe dar mantenimiento preventivo al equipo, el cual en un principio es proporcionado por alumnos de servicio social del ITESM, pero tras la debida capacitación, el personal de la escuela puede realizarlo. Está contemplado para ello, un programa de capacitación integral para profesores de la escuela en la cual se haya realizado la instalación. En esta capacitación se les enseña el correcto uso, cuidado y mantenimiento del equipo de cómputo incluyendo impresoras, monitores, C.P.U.'s, tarjetas de red y MODEMs, entre otros. Este programa se imparte en cuatro horas, repartidas, según la disponibilidad de los instructores (los alumnos del ITESM), en dos sesiones de dos horas, o bien en cuatro de una hora. Dentro de los objetivos del proyecto TIC-TAC, se busca el crear redes de cómputo autosuficientes, en el sentido de que no necesiten la colaboración directa de personas del ITESM para que se les brinden mantenimiento. En este sentido y como parte del programa de capacitación, se ofrece de manera gratuita un curso de 6 horas de administración básica de computadoras, lo cual evita la necesidad de traslado de alumnos del ITESM a la institución educativa, al mismo tiempo que se administra de manera confiable la sala de cómputo.

## 6. Resultados

### 6.1 Desarrollo de software

Retomando el programa de estimulación de la inteligencia<sup>13</sup>, se diseñó la primer versión del software del proyecto TIC-TAC, el cual cuenta actualmente con 20 horas de juegos didácticos para niños de educación básica. Partiendo de un contexto sociocultural mexicano, se crearon los personajes del mismo. De esta forma surge la mascota del juego, "chile" (**figura 1**). Al cargar el software, una animación de chile, la mascota, recibe al jugador explicándole auditivamente de qué se trata el programa y lo invita a jugar. Este se encuentra estructurado en tres niveles; es decir, para llegar a un juego en específico, es necesario pasar por dos menús previos. Primeramente y después de la pantalla de bienvenida al software, aparece un menú con varios iconos, que representan cada uno de los módulos descritos en 5.2. (**figura 2**). Al hacer click en uno de ellos, aparece una pantalla con otros iconos que representan cada juego relacionado con la habilidad que se desarrolla. Las pantallas tienen una barra con las opciones básicas de salida, ayuda, repetición de instrucciones y volver al menú principal. Se incluye una guía detallada como apoyo a los usuarios. A continuación se describirán dos de estas aplicaciones explicando la habilidad desarrollada en cada una así como la estructura del juego.



**Figura 1. Mascota “chile”**

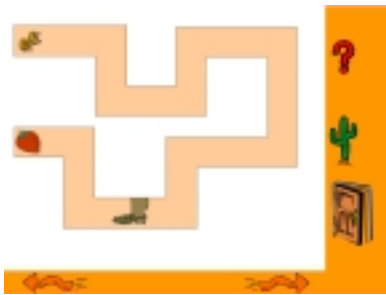
**Figura 2. Menú principal**

### **6.1.1 Juego de laberinto**

A través de 4 niveles de dificultad, el niño desarrolla habilidades psicomotoras relacionadas con los movimientos finos de la mano en cuanto al control del ratón. Este método de aprendizaje es análogo con el utilizado para que el niño aprenda a escribir dominando el control del lápiz o la pluma; es decir, a través de la caligrafía<sup>14</sup>. Básicamente, se presenta una pantalla con un laberinto en donde el protagonista es un animal perteneciente al segundo o tercer eslabón de la cadena alimenticia (**figura 3**). Este tiene que llegar al final del laberinto en donde encontrará su alimento, el cual, dependiendo del animal de que se trate, puede ser otro animal (segundo eslabón en la cadena alimenticia) o bien algún vegetal. Ahora bien, con el objeto de que el niño aprenda a dominar los movimientos del ratón y relacionarnos con el movimiento del puntero en la pantalla (en este caso del animal), se añade una restricción: se debe llegar al final del laberinto sin tocar las paredes; si se llegaran a tocar, se escucha la voz en off de la mascota chile indicándole al jugador que lo intente de nuevo y lo devolverá al principio del laberinto. En los niveles más avanzados, además, se incluye un depredador en alguna parte del laberinto y el espacio transitable por el animal se reduce haciendo más difícil el cumplir con la misión.

### **6.1.2 Juego de discriminación de sílabas**

Este juego está comprendido dentro del módulo de atención concentración descrito en 5.2 y su objetivo es enseñar al niño a identificar palabras comunes del vocabulario coloquial, así como su escritura correcta<sup>15</sup>. Se presentan bloques de palabras que tengan significado para el niño de modo que pueda identificar las que conozca de acuerdo con su experiencia. Se incluyen bloques con significado y sílabas aisladas. Se le presentan 2 columnas. En la columna de la derecha se despliegan 6 grupos de palabras sin concordancia entre sí. En la columna de la izquierda se presenta la sílaba que el niño tiene que ser capaz de discriminar (**figura 4**). Sin límite de tiempo, el niño podrá desplazarse por la columna de la derecha encontrando la sílaba solicitada. Al encontrarla, tendrá que hacer click con el ratón sobre ella. En caso de seleccionar una errónea, se escuchará la voz en off del chile indicando que está mal la elección y lo invitará a seguir intentándolo.



**Figura 3. Juego de laberinto**



**Figura 4. Juego de discriminación de sílabas**

A través de este software, el alumno dispone de un autodinamismo interno, sustentado en sus disposiciones y aptitudes básicas que le animan a relacionar la información que se le propone para resolver los problemas planteados, tanto lógicos como de comunicación. En general, este software incita la curiosidad, la investigación y la exploración del entorno, propone retos y estrategias para su resolución, busca vínculos entre el conocimiento y la realidad; en síntesis, el diseño de espacios para la construcción de aprendizajes significativos. Por ello, se considera que es una estrategia innovadora para apoyar al alumno y de esta forma introducirlo a su comunidad como un agente de cambio.

## **6.2 Realización de la fase III de implantación**

Actualmente, se cuenta con un salón de clases en la escuela primaria Teófilo Álvarez Borboa, el cual, tras la realización de la fase I y II descritas en 5.3, ha sido acondicionado para poder ser convertido en una sala de cómputo. Para ello, se tendieron 60 metros de cable telefónico calibre 18 que van desde el abonado telefónico ubicado en el techo de la dirección, hasta el salón en cuestión. Se evalúa la posibilidad de colocación de protecciones de acero en las ventanas del salón y una cerradura confiable para reducir las probabilidades de robo. Para poder realizar todos estos gastos, la escuela primaria cuenta con un fondo común generado en parte por el comité de padres de familia y en otra parte por la S.E.P. Los miembros de la mesa directiva de la escuela deciden en qué se debe gastar el dinero y por decisión unánime decidieron gastar una parte en la adquisición de lo necesario para implantar la sala de cómputo. Como parte de la tercera fase, también se están instalando 12 computadoras con tarjetas de red para interconexión a una red interna, 1 concentrador de ethernet para conectar todas las computadoras, 6 mesas, 12 sillas, 4 multicontactos, 12 metros de cable de red, adaptadores para la red eléctrica y todo lo necesario para dejar a punto esta instalación. En lo que respecta a la conexión en red, se consideró la topología de la misma y la posibilidad de conectarse a Internet vía modem, convirtiendo a una de las computadoras en servidor local.

## **7. Conclusiones y trabajo futuro**

Como se presentó a lo largo de este artículo, se concluye que el sistema educativo mexicano, el cual enfrenta diversos retos, no elevará su calidad tan sólo con el modelo de mejoramiento educativo propuesto. En efecto, TIC-TAC no puede resolver la problemática en su totalidad, ni inmediatamente. Es necesario señalar que las acciones de TIC-TAC se encaminan a la reconstrucción de los cimientos de la sociedad a mediano y largo plazo. Los cimientos son los niños cursando el ciclo de educación básica, pero podríamos considerar a la población infantil en general.

La esencia del concepto educativo **TIC-TAC** se originó a partir de la inquietud por integrar un instrumento que permita difundir el proceso de enseñanza como un elemento activo entre los estudiantes de educación básica. Este desafío ha fomentado la revisión de las distintas oportunidades que ofrece el campo tecnológico de manera que optimice el modelo tradicional de enseñanza. De esta forma se ha podido crear un complemento con la incorporación de herramientas tecnológicas y el modelo constructivista de aprendizaje, promoviendo la continua interacción entre el alumno y el conocimiento.

Parte de esta interacción, se genera entre los alumnos y profesores, pero a su vez entre los propios educandos, con la resolución de programas planteados en el software educativo que requieren del trabajo colaborativo por parte de los estudiantes. De esta manera, se fomenta a su vez el trabajo en equipo desde una edad temprana.

En primera instancia es necesario destacar las ventajas que el proyecto **TIC-TAC** ofrece en contraste con los programas Iberoamericanos mencionados en la sección dedicada a antecedentes. Una de las características que marca la diferencia de **TIC-TAC** es su adaptabilidad al entorno sociocultural mexicano, debido a que el software está orientado a niños mexicanos. Por otra parte, involucra a todos los miembros de la comunidad, no sólo a las escuelas, empresas y gobierno.

En segunda instancia, antes de implementar el proyecto en una escuela de educación básica, se deben estudiar las necesidades de la misma, para evitar otorgar atribuciones inexistentes así como para minimizar los costos de instalación y mantenimiento asociados. **TIC-TAC** no termina al dejar instalado el software educativo y las computadoras en una escuela pública. Este proyecto busca generar una cultura proactiva y sistemática en el uso adecuado de las tecnologías de la información que permita crear aulas de cómputo en red, que sean autosustentables. Para ello, se plantea capacitar a profesores y alumnos de la escuela en la que se pretenda implantar el proyecto, actividad desempeñada por alumnos del ITESM como servicio social comunitario.

A partir de las experiencias obtenidas de la primera implantación en la escuela primaria Teófilo Álvarez Borboa en la Ciudad de México, se pudo apreciar que la interacción de los niños con las aplicaciones ha promovido la curiosidad e interés por los ejercicios. No obstante, se pretende desarrollar un sistema de verificación para evaluar el desempeño promovido por los distintos módulos para estimular la inteligencia en el alumno.

En un mundo con claras tendencias globales y cambios en los paradigmas de la educación, es necesario impulsar proyectos que promuevan el desarrollo de habilidades cognitivas en alumnos de educación básica siguiendo las tendencias mundiales en la educación; como respuesta a esto, se ofrece el proyecto TIC-TAC sustentado en la interacción de las tecnologías de información con el modelo constructivista de enseñanza-aprendizaje. Como lo indica Castillejo, el progreso de una nación se basa en el nivel educativo de su población<sup>[16]</sup>.

## **Agradecimientos**

En la realización de este proyecto, los autores agradecen la valiosa colaboración del Fondo de Investigación del I.T.E.S.M., Campus Ciudad de México quien ha financiado estos desarrollos. De la misma manera, agradecen a la Profesora Guadalupe Ávila García, directora de la escuela primaria Teófilo Álvarez Borboa, por su participación activa en el acceso a las instalaciones de la escuela que ella dirige.

---

<sup>1</sup> Castillejo (1996), Colom. Tecnología y Educación, Ediciones CEAC, España.

---

<sup>2</sup> Fisher (1992), Dwyer & Yocam, Education and Technology, Jossey-Bass Publishers, U.S.A.

<sup>3</sup> [http://www.cnice.mecd.es/Aldea\\_Digital/aldea.html](http://www.cnice.mecd.es/Aldea_Digital/aldea.html)

<sup>4</sup> <http://www.grimm.ub.es>

<sup>5</sup> <http://lidie.uniandes.edu.co/ludomatica/principalesp.html>

<sup>6</sup> <http://beta.semarnap.gob.mx/informarte/revista/archivo/redesc.shtml>

<sup>7</sup> UNESCO (2001), Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en el Desarrollo de la Educación, la Ciencia y la Cultura, Paris.

<sup>8</sup> Elington (1996), Percival and Race, Distance Learning Technology, British Library Cataloguing in Publication Data, USA.

<sup>9</sup> Yuste (1998), Errisúriz y Ruíz, PIENSO: Programa de Estimulación de la Inteligencia, Editorial Trillas, México.

<sup>10</sup> Ibid

<sup>11</sup> Obtenido en pruebas de campo cronometradas.

<sup>12</sup> Se tomo como base la experiencia en cursos de computacion previamente impartidos.

<sup>13</sup> Yuste (1998), Errisúriz y Ruíz, PIENSO: Programa de Estimulación de la Inteligencia, Editorial Trillas, México.

<sup>14</sup> Ibid

<sup>15</sup> Ibid

<sup>16</sup> Castillejo (1996), Colom. Tecnología y Educación, Ediciones CEAC, España.



# VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LA ENCUESTA DE OPINIÓN REALIZADA A LOS ALUMNOS PARA EVALUAR Y RETROALIMENTAR EL DESEMPEÑO DE LOS PROFESORES DEL ITESM

Enrique Montemayor, Christian Garrigoux

Este trabajo surge de la preocupación de los profesores y directivos del ITESM de conocer la validez y la confiabilidad de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a los alumnos. Estos resultados, son utilizados para evaluar y retroalimentar el desempeño de los profesores. En el contexto de validez, cualquier indicador que mida el desempeño del profesor no deberá de estar relacionado con variables externas al proceso de enseñanza-aprendizaje, o bien si está relacionado, el sesgo deberá de ser mínimo. En cuanto a la confiabilidad, las preguntas de la encuesta utilizadas para retroalimentar el desempeño del profesor, deberán de aportar información relevante para tomar medidas que mejoren las técnicas de enseñanza que se emplean. Los resultados de este estudio, notifican que el indicador utilizado en el ITESM para evaluar el desempeño del profesor es válido, porque el sesgo ocasionado por las variables externas consideradas fue mínimo. Las variables contempladas fueron: disciplina del curso, tamaño de grupo, tipo de grupo (rediseñado o tradicional), calificación promedio del grupo, género del profesor, categoría laboral, grado máximo, edad y los años de experiencia dentro del Instituto. La variable calificación promedio del grupo fue la más representativa en las estimaciones realizadas, reportando una relación positiva con el indicador, esto es, a mayor calificación mejor evaluación del profesor. En contraparte, se descubrió que la información aportada por las preguntas utilizadas para retroalimentar el desempeño del profesor, fue poco confiable, ya que fue muy homogénea. Esto se atribuyó a que la mayoría de las preguntas de la encuesta son subjetivas y además, a que se incluyen preguntas que nada tienen que ver con el profesor (sobre servicios del Campus) ocasionando que el alumno invierta demasiado tiempo en la encuesta y posiblemente, generándole impaciencia y falta de voluntad de contestar las preguntas de una manera crítica y objetiva.

Palabras clave: Validez, Confiabilidad, Encuesta, Evaluación, Retroalimentación, Proceso de Enseñanza-Aprendizaje.

## 1. Introducción

El sistema Tecnológico de Monterrey ha mostrado interés por conocer la opinión de los alumnos sobre sus profesores. Debido a ello, se comenzaron a aplicar encuestas en el Campus Monterrey desde 1974 y desde Enero de 1994 a nivel sistema, realizándose semestre a semestre hasta la fecha. La finalidad de estas encuestas es la de evaluar a los profesores desde la perspectiva de los alumnos. Esta evaluación puede ser formativa, si su propósito es tomar decisiones respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar aspectos en la forma de enseñar del profesor, e igualmente sumativa, si es utilizada para medir el rendimiento o desempeño de los profesores y tomar decisiones administrativas.

---

Lic. Enrique Montemayor, Profesionista de Apoyo, Dirección de Información Institucional, Sistema ITESM; Profesor, Departamento de Matemáticas, Campus Monterrey.

[jomontem@itesm.mx](mailto:jomontem@itesm.mx)

Dr. Christian Garrigoux, Profesor, Departamento de Matemáticas, Campus Monterrey.

[christian.garrigoux@itesm.mx](mailto:christian.garrigoux@itesm.mx)

Actualmente, la finalidad primordial de la encuesta en el ITESM, es evaluar al profesor más que retroalimentarlo. La encuesta es aplicada casi al final del curso, entre el tercer parcial y el examen final, por lo que la retroalimentación que el profesor recibe, sólo puede ser aplicada al próximo curso impartido.

El uso de la evaluación del profesor, lejos de retroalimentarlo, con frecuencia sólo sirve para efectos de filtro y control, en beneficio únicamente de las decisiones administrativas. La imprecisión de la metodología actual, con la que se evalúa al profesor, tiende a la búsqueda del profesor mejor evaluado, es decir, la preocupación es tan grande por tener profesores bien evaluados que se pasa por alto que este concepto no es sinónimo de profesor excelente, [1].

En búsqueda del profesor mejor evaluado, surge la pregunta sobre si el indicador utilizado está cuantificando realmente el desempeño del profesor. Así, en este estudio el término de validez se refiere a si la pregunta global de la encuesta aplicada a los alumnos, realmente mide el desempeño de los profesores. Si esto es así, entonces será posible predecir la eficacia del profesor para enseñar.

Al considerar la medición del desempeño del profesor en el contexto de la validez, es necesario especificar dentro de la literatura cuáles variables deberían de relacionarse o no con el indicador utilizado. De esta manera, las variables internas al proceso de enseñanza-aprendizaje serán fuentes de explicación de la evaluación global del profesor; en cambio, las variables externas al proceso serán orígenes no deseados de explicación, [2].

Adicionalmente, surge la pregunta sobre si la información aportada por las preguntas específicas de la encuesta (ver apéndice), consideradas como variables internas al proceso de enseñanza-aprendizaje, es confiable para retroalimentar el desempeño del profesor. Esta información, será confiable si los alumnos evalúan a sus profesores de forma crítica y correcta. Sin embargo para lograr esto, es imprescindible edificar el escenario adecuado, lo que se logra incluyendo en el cuestionario preguntas claras, objetivas y sobre todo, aquellas que los alumnos desean encontrar y no sólo las que desean incluir las personas administrativas. A su vez, es importante definir bien los valores de la escala utilizada para evaluar al profesor, con el fin de evitar confusiones y evaluaciones mal asignadas, esto porque en la escala actual no se encuentran definidos todos los valores.

De esta forma, la información de la encuesta será considerada como confiable sólo si aporta información relevante para que el profesor pueda mejorar su estrategia didáctica, esto es, su desempeño.

Así, los objetivos de este trabajo consistirán en contestar las dos preguntas que se acaban de plantear sobre la validez y confiabilidad de la encuesta, la cual es aplicada a los alumnos para evaluar y retroalimentar el desempeño de los profesores. En consecuencia, los resultados encontrados en este estudio deberán aportar información valiosa para retroalimentar el sistema actual de la encuesta.

## **2. Metodología**

En este trabajo, se consideraron un total de 2882 grupos de cursos de profesional del Campus Monterrey (se contemplaron sólo los cursos teóricos) y los resultados obtenidos de la encuesta aplicada en Agosto-Diciembre de 2001, [3], (para conocer la encuesta utilizada ver apéndice). Además, como unidad de análisis se utilizó el promedio (media aritmética) de las evaluaciones de los alumnos en los grupos, en cada una de las preguntas de la encuesta. El análisis se realizó para profesional, así como para cada una de las Divisiones del Campus: División de Administración y Finanzas, DAF, División de



Electrónica, Computación, Informática y Comunicación DECIC, División de Humanidades y Ciencias Sociales, DHCS, y División de Ingeniería y Arquitectura, DIA.

La validez de la encuesta se determina realizando un análisis de regresión en donde se utiliza como variable dependiente al indicador que cuantifica el desempeño del profesor y como variables explicativas a variables internas y externas al proceso de enseñanza-aprendizaje.

El indicador es conocido como la Opinión Global Promedio del profesor (OGP) y se elabora a partir de la pregunta global de la encuesta. Es la media aritmética de las evaluaciones de los alumnos en un grupo, de esta manera se cuenta con un total de 2882 observaciones.

Como variables internas, se consideraron las preguntas específicas de la encuesta, las que cuantifican aspectos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje; en cambio, como variables externas a este proceso, se contemplaron aquellas consideradas por la literatura [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Se consideraron 4 numéricas: el tamaño de grupo, la calificación promedio del grupo, la edad y los años de experiencia del profesor dentro del Instituto; y 5 categóricas: la disciplina del curso, el tipo de grupo (rediseñado o tradicional), el género del profesor, la categoría laboral (planta, media planta y otras) y el grado máximo de estudios (título profesional, maestría o doctorado),

De esta manera, tomando como base la  $R^2$  ajustada se podrá determinar que tipo de variables está más relacionado con el indicador, las internas o las externas. En dado caso que ambos lo estén, también se podrá cuantificar con este estadístico el sesgo que ocasionan las variables externas al indicador. Si este es pequeño, entonces se concluiría que el indicador es válido para evaluar el desempeño del profesor, en el caso contrario se aportará evidencia que indique que no es válido.

Aunado a lo anterior, para indagar la confiabilidad de la encuesta para retroalimentar al profesor, se realiza un análisis descriptivo y un análisis de factores.

Con el análisis descriptivo, se determina cuales valores de la escala son más utilizados para evaluar al profesor (la escala es una de likert de 7 puntos, donde 1 significa total acuerdo con el desempeño del profesor y 7 total desacuerdo), esto brindará información para conocer si se está explotando bien la escala y si existe evidencia de evaluaciones extremas, las cuales afectan al indicador.

A su vez, se obtiene por alumno el promedio y la desviación estándar de las evaluaciones realizadas en las preguntas específicas, para después calcular un promedio y una desviación estándar general (el promedio y la desviación estándar general, se obtienen promediando el promedio y la desviación estándar de cada alumno). Esto, con el fin de detectar que tan homogéneas fueron las evaluaciones de los alumnos en las preguntas específicas así como su variabilidad, lo que permitirá conocer si el alumno contestó de una manera objetiva y crítica las preguntas.

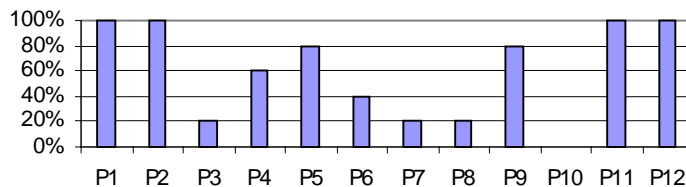
También, se indaga cuales preguntas resultaron mejor y peor evaluadas, y cuales fueron más eficientes para retroalimentar el desempeño del profesor. Esto se realiza, calculando por pregunta el promedio y la desviación estándar de las evaluaciones de los alumnos en un grupo, lo que resulta en 2882 promedios y desviaciones estándar para cada una de las preguntas, después se obtiene un promedio y una desviación estándar general por pregunta, para identificar las mejor y peor evaluadas así como las que presentaron mayor o menor variabilidad. Las preguntas con menor variabilidad, serán entonces consideradas como las más eficientes para retroalimentar al profesor. Esto porque presentaron un mayor consenso en las evaluaciones de los alumnos.

Por último, con el análisis de factores, se podrá estudiar mediante la estimación de factores no observables (resultantes de una combinación lineal de las preguntas específicas), qué tanta información aportan estas preguntas y que tan diferente es, esto brindará evidencia para conocer si aportaron información relevante para retroalimentar el desempeño del profesor. Si la proporción explicada por los factores estimados (de la variabilidad de la información aportada por las preguntas específicas) es mayor a la explicada por el error, entonces la información será relevante y se podrá conocer que tanto lo es. Asimismo, de acuerdo a como estén representadas las preguntas en los factores, se podrá conocer que tan diferente es la información que aportan.

### 3. Resultados y Discusión

Los resultados encontrados demuestran que el indicador, por lo tanto la encuesta, es válido para evaluar el desempeño del profesor, las variables internas (preguntas específicas de la encuesta) explicaron entre el 91.7% y 94.3% de la variabilidad de la OGP (pregunta global), en cambio las variables externas lo hicieron en un 2% y 11.4 %, porcentaje poco representativo.

La figura 1, reporta la presencia de las preguntas específicas en los modelos de regresión estimados mediante el método paso a paso (uno por cada División y otro para profesional, las estimaciones no tuvieron problemas de colinealidad pero si de heterocedasticidad, la que fue corregida por el método de White [16]). Puede observarse que predominaron la pregunta 1, 2, 11 y 12, seguidas por la 5, 9 y 4; en cambio, las preguntas menos representativas fueron la 3, 6, 7, 8 y 10, donde esta última no apareció en los modelos.

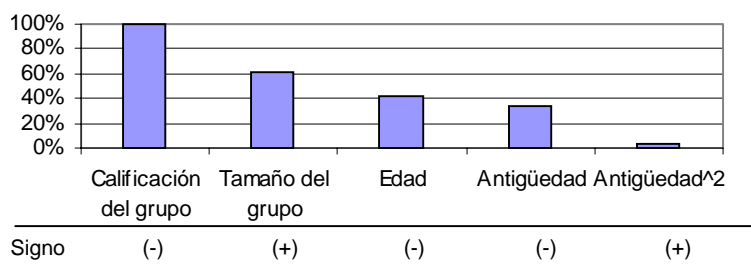


**Figura 1.** Presencia de las 12 preguntas específicas de la encuesta, en los cinco modelos estimados. Si la presencia es de 100% significa que la pregunta apareció en todos los modelos estimados.

Todas las preguntas específicas fueron significativas en los modelos (valor  $p = 0.05$ ), presentando signos positivos. De éstas, las de mayor poder explicativo fueron la 12, 11 y 1, indicando que un profesor saldrá bien evaluado si organiza e imparte el curso de manera que favorezca el aprendizaje, muestra una actitud comprometida y motivadora en la impartición del curso y manifiesta dominio de la disciplina.

En el caso particular de las variables externas al proceso de enseñanza aprendizaje, se estimaron para profesional y cada División 7 modelos. El primero, incluyó sólo a las variables numéricas y en los siguientes cinco, se fue agregando al primero cada una de las 5 variables categóricas, para terminar con el último en el cual se determinó con el método paso a paso el mejor modelo, contemplando a todas las variables así como a los términos cuadráticos de las numéricas.

En la figura 2, se presenta la presencia de las variables externas numéricas que fueron significativas (valor  $p = 0.05$ ) en los modelos de regresión estimados (las estimaciones con problemas de heterocedasticidad fueron corregidas mediante el método de White [16]).



**Figura 2.** Presencia de las variables externas al proceso de enseñanza-aprendizaje (numéricas), en los modelos estimados. Si la presencia es de 100% significa que la variable apareció en todos los modelos estimados.

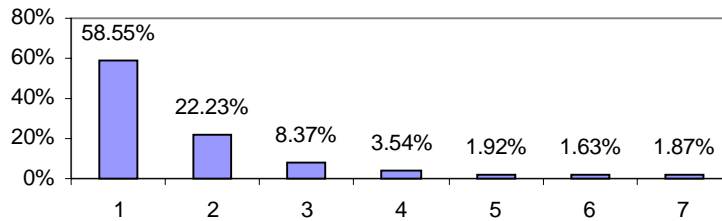
Es posible observar que en las estimaciones predominó la “calificación promedio del grupo” como la variable externa con mayor presencia, seguida por el tamaño de grupo, la edad y los años de experiencia del profesor en el Instituto. Los signos de estas variables indicaron que existió una relación positiva entre el indicador y la calificación promedio del grupo, esto es, a mayor calificación mejor evaluación del profesor; en cuanto al tamaño del grupo, esta relación fue negativa, a mayor tamaño menor evaluación; con lo que respecta a la edad del profesor, la relación fue positiva, a mayor edad mejor evaluación; por último, se encontró que entre más sean los años que se tengan laborando en el Instituto mejor será la evaluación del profesor.

Las variables externas categóricas que más predominaron, fueron la variable binaria (dummy) incluida para representar a los profesores de planta (D\_Pi, con signo negativo, indicando que obtuvieron mejores evaluaciones que sus contrapartes), seguida por la variable binaria que representó al rediseño (D\_Red, con signo negativo, lo que significó que los profesores que impartieron grupos rediseñados obtuvieron mejores evaluaciones que los tradicionales); en cambio, las que menos predominaron fueron (de mayor a menor): la variable binaria que representó a la disciplina de Idiomas (D\_Hi, con signo negativo), Economía (D\_Ec, signo positivo), Ingeniería Industrial (In, positivo), la que representó a los profesores con Doctorado (D\_Doct, con signo indeterminado), la de Computación Básica (D\_Cb, signo positivo), Física (D\_F, positivo), Organización (D\_Or, negativo), Recursos Humanos (D\_Rh, negativo), Matemáticas (D\_Ma, negativo), la que representó a las mujeres (D\_Fem, negativo), la de los profesores de media planta (D\_MPI, indeterminado) y por último la de Ingeniería de Sistemas (Is, con signo positivo).

Si bien el indicador es válido para evaluar al profesor, ya que el sesgo ocasionado por las variables externas fue mínimo, no debe de pasarse por alto las variables que lo ocasionaron, con el fin de monitorearlo y en dado caso de que se incrementen, tomar medidas para contrarrestarlo.

Con lo que respecta a la confiabilidad de la encuesta, se verá que es necesario mejorarla, a diferencia de estudios en Estados Unidos [6, 17, 18] y similarmente al realizado en México en la Universidad Iberoamericana [2].

En efecto, al analizar la escala utilizada para evaluar al profesor, se observó que el patrón de respuestas (evaluaciones de los alumnos) de la pregunta global fue decreciente en los valores de 1 a 6 de la escala con un ligero incremento en el de 7 (ocasionado posiblemente por el efecto de las variables externas), ver figura 3. Este patrón informa que el 58.55% de las respuestas estuvieron concentradas en el valor de 1 de la escala, lo cual puede significar: que la mayoría de los profesores son excelentes en su labor o que los estudiantes son poco críticos al evaluarlos, de esta manera, si está sucediendo lo segundo, habría que preguntarse el porqué de esta situación.

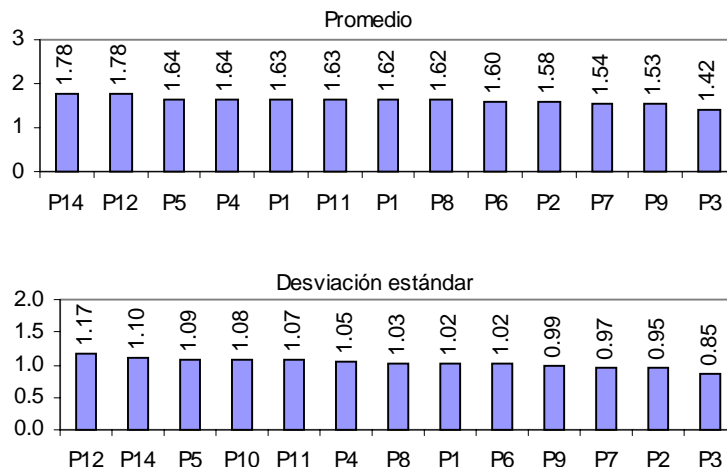


**Figura 3.** Patrón de respuesta de los grupos de profesional. OGP obtenida 1.78, total de grupos 2882, total de respuestas 67287.

Es importante determinar si este comportamiento se observa también en las preguntas específicas. Para esto, se obtuvo, por alumno, el promedio de sus evaluaciones en estas preguntas así como la desviación estándar de éstas, para después obtener un promedio general. Si el promedio general es cercano a 1 y la desviación estándar (resultante del promedio de cada una de las desviaciones estándar calculadas por cada alumno) es cercana a cero, entonces los alumnos evaluaron de una forma muy similar a sus profesores en todas las preguntas.

El promedio de las evaluaciones de los alumnos fue de 1.61 y de 0.52 la desviación estándar. Esto indicó que los alumnos evaluaron de una manera muy similar a sus profesores en todas las preguntas específicas, esto hace que la retroalimentación que reciba éste con tal información, sea deficiente.

La confiabilidad también se basa en qué tan consistente es la información que aportan las preguntas, esto es, aquellas preguntas donde las evaluaciones de los alumnos estén más concentradas en un valor de la escala, serán más eficientes para retroalimentar al profesor que aquellas que tengan mucha variabilidad, ya que habrá un consenso en las respuestas de los alumnos. Para investigar esto, se calculó por grupo, en cada pregunta, el promedio de las evaluaciones de los alumnos y la desviación estándar de éstas, para después obtener un promedio y una desviación estándar general (la desviación estándar general consistió del promedio de cada una de las desviaciones calculadas en los 2882 grupos), ver figura 4.



**Figura 4.** Promedio y desviación estándar general de las preguntas de la encuesta.

El promedio general informa, que las tres preguntas peor evaluadas por los alumnos en profesional fueron la 14, 12 y 5, y las tres mejor evaluadas fueron la 3, 9 y 7, esto es, indicaría que es necesario

mejorar el desempeño global de los profesores, que éstos organicen e impartan el curso de manera que favorezca el aprendizaje y que evalúen de una manera objetiva a los alumnos; en cambio, los profesores tuvieron buen desempeño: al cumplir con el programa del curso y con las políticas generales de éste, al practicar y fomentar los valores, habilidades y actitudes de la misión del ITESM, y al fomentar el aprendizaje individual y colaborativo, de conocimientos relevantes conectados con situaciones reales.

En el caso particular de la variabilidad de las preguntas, en el apéndice se incluye junto con las preguntas de la encuesta una columna donde el autor (de acuerdo a su criterio) identifica cuales preguntas son subjetivas y cuales objetivas. La finalidad de esta identificación, es investigar si las preguntas subjetivas presentan mayor variabilidad que las objetivas y como puede observarse en la figura 4, las tres preguntas con mayor variabilidad fueron la 12, 14 y 5, todas subjetivas; en cambio, las tres con menor variabilidad fueron la 3, 2 y 7, dos objetivas, 3 y 2, y una subjetiva 7.

Esta información indica que las preguntas más eficientes de la encuesta para retroalimentar al profesor fueron las preguntas objetivas esto porqué existió un mayor consenso entre las evaluaciones de los alumnos, lo cual advierte que es necesario incluir más preguntas de este tipo.

Para finalizar, se presentan los resultados del análisis de factores para conocer qué tan relevante fue la información que aportaron las preguntas específicas para retroalimentar al profesor; en la tabla 1 se presentan los factores estimados, para cada una de las Divisiones del Campus Monterrey y para profesional.

	DAF			DIA			DHCS			DECIC			Profesional		
	F1	F2	(I)	F1	F2	(I)	F1	F2	(I)	F1	F2	(I)	F1	F2	(I)
<b>P1</b>	0.59	0.55	0.64	0.55	0.62	0.68	0.78	0.31	0.71	0.69	0.53	0.76	0.68	0.46	0.68
<b>P2</b>	0.15	0.90	0.83	0.19	0.89	0.83	0.24	0.93	0.92	0.25	0.91	0.89	0.23	0.92	0.90
<b>P3</b>	0.47	0.77	0.81	0.49	0.74	0.78	0.54	0.71	0.80	0.53	0.76	0.85	0.54	0.72	0.81
<b>P4</b>	0.88	0.23	0.82	0.88	0.26	0.84	0.80	0.35	0.76	0.84	0.37	0.84	0.87	0.25	0.81
<b>P5</b>	0.80	0.27	0.71	0.81	0.24	0.72	0.77	0.37	0.74	0.73	0.42	0.71	0.79	0.27	0.70
<b>P6</b>	0.87	0.26	0.83	0.87	0.31	0.85	0.87	0.26	0.83	0.90	0.31	0.90	0.89	0.25	0.86
<b>P7</b>	0.80	0.44	0.83	0.75	0.47	0.78	0.87	0.29	0.83	0.83	0.41	0.87	0.83	0.37	0.83
<b>P8</b>	0.77	0.46	0.80	0.76	0.46	0.79	0.85	0.28	0.80	0.84	0.42	0.88	0.83	0.37	0.82
<b>P9</b>	0.66	0.56	0.76	0.79	0.38	0.76	0.78	0.40	0.77	0.80	0.49	0.87	0.77	0.44	0.78
<b>P10</b>	0.49	0.61	0.61	0.71	0.34	0.62	0.66	0.26	0.51	0.77	0.19	0.62	0.66	0.37	0.56
<b>P11</b>	0.77	0.50	0.85	0.76	0.53	0.85	0.81	0.44	0.84	0.80	0.51	0.89	0.80	0.46	0.86
<b>P12</b>	0.79	0.46	0.83	0.76	0.49	0.82	0.86	0.34	0.85	0.81	0.43	0.84	0.82	0.40	0.83
<b>(II)</b>	8.46	0.87		8.52	0.79		8.60	0.75		9.22	0.71		8.69	0.75	
<b>(III)</b>	70.5%	7.3%		71.0%	6.5%		71.7%	6.3%		76.8%	5.9%		72.4%	6.2%	
<b>(IV)</b>	77.73%			77.56%			77.92%			82.70%			78.67%		

**Tabla 1.** Factores estimados, mediante el método de componentes principales y rotados por el método de varimax [19]. Notas: (I) Comunalidades. (II) Valores propios. (III) Proporción de la información aportada por las preguntas específicas explicada por el factor. (IV) Proporción de la información aportada por las preguntas específicas explicada por los dos factores.

Para determinar el número de factores se tomó como base al número de valores propios mayores a 0.7, ver [21]. En este caso, se estimó un total de 2 factores para cada División y para profesional. El factor 1 explicó la mayor parte de la información aportada por las preguntas específicas (entre un 70.5% y 76.8%), estuvo conformado en su mayoría por preguntas subjetivas por lo que se denominó el factor subjetivo, y midió la parte subjetiva del desempeño del profesor. El factor 2, explicó en menor parte la

variabilidad de la información (entre un 5.9% y 7.3%) y fue denominado el factor cumplimiento del profesor, ya que representó a las preguntas 2 y 3, las cuales midieron la asistencia y puntualidad del profesor así como, qué tanto cumplió con el programa del curso.

Ambos factores explicaron entre el 77.56% y el 82.7% de la variabilidad total de la información aportada por las preguntas específicas. De esta manera, entre el 17.3% y el 22.44% fue explicado por el error. Asimismo, de acuerdo a las comunalidades, los factores explicaron entre 7 y 9 preguntas de la encuesta, en cada una de las estimaciones presentadas, en una proporción mayor a la proporción acumulada total. Esta información indica que es necesario trabajar en mejorar la confiabilidad de la encuesta, con el fin de incrementar la proporción explicada por los factores y poder estimar factores más interpretables que informen con base a las opiniones de los alumnos, cual es el perfil que desean del profesor. Actualmente la información aportada por las preguntas fue muy similar, por eso la mayor parte de las preguntas estuvo representada en un solo factor.

#### **4. Conclusiones**

El indicador utilizado para evaluar al profesor, obtenido de la pregunta global de la encuesta, cumple satisfactoriamente su objetivo, evaluar al profesor, por lo tanto puede ser considerado como válido ya que se detectó que estuvo más relacionado con variables internas al proceso de enseñanza aprendizaje que con las externas, lo cual es lo deseado.

El sesgo ocasionado por las variables externas al proceso de enseñanza aprendizaje fue mínimo, sin embargo no deben pasarse por alto las relaciones encontradas en este estudio para monitorearlo y no permitir que se incremente. Asimismo, las relaciones encontradas aportan información para las personas administrativas, la que permite generar la atmósfera necesaria para que el profesor tenga un buen desempeño (por ejemplo, estableciendo un tamaño de grupo óptimo, brindando cursos de capacitación a los profesores que imparten las disciplinas más difíciles, etc.).

En cuanto a la confiabilidad de la encuesta, se encontró que es necesario mejorarla, ya que las preguntas específicas creadas para retroalimentar el desempeño del profesor aportan información muy similar. Dentro de la operación funcional actual de la aplicación de la encuesta, en este estudio se detectaron las siguientes áreas de oportunidad para mejorar la confiabilidad, esto es, para que las preguntas aporten información relevante que retroalimente al profesor.

- (a) Establecer todos los valores de la escala para que el alumno tenga la información completa cuando evalúe a sus profesores, esto permitirá explotar mejor toda la escala. Actualmente, sólo están definidos el valor número 1 de la escala (total de acuerdo) y el 7 (total desacuerdo).
- (b) Brindar un parámetro de comparación al alumno (ya sea estableciendo un perfil ideal del profesor, o indicándole que evalúe a sus profesores tomando como base al mejor profesor que tuvo en el semestre). Esto ayudará al alumno a ser más crítico cuando evalúe a sus profesores [22, 23].
- (c) Si no es posible brindar un parámetro de comparación, entonces incluir en la encuesta más preguntas objetivas. Se detectó que estas preguntas aportan información más consistente, esto es, existe más consenso en las evaluaciones de los alumnos, ya que es más fácil contestar una pregunta objetiva que una subjetiva.

- (d) Incluir en la encuesta preguntas que los alumnos desean encontrar, no las que desean incluir las personas administrativas. Los alumnos estarán más interesados en contestar preguntas que ellos desean ver en la encuesta [24].
- (e) La última, y posiblemente la más importante, incluir en la encuesta sólo preguntas relacionadas con el profesor. Un alumno de tiempo completo de profesional invierte aproximadamente entre 40 y 75 minutos en contestar la encuesta, esto porque además de las preguntas acerca del profesor, se incluyen preguntas sobre laboratorios, servicios que ofrece el ITESM (deportes, difusión cultural, prevención de adicciones, mantenimiento a áreas verdes, seguridad, escolar, tesorería, etc), sobre el desempeño de los directivos principales (director de carrera, división o Campus) y todavía si lleva una materia virtual, preguntas más sobre los servicios que en específico ofrece la Universidad Virtual. Esto puede generar impaciencia en los alumnos y falta de voluntad de contestar las preguntas de una manera crítica y objetiva [24].

## 5. Referencias

- [1] González V., T. (1996). Investigación etnográfica sobre maestros mejor evaluados Monterrey: ITESM. Centro para la Excelencia Académica.
- [2] Díaz Aguilar, E.M., (1997). Tesis. Evaluación de profesores: Sistema instrumentado mediante encuestas dirigidas a los estudiantes. Universidad Iberoamericana.
- [3] Dirección de Información Institucional, (2001). "Manual de ECOAS", Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- [4] Aubrecht, J. D. (1979). Are Student Ratings of Teacher Effectiveness Valid? (Individual Development Educational Assessment, IDEA, Paper 2). Manhattan, KS: Center for Faculty Evaluation and Development.
- [5] Basow, A.S. (1995). Student Evaluations of College Professors: When Gender Matters. *Journal of Educational Psychology*, 87, 4, 656-665.
- [6] Cashin W.E. (1995). Student Ratings of Teaching: The Research Revisited. (IDEA, Paper 32). Manhattan, KS: Center for Faculty Evaluation and Development.
- [7] Cranton, P. A. And Smith, R. A. (1986). A new look at the effect of course characteristics on students ratings of instruction. *American Educational Research Journal*, 23, 117-128.
- [8] Cranton, P. A. And Smith, R. A. (1990). Reconsidering the Unit of Analysis: A Model of Student Ratings of Instruction. *Journal of Educational Psychology*, 1990, 82, 2, 207-212.
- [9] Feldman K.A. (1976). Grades and college students' evaluations of their courses and teacher. *Research in Higher Education*, 4, 69-111.
- [10] Feldman K. A. (1978) Course characteristics and college student's ratings of their teachers-What we know and what we don't know. *Research in Higher Education*, 9, 199-244.
- [11] Feldman K. A. (1983) Seniority and experience of college teachers as related to evaluations they receive from students. *Research in Higher Education*, 18, 3-124.
- [12] Feldman K. A. (1984) Class size and college students' evaluations of teacher and courses: A closer look. *Research in Higher Education* 21, 45-116.
- [13] Freeman (1994). Student Evaluations of College Instructors: Effects of Type of Course Taught, Instructor Gender and Gender Role, and Student Gender. *Journal of Educational Psychology*, 86, 4, 627-630.
- [14] Stumpf, S. A., Freedman, R. D., y Aguanno, J.C. (1979). A path analysis of factors often found to be related to student ratings of teaching effectiveness. *Research in Higher Education*, 11, 111-123.
- [15] Wigington, H., Tollefson, Nona y Rodríguez, Edme. (1989). Students ratings of instructors revisited: interactions among class and instructor variables. *Research on Higher Education*, 30, 331-344.
- [16] White, H. (1980). A Heteroskedasticity- Consistent Covariance Estimator and a Direct Test for

- Heteroskedasticity, *Econometrica*, 48, 817-838.
- [17] Rueda B., M. y Díaz B. A., F (2000). Evaluación de la docencia, perspectivas actuales. Paidós Educador, primera edición.
- [18] Aubrecht, J. D. (1981). Reliability, Validity and Generalizability of Student Ratings of Instruction? (IDEA, Paper 6). Manhattan, KS: Center for Faculty Evaluation and Development.
- [20] Jobson, J.D. (1992). *Applied Multivariate Data Analysis*, Volume II: Categorical and Multivariate Methods, Springer-Verlang New York.
- [21] Dunteman, G. H. (1989). *Principal components analysis*. Newbury Park : Sage.
- [22] L'Hommedieu Randi, Menges Robert J., Brinko Kathleen T. (1990). Methodological Explanations for the Modest Effects of Feedback From Student Ratings. *Journal of Educational Psychology*, 82, 2, 232-241.
- [23] Rotem, A. (1978). The effects of feedback from students to university professors: An experimental study. *Research in Higher Education*, 9, 303-318.
- [24] Scriven, M. (1994). Using student ratings in teaching evaluation. *Evaluations perspectives*, 4: 4-7.

## 6. Apéndice

Preguntas de la encuesta aplicada en Agosto-Diciembre 2001. Se excluye la pregunta 13, porque es la pregunta global del curso y sólo se analizó la global del profesor.

Preg.	Descripción	Tipo de pregunta (I)	
1	Manifiesta dominio de la disciplina académica correspondiente al curso teórico que imparte.	Específica	Subjetiva
2	Asiste a las sesiones establecidas, es puntual y cumple con el servicio de asesoría.	Específica	Objetiva
3	Ha cumplido hasta ahora con el programa del curso, así como con las políticas generales que se establecieron al inicio.	Específica	Objetiva
4	Fomenta una comunicación efectiva, se mantiene abierto(a) al diálogo y crea un ambiente de confianza y respeto.	Específica	Subjetiva
5	Evalúa de manera justa y objetiva mi trabajo y cumple con los criterios de evaluación establecidos al inicio del curso.	Específica	Subjetiva
6	Promueve que los alumnos y las alumnas participen activamente con sus ideas y opiniones en el desarrollo del curso.	Específica	Subjetiva
7	Fomenta el aprendizaje individual y colaborativo, de conocimientos relevantes, conectados con situaciones reales y sustentado en información actualizada y confiable.	Específica	Subjetiva
8	Promueve la reflexión, el cuestionamiento, el análisis crítico y la creatividad a través de las actividades del curso.	Específica	Subjetiva
9	Practica y fomenta el ejercicio de aquellos valores, habilidades y actitudes de la Misión ITESM-2005 que estableció como relevantes para el curso.	Específica	Objetiva
10	Utiliza y fomenta el empleo de recursos tecnológicos adecuados para enriquecer y facilitar el proceso de aprendizaje del curso.	Específica	Objetiva
11	Muestra una actitud comprometida y motivadora en la impartición y coordinación del curso.	Específica	Subjetiva
12	Organiza e imparte el curso de manera que favorece el aprendizaje.	Específica	Subjetiva
14	Tomando en cuenta todos los aspectos anteriores, el profesor o la profesora se desempeña de manera excelente en este curso.	Global	Subjetiva

(I) Las preguntas específicas se utilizan para retroalimentar el desempeño del profesor y cuantifican aspectos internos al proceso de enseñanza-aprendizaje. Con la pregunta global, se elabora el indicador



utilizado para evaluar el desempeño del profesor, OGP. Por último, las preguntas subjetivas y objetivas son identificadas de acuerdo a los criterios del autor. En las objetivas el alumno tiene un parámetro base para evaluar al profesor, en las subjetivas no. Por ejemplo, la pregunta 2 tiene como parámetro base la asistencia y la hora de inicio de clases, en este tipo de preguntas se espera que exista un consenso mayor (al de las subjetivas) en las opiniones de los alumnos acerca del desempeño del profesor.

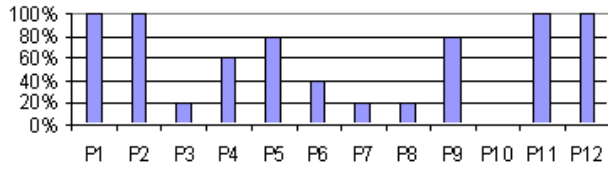


Figura 1

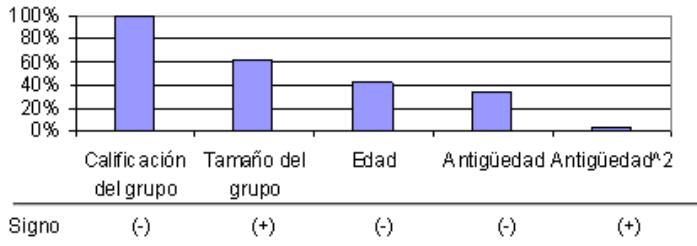


Figura 2

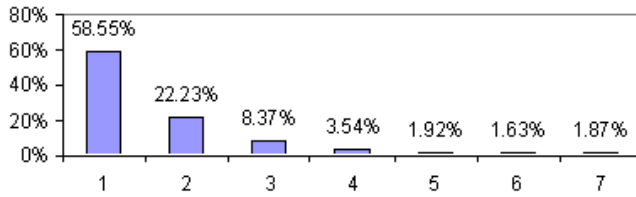


Figura 3

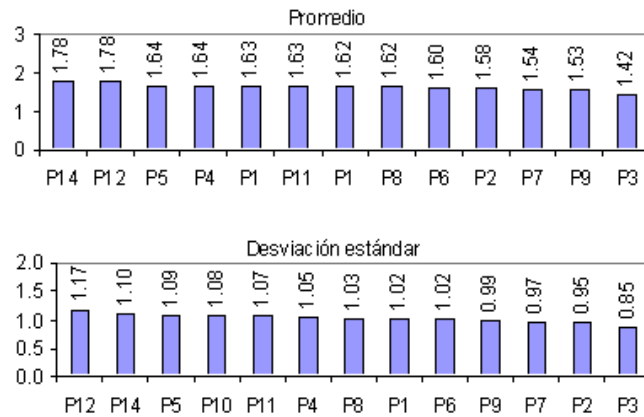


Figura 4

# INNOVACIÓN EDUCATIVA EN EL CURRÍCULUM DE MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍA

Patricia Salinas Martínez, Ricardo Pulido Ríos

Reportes de investigación de diferentes partes del mundo (Estados Unidos, Francia y América Latina, principalmente) aunados a investigaciones propias realizadas en el ITESM, conforman un cuadro poco halagador delimitando al proceso de la enseñanza-aprendizaje del Cálculo. Los descubrimientos basados en la investigación en Matemática Educativa permiten entender las principales causas del fracaso de la enseñanza tradicional del Cálculo basada en el contenido de los libros provenientes de Estados Unidos de Norteamérica y reflejada en los magros aprendizajes logrados por los estudiantes. Explican, además, la existencia de un bajo nivel de articulación entre la enseñanza de la Física y de las Matemáticas en las carreras de Ingeniería, con las preocupantes consecuencias de un aprendizaje deficiente de la ciencia básica. Los estudios emprendidos en el terreno de la epistemología han posibilitado la construcción de una propuesta innovadora de la currícula de Matemáticas para Ingeniería que tome en cuenta el conocimiento actual en la Didáctica de esta ciencia buscando revertir el panorama que la práctica tradicional ha generado. En este trabajo presentamos el resultado del proyecto educativo que tal construcción implica y que desemboca en una nueva propuesta de estructuración del Sector Curricular de Matemáticas para Ingeniería. Presentamos, además, los indicios con que contamos a la fecha de las bondades de esta propuesta innovadora.

## 1. Introducción

### Antecedentes

Dentro de la organización curricular de las carreras de ingeniería, se asume que en los cursos de Cálculo (incluidos Precálculo, Cálculo Diferencial e Integral, Cálculo de varias variables y Ecuaciones Diferenciales) recae la tarea de organizar un contenido que brinde soporte a los estilos de matematización que se utilizan principalmente en la Física.

En nuestro país las propuestas tradicionales de la enseñanza del Cálculo están basadas en una serie de libros estadounidenses [1,2,3,4,5,6] cuya uniformidad de contenido ha creado un verdadero paradigma educativo que se padece desde hace por lo menos 50 años, no sólo en Estados Unidos, sino en toda América Latina.

Desde hace dos décadas han surgido voces, avaladas por la investigación en Matemática Educativa, que critican distintos aspectos de la propuesta tradicional de enseñanza del Cálculo y señalan las consecuencias negativas en el aprendizaje del mismo. Estas críticas pueden agruparse, fundamentalmente, alrededor de dos aspectos; enseguida los nombramos. [7]

El primero de estos aspectos está ligado al énfasis en el carácter lógico deductivo de la presentación del contenido. Este énfasis puede apreciarse en el modo en que están concatenados los conceptos, enfatizando un orden lógico creciente, de tal suerte que se definen primero los objetos más simples a los que van a hacer referencia las definiciones de objetos más complejos. Basta revisar el índice de los libros de texto tradicionales para comprobar esta situación; estos aparecen en el orden: números reales, funciones, límites, continuidad, derivadas, aplicaciones de la derivada, etc. [8]

Ligado a este aspecto, que corresponde al rasgo axiomático (propio de la Ciencia Matemática) se dan las siguientes situaciones:

- a) No puede existir una comprensión cabal por parte de los estudiantes del contenido matemático que se intenta comunicar en los libros tradicionales, en tanto que la presentación que se encuentra en ellos representa el estado final de un conocimiento que en la mente del estudiante no tiene una razón de ser. La apropiación del discurso supone que el estudiante mismo debió haber construido aproximaciones iniciales a ese conocimiento, debió haber avanzado con sus propios intentos de solución, etc. Sin embargo, no siendo esto propiciado por los textos, el contenido resulta ajeno al proceso cognitivo del estudiante. Podrá forzarse (como lo hace) a estudiarlo, porque el contrato escolar lo obliga a ello, pero será incapaz de aprenderlo. [9]
- b) Ante la evidente poca comprensión de los estudiantes, el profesor recurre a “algoritmitizar” parte del contenido, a enfatizar el aprendizaje de técnicas más que de ideas. Así es como el aprender Cálculo se identifica con resolver muchos ejercicios rutinarios. No es extraño que los estudiantes digan que saben Cálculo porque pueden “derivar e integrar”. [10]
- c) Las ideas fundamentales del Cálculo y su razón de ser, difícilmente pueden ser extraídas de estas propuestas tradicionales. La queja recurrente, y no sólo en los países de nuestro continente sino en otros como en Francia y España, es que los estudiantes saben “derivar e integrar” pero no saben cuándo puede resultar útil realizar tales procesos. [11]

El segundo aspecto alrededor del cual giran las críticas a las propuestas tradicionales versa sobre el bajo nivel de articulación entre lo que se enseña en los cursos de Cálculo y la manera como este conocimiento participa en otras áreas de la ciencia (la matematización) donde el Cálculo debe ser el soporte. Investigaciones realizadas en nuestra institución educativa nos llevaron a descubrir que en ciertas ramas de la Física existen nociones matemáticas y formas de trabajar con ellas que de ninguna manera están consideradas en los cursos de Cálculo. Un ejemplo de ello son los diferenciales y el correspondiente estilo diferencial de trabajo en la Física. De hecho, una situación particularmente grave sucede con los diferenciales: mientras que en la Física es una noción sumamente útil, en los libros de texto de Cálculo se presenta dentro de un discurso contradictorio y confuso, en aplicaciones que, ante el uso de calculadoras, rayan en lo ridículo.

Ligado a este aspecto se presentan algunas situaciones como las siguientes:

- a) El estudiante expuesto al contenido tradicional del Cálculo tendrá dificultades en el aprendizaje de la ciencia independientemente de su capacidad y del entusiasmo del profesor. Todo esto debido al fuego cruzado de ideas provenientes de sus cursos de Cálculo y de Física. [12]

- b) No es casual el desánimo y el desencanto que se genera en los estudiantes hacia el Cálculo, sobre todo en aquellos que genuinamente están interesados en aprender. Este desencanto es debido, en parte, a no entender el modo como se utiliza el Cálculo en otras áreas del conocimiento; y es debido también a percibir que tan pregonada y poderosa herramienta es utilizada en ejemplos ridículos donde, a veces, ni el Cálculo es requerido (piénsese en los problemas de máximos y mínimos en donde la función a optimizar es una simple función cuadrática).

## **Objetivo**

Construir una propuesta innovadora para la enseñanza y el aprendizaje del Cálculo en el sistema ITESM que:

- a) sirva de soporte a los estilos de matematización de las materias de las carreras de Ingeniería.
- b) permita una iniciación científica exitosa a los estudiantes.
- c) desarrolle en el estudiante una actitud positiva hacia las Matemáticas.

En otras palabras, pretendemos que con esta nueva propuesta, el estudiante logre un aprendizaje significativo del Cálculo, visto éste como herramienta para el estudio de la Ciencia, y que, aunado a este aprendizaje, desarrolle el aprecio por la Matemática en relación a la relevancia que adquieren los contenidos matemáticos.

## **Justificación**

La educación matemática es un factor decisivo para el desarrollo sostenible del país. Establecer con claridad el soporte matemático necesario en las carreras de ingeniería, y acompañarlo de un programa de enseñanza adecuado, contribuirá sin duda a una formación científica sólida de los futuros ingenieros; formación que les permita enfrentar con éxito los retos tecnológicos que demanda actualmente nuestro país.

El concimiento que se ha construido en los últimos años por las investigaciones en Matemática Educativa nos permite contar con la capacidad para interferir en el estudio de esta problemática, enfatizando la importancia de la relación entre el diseño curricular y la investigación educativa. Con la innovación que construyamos buscamos ayudar a reducir en gran medida el número de estudiantes que ven frenadas sus aspiraciones de cursar una carrera de ingeniería por un aprendizaje deficiente de Cálculo.

## **2. Metodología**

Para el desarrollo del proyecto se ha utilizado una metodología de trabajo general fundamentada en el modelo de investigación-acción. En este sentido inciden simultáneamente estrategias y técnicas operativas con implicaciones en la mejora de la realidad educativa y en el propio perfeccionamiento de quienes llevan a cabo la investigación. Este proyecto supone un trabajo colaborativo realizado mediante la adopción de una modalidad de taller semanal (teórico-práctico) donde se discuten teoría y problemas vinculados a la naturaleza del trabajo. De este modo, la metodología surge del debate y acuerdos realizados por el equipo a lo largo de tiempos invertidos en sesiones de trabajo.

Como parte de la aplicación de esta metodología general se conformaron tres distintas etapas:

**Etapa Diagnóstica.** En ella se realiza una investigación evaluativa para diagnosticar el estado de la práctica de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en las carreras de Ingeniería del Campus Monterrey.

**Etapa de Diseño.** En ella se realiza el proceso de diseño del Sector Curricular, considerando la reestructuración de los contenidos matemáticos, las estrategias didácticas adecuadas y pertinentes ante el nuevo acercamiento al contenido matemático.

**Etapa de Consolidación.** En ella se pretende realizar un proceso de consolidación del nuevo diseño curricular generando productos impresos y elementos de evaluación para apoyar la innovación educativa que se ha propuesto.

La realización de la Etapa Diagnóstica fue decisiva para establecer el rumbo que seguiría el proceso académico en el que estaba participando el grupo de trabajo laborando en este proyecto. Permitió que los seis integrantes del grupo coincidieran en cuanto a sus percepciones de la situación, confirmaran o rectificaran sus creencias previas, y compartieran los conocimientos necesarios para conformar una visión común (de grupo) ante la problemática de la enseñanza aprendizaje de las Matemáticas. Esta visión permearía el trabajo académico por realizarse en el futuro inmediato.

En esta etapa se realizaron cuatro estudios sobre la situación:

- a) **Estudio 1.** Análisis de los programas analíticos de los cursos y de los libros de texto en uso.
- b) **Estudio 2.** Análisis sobre las estrategias de enseñanza comunes puestas en práctica por los profesores. Se incluye la observación en el aula a profesores y la aplicación de encuestas.
- c) **Estudio 3.** Análisis sobre los procesos de aprendizaje fuertemente arraigados en los estudiantes. Se incluye la aplicación de cuestionarios de conocimientos matemáticos y encuestas de actitudes y de métodos de estudio.
- d) **Estudio 4.** Análisis sobre la relación que guarda el sector curricular con los cursos de especialidad de las carreras de Ingeniería, cursos a los cuales ingresarán los estudiantes, una vez que hayan acreditado los cursos del sector curricular de Matemáticas. Se incluye la observación en el aula de cursos de especialidad y la aplicación de encuestas.

La metodología adoptada por el grupo de profesores por la Etapa de Diseño, debía atender los resultados obtenidos del diagnóstico e interpretarlos a la luz de la visión que compartían al momento sobre la Matemática y su enseñanza. Además de ello, se deberán retomar los resultados de la investigación educativa que realizaron dos miembros del grupo para obtener el grado de Doctorado en Matemática Educativa. Este trabajo previo de investigación (realizado dentro de la institución) significó un gran apoyo para concretar el nuevo diseño curricular, pues brindó la suficiente información acerca de la génesis de los conceptos y procedimientos matemáticos presentes en el currículum formal, así como elementos de análisis para su adaptación a una realidad escolar con la finalidad de permitir a los estudiantes un mejor manejo, desde el punto de vista cognitivo, de aquellos conceptos y procedimientos.

Las acciones que se realizan en la Etapa de Consolidación consisten en la generación de materiales didácticos en una versión preliminar que es sometida a una evaluación interna al utilizarse en los cursos de los profesores participantes en este proyecto. Posteriormente, se trabaja en la escritura de libros de texto que exhiban la nueva forma de presentación de los contenidos matemáticos y que integren la estrategia didáctica diseñada para la apropiación significativa de ese contenido en el estudiante.

### 3. Resultados y discusión

Como resultado de la Etapa Diagnóstica, con relación a los aprendizajes previos de los estudiantes, fue notoria la detección de lagunas y concepciones erróneas e incompletas de contenidos matemáticos previamente aprendidos; así como también la pérdida de habilidad para aplicar aquellos procesos algorítmicos que la práctica de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas priorizan comúnmente.

Por otra parte, al indagar sobre el papel de la Matemática dentro de los cursos de especialidad en las carreras de Ingeniería, fue sorpresivamente notorio que el enfoque que los cursos de Matemáticas asignan al aprendizaje de esta ciencia no corresponde al uso que de ella se hace en la comprensión de los fenómenos de la realidad estudiados en los cursos de especialidad. Este resultado llevó al grupo de profesores a cuestionarse sobre cómo los cursos de Matemáticas pueden aportar más a la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería.

Aunado a lo anterior, debe rescatarse otro resultado del estudio diagnóstico destinado a indagar sobre los procesos cognitivos aplicados por los estudiantes. El resultado consiste en haber detectado que el buen desempeño de los estudiantes se ve favorecido por la presentación de situaciones problemáticas en contextos reales. Estas situaciones les permiten poner a funcionar sus procesos de pensamiento en la búsqueda de una solución al problema que se les propuso, a diferencia de situaciones descontextualizadas, completamente redactadas en lenguaje matemático, las cuales difícilmente activan un proceso cognitivo en los estudiantes.

Como resultado de la Etapa de Diseño, para el grupo de profesores resultaba claro que el objetivo de lograr que el diseño curricular integre de manera armoniosa el aprendizaje del conocimiento matemático y el desarrollo de habilidades y actitudes positivas hacia ese conocimiento, no es un objetivo realizable mientras se mantenga el mismo énfasis puesto en evidenciar la estructura lógica del conocimiento matemático, tal como lo manifiesta el currículum formal y los libros de texto comunes.

Visualizar un diseño curricular distinto exige romper con la tradición y cuestionar el “qué” se enseña y el “cómo” se enseña. El grupo de trabajo contaba con los elementos de análisis que le permitirían estructurar el contenido matemático en base a la solución de una problemática real que funcione como eje del discurso escolar desde su inicio y a todo lo largo del mismo. Esa problemática real consiste en “predecir el valor de una magnitud en determinado tiempo”. Pueden considerarse las magnitudes distancia, temperatura, presión, volumen, etc.; y cada una de ellas contextualiza una situación-problemática particular pero que esta integrada al mismo eje central del discurso.

Para los profesores, era imprescindible que el discurso matemático escolar adquiriera un significado de utilidad en el estudiante; y coincidieron en que ese significado puede ser percibido dando una nueva estructuración a los contenidos matemáticos como respuesta a la necesidad de resolver la problemática real descrita en el párrafo anterior. El propósito conjunto en el aula, tanto de los estudiantes como del profesor, sería el de construir un instrumento teórico que permita ir dando solución a la problemática y a sus naturales complicaciones y ramificaciones presentadas a medida que se avanza en dicha construcción.

Redimensionar la estructura del conocimiento matemático con base a la solución de problemas era la repuesta al “qué” enseñar; y al mismo tiempo, el grupo de trabajo estaba percibiendo como consecuencia necesaria una manera de redimensionar el “cómo” se enseña. Una estrategia de enseñanza aprendizaje parecía ser la idónea para el nuevo discurso: el aprendizaje basado en problemas. Para aplicarla, habría que lograr la creación en el aula de un “espacio didáctico” en el que fuera posible la construcción conjunta (o al menos un inicio de ella) del conocimiento matemático.

Como resultado de las discusiones se concluyó que este espacio fuese generado con el abordaje de situaciones problemáticas ubicadas en contextos reales y presentadas a los estudiantes en “hojas de trabajo para el aula”. Cabe aclarar que los problemas descritos en dichas “hojas” no son cualquier “ejercicio” de Matemáticas como los que se encuentran en los libros de texto tradicionales; más bien consisten de acercamientos a problemáticas tales que en la historia de la Matemática han sido y siguen siendo lo suficientemente importantes como para haber determinado la construcción y el desarrollo de la teoría del Cálculo Diferencial e Integral.

Actualmente se cuenta con el diseño de cuatro de los cursos que conforman el Sector Curricular de Matemáticas para Ingeniería. Uno de estos cursos, Matemáticas I para Ingeniería, cuenta con el libro de texto y cuaderno de apoyo en su edición realizada por Editorial Trillas. Consideramos de la mayor relevancia el logro de esta edición para efectos de dar a conocer esta propuesta y sus bondades.

#### **4. Conclusiones**

Nos hemos propuesto innovar la currícula de las matemáticas para las carreras de ingeniería, currícula que atiende principalmente la tarea de soportar los requerimientos matemáticos propios de esas carreras; buscamos que esa innovación contemple un contenido relevante, útil y a la vez adecuado para lograr realmente el aprendizaje. Hemos avanzado sustancialmente en la reconstrucción del Sector Curricular, solo falta, literalmente, el curso de ecuaciones diferenciales.

Hemos avanzado en la evaluación en dos aspectos:

- a) El soporte teórico de nuestra propuesta que se fundamenta en lo epistemológico y en lo cognitivo. Nos hemos percatado, por ejemplo, que nuestra propuesta incluye elementos que son descalificados por los libros tradicionales, lo cual denota un desconocimiento de descubrimientos recientes que dan fundamento teórico a esos elementos en cuestión. Hablamos de diferenciales como infinitésimos pequeños. [13]
- b) La realización de algunos cuestionarios para los alumnos donde manifiestan un cambio de actitud positivo radical hacia la ciencia matemática.
- c) Se ha ido consolidando un grupo de profesores convencidos de la bondad de la propuesta y claros de la necesidad de prepararse en este modo “no tradicional” de trabajarla en clase.

Faltan estudios precisos que sigan la evolución y desempeño del estudiante a través de las materias de la especialidad para evaluar precisamente el impacto de nuestra propuesta en función de herramientas para entender, comprender y accionar en la ciencia de la ingeniería. Sólo algunos indicios apuntan a creer en el cambio favorable que propicia nuestra propuesta.

No creemos que nuestra propuesta sea la respuesta definitiva de la buena iniciación científica de los estudiantes, sino un acercamiento hacia la articulación de un proyecto más ambicioso y de mayor contundencia: la enseñanza interdisciplinaria de la ciencia básica.

#### **5. Referencias**

- [1] Zill, D. G. (1987). Cálculo con Geometría Analítica. México: Grupo Editorial Iberoamérica. (Versión en español del original en inglés publicado en 1985).



- [2] Leithold, L. (1987). El Cálculo con Geometría Analítica. Quinta Edición. México: Harla. (Versión en español del original en inglés publicado en 1986).
- [3] Thomas, G. B. y Finney, R. L. (1987). Cálculo con Geometría Analítica. Sexta edición. México: Addison-Wesley Iberoamericana. (Versión en español del original en inglés publicado en 1984).
- [4] Larson, R. E. y Hostetler, R. P. (1989). Cálculo y Geometría Analítica. Tercera Edición. México: Mc. Graw - Hill.
- [5] Purcell, E. J. y Varberg, D. (1993). Cálculo con Geometría Analítica. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A. (Traducido al español de la sexta edición en inglés publicada en 1992).
- [6] Stewart, J. (1994). Cálculo. México: Grupo Editorial Iberoamérica. (Versión en español de la segunda edición en inglés publicada en 1991).
- [7] Cantoral U., R. (1990). Categorías relativas a la apropiación de una base de significaciones propia del pensamiento físico para conceptos y procesos de la Teoría Elemental de las Funciones Analíticas. Tesis Doctoral. Departamento de Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN. México.
- [8] Alanís, A. (1996). La predicción: un hilo conductor para el rediseño del discurso escolar del Cálculo. Tesis de doctorado. Departamento de Matemática Educativa. CINVESTAV. México.
- [9] Dreyfus, T. (1990). Advanced Mathematical Thinking . En A. G. Howson y J. P. Kahane, (Eds.), Mathematics and Cognition. A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education. ICMI Study Series. E.U.A.: Cambridge University Press.
- [10] Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. En Pedro Gómez (Ed.). Ingeniería didáctica en educación matemática (pp. 33-59). Bogotá: Una empresa docente, Grupo Editorial Iberoamérica.
- [11] GRECO: Groupe Mathematiques et Physique-Enseignement Superieur du GR Didactique du CNRS, (1989). Procedures Differentielles Dans les Enseignements de Mathematiques et de Physique au Niveau du Premier Cycle Universitaire. París: IREM, UNIVERSITE PARIS VII.
- [12] Pulido, R. (1998). Un estudio teórico de la articulación del saber matemático en el discurso escolar : la transposición didáctica del diferencial en la física y la matemática escolar. . Tesis de doctorado. Departamento de Matemática Educativa. CINVESTAV. México.
- [13] Robinson, A. (1996). Non-standard Análisis. Estados Unidos: Princeton University Press.

**WHAT IS THE RELATIONSHIP BETWEEN A CAN OF SODA, A CONTAMINATED RIVER; AND AN AIR CONDITIONING SYSTEM? PBL IN THERMODYNAMICS.** Mario M. Alvarez, Centro de Biotecnología. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Problem Based Learning (PBL) has been recognized as a useful didactic strategy to teach (and hopefully learn) thermodynamics. In this communication we relate our experiences teaching thermodynamics through the presentation of "completely open ended" problems. In particular, we present and discuss results, impressions, and statistics related to the implementation of three cases that we have used in our Chemical Engineering Curriculum at the ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey). These three cases include the calculation of the concentration of CO<sub>2</sub> in a can of soda (to illustrate Henry's law); the construction of a flexible model to calculate concentrations of contaminants in rivers and lakes (to illustrate the concept of equilibrium in multicomponent, multiphase systems); and the case of a flexible air-conditioning system design (to illustrate the concepts involved in energy balance calculations in reactive systems). In an effort to evaluate the success of the technique, a survey was applied to 60 students who attended the classes where these PBL cases were implemented. In addition, previous to the application of the survey, the learning style of each student was profiled into four categories (concrete-sequential, concrete-random, abstract-sequential, and abstract-random). A correlation study between learning style and perception of the technique is also presented.

# Assisting students with POL using XML and P2P

Enrique David Espinosa, Julieta Noguez Monroy  
Monterrey Institute of Technology, Mexico City Campus  
[eespinos,jnoguez}@campus.ccm.itesm.mx](mailto:{eespinos,jnoguez}@campus.ccm.itesm.mx)

**Abstract.** We present innovative educational and Peer-to-Peer computational models for allowing graduate and undergraduate students to gain access to important information they may need when executing key project-oriented activities that are part of pedagogical strategies aimed at building insight and skills to perform well on [future] e-businesses they may embark in. We describe the Generalized POL-based model for collaborative & semi-structured P2P behavior description (GPCOL). In the context of relevant, online, and educational data retrieval, such infrastructure is part of a series of tools developed to emphasize Project Oriented Learning (POL) portfolio creation and activity assesment. This contrasts with the widespread approach to implementing project-oriented presentation planning. We make use of state of the art XML technology to deliver adaptive material for reflective thinking in a heterogeneous cluster of learners.

**Keywords:** Project Oriented Learning, Collaboration, XML, Portfolio.

# LOW COST EDUCATIONAL TECHNOLOGY BASED ON OPEN SYSTEM REFERENCE ARCHITECTURE FOR ENGINEERING COURSES

Miguel de Jesús Ramírez Cadena, Arturo Molina Gutiérrez

This paper describes a software-based control reference architecture based on the open systems concept used as a development tool to build a common system by a group of users working individually on separated parts of the system. An application of the architecture in engineering courses is demonstrated. In this case, the authors have developed an educational frame in computer science, electronic, electrical, mechanic and others related engineering courses where professors can organize the course in sections in order to be developed by each student or team of students. The concept can be brought to collaborative environments to support virtual organizations where multidisciplinary teams are required.

Keywords: Open Systems, Multidisciplinary Teams, CNC control, Educational Techniques

## 1. Introduction

Open Systems is a concept used to development control systems. The IEEE define open system as follow: "An open system provides capabilities that enable properly implemented applications to run on a variety of platforms from multiple vendors, interoperate with other systems applications and present a consistent style of interaction with the user." [1]

The main goals for open system architecture are interoperability, portability, scalability and inter-changeability. Interoperability will only be guaranteed by using standardized data semantics and behavioral models, communication and interaction mechanisms. Portability allows operate the system components on different platforms without any changes. Scalability is a feature to enables the customer to increase or decrease the functionality of a system by upgrading or downgrading specific components. Inter-changeability allows the interchanging of one component per another due to its specific capabilities, reliability or performance. Also open system architecture concept is related to internal openness and external openness. The first one refers to openness concerning the internal control functions and the second cover all external interfaces [2].

---

M.Sc. Miguel de Jesús Ramírez Cadena: Researcher Professor of Mechatronic Department and Manufacturing Integrated Systems Center, ITESM Campus Monterrey. [Miguel.Ramirez@itesm.mx](mailto:Miguel.Ramirez@itesm.mx).  
Ph.D. Arturo Molina Gutiérrez. Researcher Professor of Manufacturing Integrated Systems Center, ITESM Campus Monterrey. [armolina@itesm.mx](mailto:armolina@itesm.mx)

A lot of efforts had been realized in order to create controls based on open systems [3] :

- a) Japan. OSEC (Open System Environment for Manufacturing).
- b) USA. OMAC (Open Modular Architecture Controllers).
- c) Europe. OSACA (Open System Architecture for Controls within Automation Systems).
- d) USA-NIST. EMC (Enhanced Machine Controller).

The Manufacturing Integrated Systems Center (CSIM) of the Monterrey Institute of Technology (ITESM) has developed the concept of Universal Numerical Control (CNU) based on open system concept. The rationale of CNU project is related with the fact that in countries like Mexico, small and medium metal-working industry rarely have access to computer numerical control (CNC) machine tools and then they work with conventional machine tools. On the other hand, only well established companies have access to automated machine tools due to its cost. Also the research group has pointed out that Mexican small and medium metal-working industry has been facing major problems in international markets due to the lack of CNC technology which is the basis for competition in this sector [4].

Therefore an area of opportunity has been identified to develop national technology in the area of CNC using low cost PCs, object oriented programming technologies and software based open system architecture implemented with real-time operating systems. The research group had developed a control prototype used to retrofit an outdated machine tool. Actually, five small metalworking enterprises of Mexico had expressed their wish to implement the CNU project on their outdated machines.

The CNU project had created reference architecture based on open systems theory. A Reference Architecture is a conceptual model that establish rules and methods of integration and standard interfaces between its components in order to reach a structure to let developers build systems with the characteristics established by the architecture [5].

With the reference architecture is possible design and implement systems formed with different combinations of software modules that can plug and play on the architecture to reach the needed functionality.

Because of the success of the CNU project, an opportunity had been viewed by the authors with regards to the open system reference architecture on the scope of real-time systems. The reference architecture really can provide an educational frame in computer science, electronic, electrical, mechanic and others related engineering courses. A professor can organize the course in sections or software modules in order to be developed by each student or team of students. Each team needs to follow the specifications of the reference architecture so get communication with the others parts. Each team can do their particular work with independence of the other teams because the reference architecture establishes the communications rules between all parts of the system. Previously, the professor need design the communication rules related with the control system to implement.

The development of low cost educational technology for engineering courses allows collaborative teams of students with multidisciplinary knowledge to build up advanced technologies, such as mechatronic machine tools.

## 2. Educational Reference Architecture

The proposal to use open system reference architecture to organize engineering courses follows the following rationale:

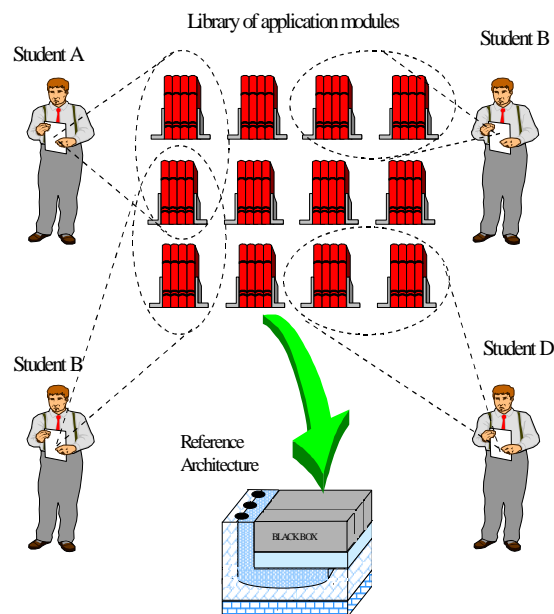
- a) Planning build a system by a group of users working individually on separated pieces.
- b) Using ready-to-use libraries of software in order to development systems.
- c) Work on the scope of real-time operating systems.
- d) Prepare the course by the teacher focus on the functionality of each part and the integration of the system.

The real-time item is a key concept of the architecture and let to system respond to internal or external events with an appropriated answer time. The main differences between real-time and standard programming are [6]:

- a) The real-time systems are compacts but complex.
- b) The real-time make sure the good performance of the systems.
- c) The real-time programming drive the interrupts scheduler of the systems resources.

The figure 1 shows the concept reached by the architecture in order to be use on engineering courses with different profiles of students, this concept gets a library of software modules developed by the students which can be integrated to common reference architecture designed by the professor.

This concept of reference architecture is like a “Black Box”, where the professor designs the “Black Box” and the students full the box with the necessary modules to reach the functionality designed by the professor. Before starting the course, the professor must to design the interfaces between the different software modules establishing the communications among themselves.



**Figure 1.** The reference architecture application concept.

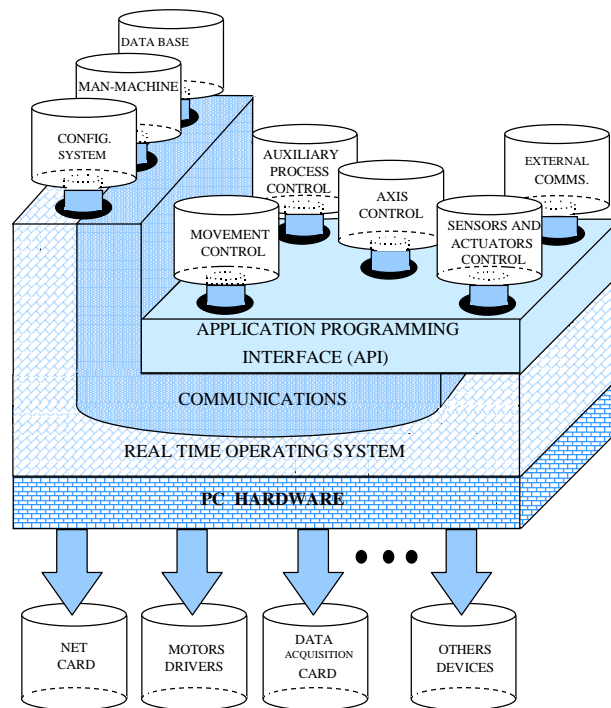
The reference architecture offers system software layers to serve as link between applications software modules and hardware. It offers an exactly specified application interface that will provide standard services in the fields of communication, data storage, graphics, dialogue management, configuration and operating system [7].

The system software layer hide the specific characteristics of processes, operating systems or communication media which are used within the architecture, so that the student always finds the same application interface and just will dedicate effort to develop his part.

### 3. Application On Engineering Courses

The next section shows the organization of electronic engineering course gave in Monterrey Institute of Technology last year. The objective was to develop a Computer Numerical Control for retrofitting a conventional machine-tool (lathe) using the reference architecture. Previously, the professor established the application software modules and designed the communications in the architecture. The professor established the architecture with five software modules (see figure 2): External communications module, movement control module, axis control module, auxiliary process module and sensor-actuator module.

The professor set the basis for the project by programming three modules that belong to the reference architecture: Man-machine module, Configuration system module and Database management module. These modules have the information to manage the application software modules mentioned before.



**Figure 2.** The reference architecture of CNC

Ten students of electronic and computer science careers developed software modules, in teams of two students. In addition, three mechanical engineer students contributed with manufacturing knowledge: machining process concepts, mounting equipment on the lathe, and machining test pieces.

The information flow for a CNC program is show in figure 3. The flow begins when the user introduce a CNC program in the man-machine interface. The CNC code is driven by movement control module to get the basic length unit table. The axis control module processes the basic length unit table to get the signal table for each axis. The auxiliary process module drive the information related with M codes. The sensors and actuators module converts this information in electrical signals send to machine motors and receive the retro feed signal of the sensors in the machine-tool.

The professor developed an object oriented model using object oriented graphics notations and gave, to each development group of module, the document with specific messages that receive and send from/to others modules of the architecture. All modules were programming in C++ using parametric classes [2].

The lathe was retrofit by mounting servomotor, limit switches, position sensors, a personal computer, ball screws and data acquisition card. The CNC control implemented used Unix platform because all software was developed with QNX real-time operating system. The use of real-time techniques let implemented the system in a standard PC with processor Pentium II.

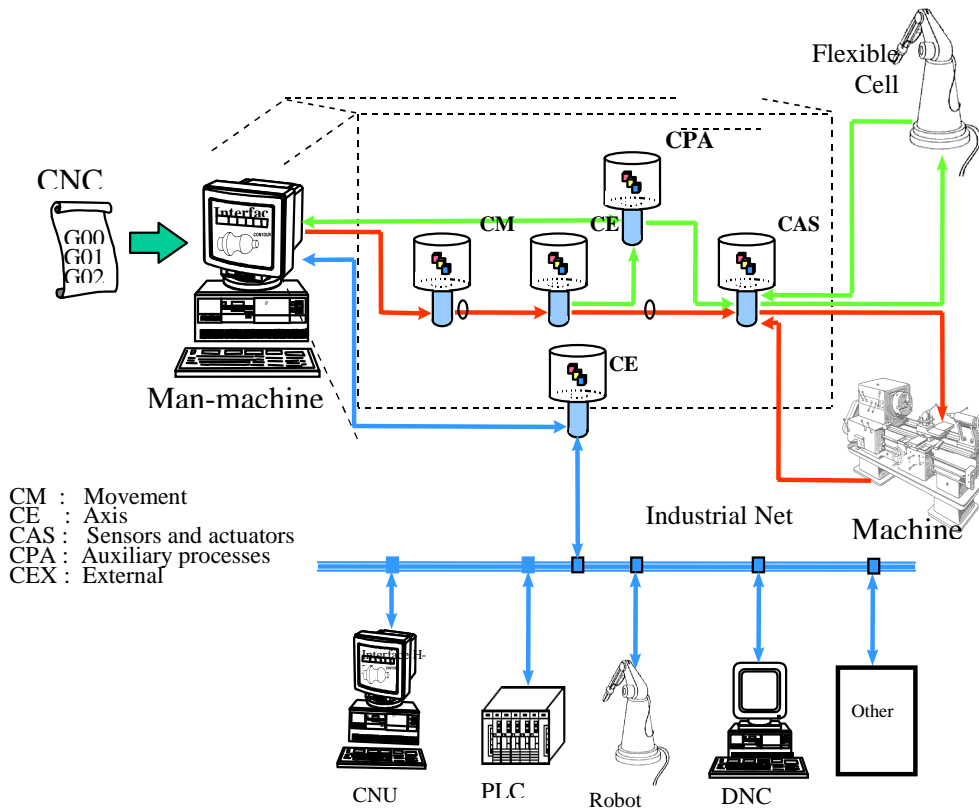


Figure 3. Information Flow in CNU application.



#### 4. Conclusions

This paper focuses on the use of reference architecture concept in order to design and implement any system by multidisciplinary teams. The reference architecture let design and implement an engineering course in order to prove it as an educational tool. The main issues are:

- a) The use of the reference architecture lets the professor to organize the course with flexibility and efficiency.
- b) The student centered all his attention in a specific problem or area. The reason is that communication forms with others parts of the systems were established previously.
- c) This educational tool had proved that is an efficient form to planning engineering courses where participate many persons with different professional profiles.
- d) The cost of the implementation of control systems is less than implement the course with commercial platforms of software and expensive machines.

As a future research, the authors propose design and implement Universal Control System for the next generation of machines [8]. The next generation of machines must be reconfigurable and intelligent; therefore the reference architecture will play a major role in the development of future machines. The application of real-time configuration in order to get more control on the system (machine) behavior is still a major issue for research.

#### 5. References

1. IEEE 1003.0, Technical Committee of Open Systems of IEEE.
2. Ramírez M., Molina A., "Software based Computer Numerical Controller for Low Cost Automation in Small and Medium sized Metal-Processing Enterprises in Developing Countries". Memories of the VI IFAC Symposium on Cost Oriented Automation, Berlin, German. October 8-9, 2001.
3. Pritschow G., Altintas Y., Jovane F., Koren Y., Mitsubishi M., Takata S., Van Brussel H., Weck M., Yamazaki K. "Open Controller Architecture: Past, Present and Future. CIRP. 2001.
4. Phillips L., Valero J., Tijerina J. "Bienes de producción críticos en la industria manufacturera del estado de Nuevo León: el caso de los tornos de control numérico". Entorno económico Journal. Vol. XXXV. June 1997. p.p. 13-16.
5. Ramírez M., "Desarrollo de Geotecnología: El caso del control Numérico Universal". Memories of the IX seminario Latino-Americano de Gestión Tecnológica ALTEC 2001, San José, Costa Rica. October 17-19, 2001.
6. Everett W.W. "Reliability and safety of real-time systems", Computer. May 1995. p.p. 13-16.
7. Ramírez M., "Algoritmos de interpolación matemáticos aplicados al corte de metal". Memories of the First meeting in Mathematics applied to the Engineer, computing and science, San José, Costa Rica. February 6-9, 2001.
8. National Research Council, Visionary Manufacturing Challenges for 2020, Committee on Visionary Manufacturing Challenges, Board on Manufacturing and Engineering Design, Commission on Engineering and Technical Systems, NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington, D.C. 1998.

# IMPACTO DE UN SOFTWARE EDUCATIVO EN LOS PROCESOS AUTORREGULATORIOS DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Mtra. María del Carmen Romero

Dra. María Angelina Arriola

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad De Mexico

## INTRODUCCIÓN

Las instituciones de educación superior se enfrentan ante el reto de formar personas acordes a las exigencias sociales y laborales de manera que puedan ser exitosos en su actividad profesional. A este respecto, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Secretaría de Educación Pública (SEP Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL, A.C.), entre otras instituciones han planteado entre una de las muchas características requeridas en los egresados a la *autorregulación* como el proceso que hace responsable al individuo de sus actos.

Bajo este contexto, una institución privada en la Ciudad de México, se planteó como propósito mejorar en sus estudiantes dicho proceso (la autorregulación) a través de la implementación de un proyecto tecnopedagógico para influir en el desempeño docente y por tanto en el del alumno.

De esta manera, el objetivo general de este estudio es la de establecer si hubo o no un cambio en el nivel de independencia intelectual (según los resultados obtenidos por una prueba psicométrica de autorregulación de Arriola, 2001) y si es que esto tiene alguna relación con la forma en como se enseña (plataforma tecnológica) y de cómo es enseñado (modelo de aprende a aprender); con el fin de establecer un modelo explicativo sobre cuáles son aquellos factores a considerar en la tecnología educativa para la adquisición y/o desarrollo de la planeación, monitoreo y valoración cognitiva (componentes de la autorregulación) por parte del estudiante.

## MARCO CONCEPTUAL

De acuerdo a Abascal y Macías (1999) la educación del nuevo siglo va a estar marcada por los parámetros establecidos por el Banco Mundial que buscan cambiar la cultura universal por el aspecto técnico, a este respecto el criterio gubernamental mexicano para medir la productividad de los sistemas universitarios se basará en que se compatibilice el conocimiento impartido con las necesidades económicas del país; por lo que esta respuesta gubernamental pareciera estar en razón de los parámetros del Banco Mundial, esto es, que el objetivo educativo será el fomento de la especialización sobre la universalidad del conocimiento.

Siendo así, la especialización universitaria continuará agudizándose en función de los requerimientos específicos del mercado laboral, el cual de acuerdo a encuestas universitarias (bolsas de trabajo universitarias), requiere por una parte de alumnos que asuman una postura autodidacta y que por otro lado, exista una vinculación de las empresas con las universidades, donde las "compañías-universitarias" o "programas de emprendedores" fomenten la construcción de empresas orientadas a las innovaciones tecnológicas, tan necesarias en los países en vías de desarrollo (Meister, 1998).

Debido a que México tiene la necesidad de modernizar sus esquemas de competitividad, el sistema educativo deberá transformarse para formar personas líderes de su propia vida, preparadas para jugar un papel constructivo en la sociedad y capaces de asumir las consecuencias de sus decisiones (OCDE, 1997).

Asimismo, se requiere instalar nuevos modelos de trabajo y de administración que nos aseguren como país participar en el mercado de competencia a nivel mundial, para lo cual, el estudiantado deberá estar consciente que en el futuro no bastará con saber sino que deberá estar al pendiente de las habilidades que debe desarrollar que les permitan ser más competitivos para la creación de una nueva sociedad. Y los gobiernos deberán estar preparados para generar empleos acordes a trabajadores certificados de acuerdo a los estándares establecidos por la comunidad empresarial.

Por ello, la literatura internacional refiere que los estudiantes deben ser autorregulados y estratégicos, y que esto es factible de desarrollar a través de ambientes educativos que representen una oportunidad para el entrenamiento de toma de decisiones, bajo situaciones relativamente experimentales (Aiken, 1992) y que permiten además evaluar de una manera más rápida el ritmo de aprendizaje del alumno (Burlbaw, 1994).

Considerando lo anterior y a través de un estudio riguroso de los sinónimos tanto de la palabra autorregulación como de los conceptos que se asemejan a su definición, Arriola (2001) propuso su propia definición y que es la que rige esta investigación por ser la última definición con más identidad.

Arriola (op.cit) demuestra que la autorregulación es la capacidad de establecer metas y actividades para el logro de metas (planificación), a través de la comprensión de cómo se está realizando la tarea y la identificación y orientación de las estrategias en caso de que fuese necesario (monitorear) y de la satisfacción en cómo se está llevando a cabo la tarea, según criterios establecidos (valorar).

De modo, que si lo que se pretende es que el alumno sea independiente intelectualmente, se requiere que tanto las actividades en clase como las de la plataforma tecnológica permitan que el estudiante planifique, monitoree y valore su desempeño; en este sentido ¿qué tipo de diseño instruccional es el requerido? ¿se requieren de ciertas características del software para que sea posible la autorregulación?

## **METODOLOGÍA**

Justificación. La tendencia organizacional es hacia la globalización y por tanto dentro de las decisiones trascendentes para adoptar la globalización se encuentra la adopción de estándares como los que sugiere la ISO 9000, donde la capacitación se vuelve crucial. Sin embargo pocas veces las decisiones en términos de la capacitación se hacen siguiendo una metodología definida considerando todas las alternativas significativas.

Esta es una de las razones por las que se vuelve necesario crear un ambiente donde se simulen situaciones que requieran decisiones sobre aspectos como capacitación en una empresa, en las que el alumno pueda adquirir experiencia y retroalimentación sobre las consecuencias de sus decisiones, donde la teoría y su ejercicio se vuelve necesaria, para la adquisición de habilidades y conocimientos.

Ahora bien, a pesar de que el entorno académico trata de ofrecer diferentes alternativas al alumno para prepararlo para la vida profesional, a menudo esta preparación llega únicamente hasta la teoría.

En ciencias como la medicina, el futuro médico adquiere experiencia práctica con pacientes bajo la rigurosa supervisión de un profesional. Sin embargo, en ciencias como la administración, el alumno, en contadas ocasiones se enfrenta a problemas organizacionales reales en los que tenga que tomar decisiones, considerando diferentes variables cambiantes y que pueden tener múltiples consecuencias.

Pocas veces los métodos didácticos tradicionales consideran la recreación de ambientes similares a los que se encontrará el alumno al iniciar su vida profesional. Por lo anterior, una universidad al sur de la Ciudad de México optó por complementar las clases con el proyecto de “aprendiendo a aprender por Agenda Electrónica (APAE)” para el desarrollo de

habilidades cognoscitivas para la formación de estudiantes autorregulados y para vincular la teoría con la práctica.

De esta manera el alumno se encontrará en un contexto de simulación de la realidad, donde sus decisiones provocarán consecuencias en la empresa que esta estudiando y el sistema computacional le dará retroalimentación sobre estas decisiones.

Por ello es importante realizar este estudio, que busca dar una perspectiva innovadora de utilización de instrumentos tecnológicos para el entrenamiento de habilidades cognitivas que inciden en la competencia de toma de decisiones, que de mayor sustento al tipo de desarrollo profesional que requiere el nuevo siglo.

Tipo de estudio. Por la naturaleza de la pregunta, la investigación es exploratoria ya que es la primera vez que se indaga en esta población, la variable cognoscitiva autorregulación, pues se trata de indagar si se dio un cambio en el alumno en sus procesos planeación, valoración y monitoreo, y establecer la relación entre las características tecnopedagógicas, el promedio, sexo, semestre y la autorregulación antes de implementar el proyecto y la relación de las mismas cuatro meses después.

Como ya se ha venido mencionando, este estudio plantea realizar una evaluación de si el hecho de que la metodología APAE aproveche las bondades de la tecnología para el procesamiento de habilidades y conocimientos se logra formar personas capaces de asumir las consecuencias de sus decisiones (OCDE); es decir seres autorregulados.

Y dado que la inquietud es la de conocer cómo afecta esta metodología en el aprendizaje, se les aplicó a aquellos alumnos con los que se inició el modelo, una prueba de autorregulación, la cual se aplicó de nuevo en el 2002 para indagar acerca de la relación entre las características del medio tecnológico, las características demográficas y el desarrollo de la autorregulación.

Esta investigación, busca entonces averiguar si los cursos de una universidad metropolitana basados en computadora tienen impacto en la esfera cognitiva, debido a las bondades de la tecnología para el procesamiento de habilidades y conocimientos, por lo que surgen las siguientes preguntas: ¿será que la correlación de ambos factores realmente propicia un cambio en el estudiante?, ¿será el diseño instruccional el adecuado para el impacto que se desea en el alumno?, ¿será la herramienta tecnológica pertinente para lograr la misión del instituto?, este estudio pretende ofrecer opciones de respuesta ante estas dudas.

### **Definición conceptual y operacional de las variables**

Esta investigación, la cual no es experimental, establece las siguientes definiciones:

1. **Autorregulación:** Es la capacidad de establecer metas y actividades para el logro las mismas (planificación), a través de la comprensión de cómo se está realizando la tarea y la identificación y orientación de las estrategias en caso de que fuese necesario (monitorear) y de la satisfacción en cómo se está llevando a cabo la tarea, según criterios establecidos (valorar).
2. **Agenda electrónica (AE):** La AE es un paquete computacional que se compone de cinco bases de datos que son consultadas de manera asincrónica por los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje ya sea por vía red o local. La cual es valorada de acuerdo a los siguientes cinco indicadores:

## **Muestra**

La muestra a la que se le aplicó el CEDA (2001) fue seleccionada de manera intencional no probabilística y se consideró en tres momentos:

1. Etapa I Inicio del Estudio (agosto 1997): El CEDA fue aplicado al inicio del semestre a 309 estudiantes que estaban cursando por primera vez una materia con el diseño del APAE, y fue a todos los estudiantes de la materia de comportamiento organizacional.
2. Etapa II Finalización del semestre (diciembre 1997): Se aplicó el mismo instrumento y a los mismos alumnos al término del semestre.
3. Etapa III Culminación de la licenciatura (mayo 2002): Debido a la mortalidad muestral presentada durante el estudio solamente se logró aplicar la prueba CEDA (2001) a una tercera parte de la muestra inicial (100).

## **Instrumentos**

1. Etapa I Inicio del Estudio (agosto 1997): Para la parte cuantitativa, se utilizó el instrumento de autorregulación (CEDA, 2001) que es una prueba autoadministrada tipo Likert de 25 preguntas y que evalúa tres dimensiones: planeación, monitoreo y valoración, reportó un coeficiente de confiabilidad de .84. Este instrumento fue validado y confiabilizado para esta población previamente (Arriola,2001)(ver anexo).
2. Etapa II Finalización del semestre (diciembre 1997): Al finalizar el semestre se volvió aplicar el mismo instrumento para identificar si hubo un cambio a corto plazo debido al uso de la agenda electrónica.
3. Etapa III Culminación de la licenciatura (mayo 2002): Durante el último semestre se les aplicó nuevamente el CEDA para identificar las posibles relaciones entre el proceso de autorregulación y las características tecnopedagógicas del APAE.

Para la valoración cualitativa de la agenda electrónica, se entrevistó a expertos, a partir de un cuestionario con los criterios y preguntas establecidos por la Centro de Investigación de Servicios Educativos de la Universidad Nacional Autónoma de México (CISE-UNAM)(1994) –por ser un modelo propio de México- y Bates (1999) –por ser una propuesta de reconocimiento internacional-.

Los expertos se consideraron a partir del reconocimiento de colegas como conocedores de tecnología educativa, por los años de experiencia, estudios en el área y por el puesto clave que ocupan en la implementación y uso de software en el ambiente universitario.

## **Procedimiento**

La aplicación del instrumento de autorregulación se realizó en tres ocasiones, la primera fue al inicio del semestre de Agosto de 1997, la segunda fue en la última semana de ese semestre, y la tercera fue durante el semestre de Enero de 2002.

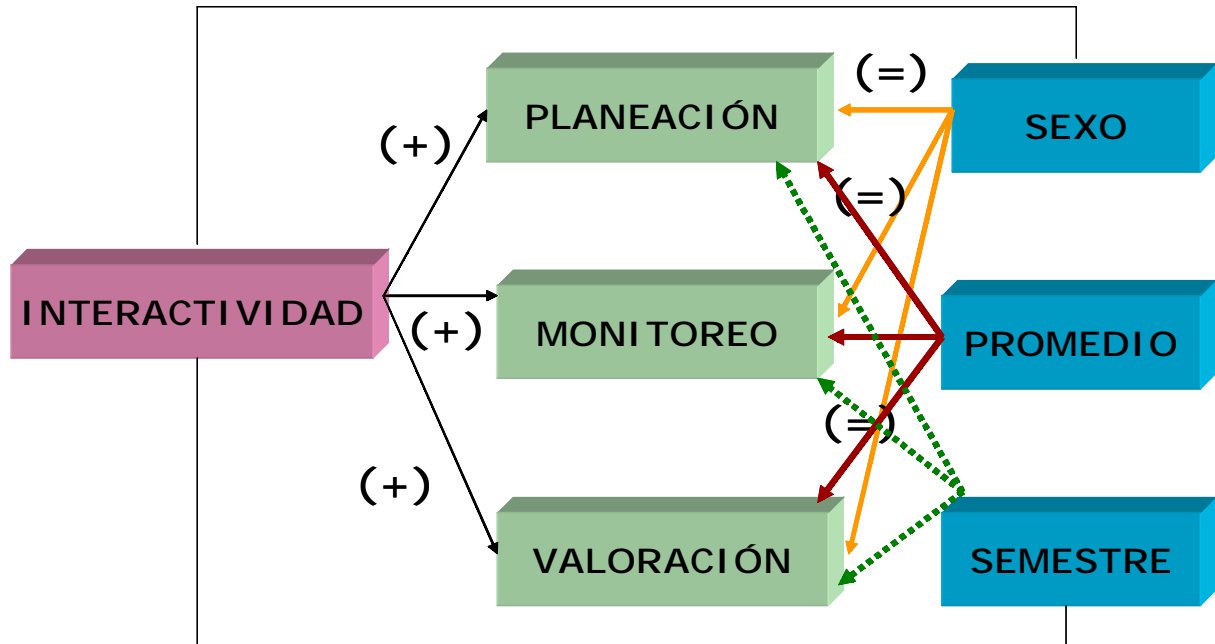
En las tres ocasiones el aplicador daba instrucciones de la manera siguiente: “El propósito de la prueba es indagar en los procesos de planeación cuando realizan sus actividades de estudio ya sea en lo cotidiano y/o en la época de exámenes”.

El CEDA se aplicó en los salones de clase previa autorización de parte de los docentes. El cuestionario para los expertos se hizo vía correo electrónico y presencial.

## RESULTADOS

El estado actual de la investigación es, por una parte, los resultados de la primera para la obtención de un perfil inicial del alumno, y una segunda aplicación de la prueba psicométrica de autorregulación para indagar en el impacto del uso del software en la autorregulación.

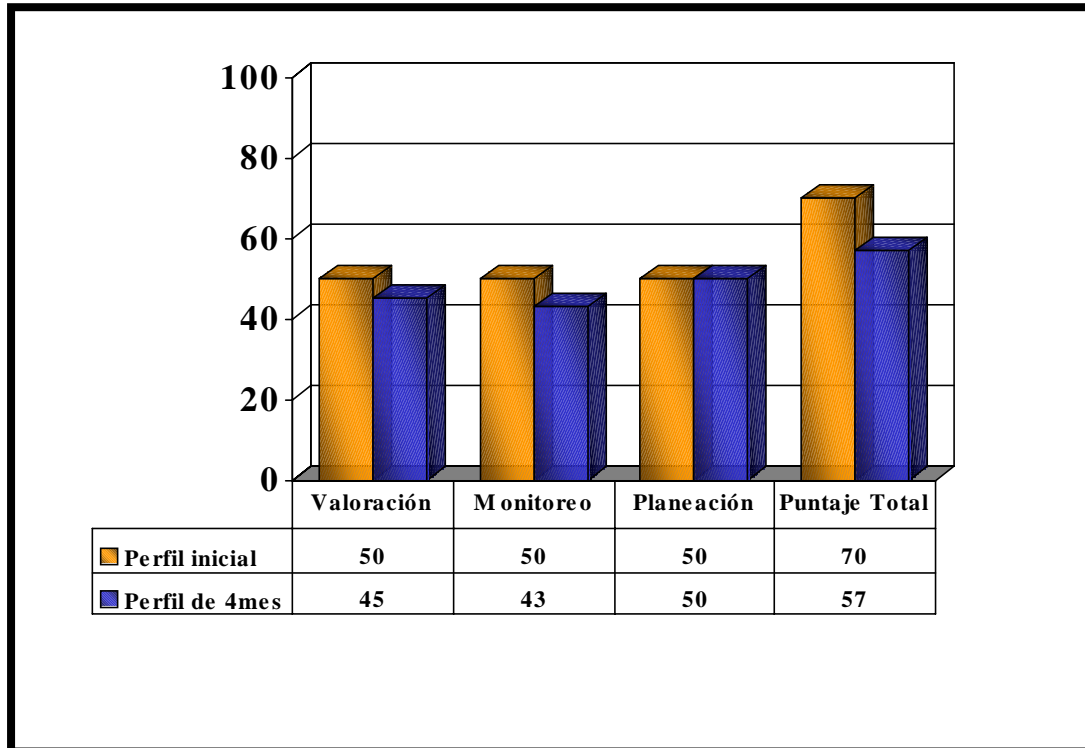
A continuación se presenta el modelo que pretende explicar si existe una relación entre los factores de interés de este estudio:



Como se podrá observar se espera una relación positiva entre una de las características técnicas del APAE y el desarrollo de los componentes de la autorregulación indistintamente del semestre, promedio y sexo del estudiante para efectos de una implementación exitosa de un software educativo.

En este sentido, se analizó los resultados obtenidos al inicio (perfil inicial) y al término del semestre para ver si existe un impacto a corto plazo por el uso del software, quedando la gráfica de la siguiente forma:

**PERFIL DE AUTORREGULACIÓN DE LOS ESTUDIANTES  
UNIVERSITARIOS QUE UTILIZAN PLATAFORMA TECNOLÓGICA EN  
SU APRENDIZAJE**



Se aplicó una t de student, para establecer si las diferencias entre las medias entre los procesos autorregulatorios eran significativas. Los resultados obtenidos se pueden observar en la siguiente tabla.

**TABLA 1: DIFERENCIAS ENTRE LOS PROCESOS AUTORREGULATORIOS DE  
LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

PROCESOS	t	df	Sig.
Valorción inicial - Valorción a 4 meses	21.51	168	0.000*
Monitoreo inicial - Monitoreo a 4 meses	5.80	178	0.000*
Planeación inicial - Planeación a 4 meses	1.502	179	0.135
Total inicial – Total a 4 meses	21.51	168	0.000*

\*  $P < .000$

Los datos indican que existen diferencias entre el puntaje inicial y que se realiza a los cuatro meses, misma situación se evidencia en los procesos de valoración y monitoreo. Las diferencias se establecen ya que existe un ligero decremento de los procesos en la evaluación que se realizó a corto plazo. Solamente en planeación no se manifiesta dicha situación.

Tratando de establecer si había diferencias por sexo en dichos procesos, los datos analizados indican que no existe diferencia en la evaluación inicial entre hombres y mujeres en los procesos de valoración y planeación. Manifestándose diferencias significativas a favor de la mujeres en el puntaje total ( $t = -2.23$ ,  $gl = 298$  y  $P = 0.026$ ) y en el proceso de monitoreo ( $t = -3.630$ ,  $gl = 304$  y  $P = 0.000$ ).

En la evaluación que se realiza 4 meses mas tarde los resultados establecen que no existen diferencias significativas en el puntaje total, ni en los procesos de valoración, monitoreo y planeación.

## CONCLUSIONES

En general el perfil autorregulatorio de los estudiantes universitarios es deficiente, ya que presentan en una escala de 0 a 100, obtuvieron puntajes no mayores a 50; lo que sugiere que estos estudiantes ni planifican, ni monitorean, ni valoran adecuadamente cuando y cómo estudiar. Lo que implica que los universitarios no establecen metas primarias que les permitan ir desarrollando el control de sus propias actividades. Resultados análogos se refieren en la literatura al relacionar la autorregulación con los procesos de aprendizaje y motivación (Pintrich y García, 1994 y Arriola, 2001).

En cuanto a las diferencias establecidas entre la evaluación inicial y la que se realiza a los cuatro meses, las investigaciones sugieren que una posible explicación estaría dada por la curva de aprendizaje que indica que para que el aprendizaje se evidencie se debe considerar lo siguiente para reducir el tiempo en relación al nivel de aprendizaje, para la influencia positiva externa del aprendizaje Werther y Davis, (2000) sugieren revisar el estilo de aprendizaje de los estudiantes para tener un mayor impacto en el aprendizaje, además de hacerlos participar de manera activa, tener una repetición frecuente de los contenidos, destacar la relevancia de lo aprendido, un periodo de aplicación a corto plazo de los conocimientos y habilidades y finalmente, retroalimentación por parte del profesor. Sin embargo la pendiente de la curva se verá afectada por las características individuales (motivación, inteligencia y la edad) de los estudiantes que en este caso de entrada presentan deficiencias en los procesos autorregulatorios (Velásquez, 1997).

Por lo que pudo incidir en los resultados que se obtuvieron. Se espera una mejora en el proceso de autorregulación a largo plazo por las bondades que la investigación declara en el uso de software educativo.

En cuanto a las diferencias de sexo si bien la literatura refiere que los hombres tienen mejores niveles de monitoreo sobre las actividades que ejecutan sobre las mujeres, los resultados obtenidos contradicen dichas referencias, una posible explicación podría ser las características de la institución en la cual se realizó el estudio, ya que la población que asiste a esta es una población con mayor poder adquisitivo y que estas vienen de escuelas privadas y que esto signifique un entrenamiento previo en el proceso de monitoreo.

## BIBLIOGRAFÍA

Arriola, M. (2001). "Relación entre estrategias de aprendizaje y autorregulación: Un modelo explicativo". México: Universidad Iberoamericana.

Alvarez M.y Bañuelos, M..(Comp.).(1994). Usos Educativos de la Computadora. CISE-UNAM.

Apple, M. y Jungck, S. (1990). No hay que ser maestro para enseñar esta unidad: la enseñanza, la tecnología y el control en el aula. Revista de Educación. N.291.

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian H (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.

Bandura, A.(1987). Teorías del aprendizaje social. México:Espasa-Calpe.

Blair, M., Stewart, R. y Simpson,R (1982). Psicología educacional. México: FCE.

Bowles, S. y Gintis, H. (1981). La Instrucción Escolar en la América Capitalista, México: Siglo XXI.

Cassarini,M.(1995). Manual de teoría y diseño curricular.méxico. ITESM-CEGS.



- Castañeda, S. (1999) "evaluación de resultados de aprendizaje en escenarios educativos" Inédito.
- Castañeda, S. Material Inédito: "Aplicando La Cognición A Materiales Instruccionales" UNAM.
- Castañeda, S. y López, M. (1994) .Manual Del Curso De Psicología Cognitiva. 2a Ed. México: ITESM-CEGS.
- Castañeda, S., López, M. y Almaguer T.(1993) Manual del curso de psicología de la educación.méxico:ITESM-CEGS.
- Castañeda, S. y López, M. (Editores)(1989). Antología. La psicología cognoscitiva del aprendizaje. Aprendiendo a aprender, UNAM.
- Conocer (1998) Sistemas Normalizado Y De Certificación De Competencia Laboral, México.
- De Ibarrola, M. (1988). Hacia Una Reconceptualización de las Relaciones entre el Mundo de la Educación y el Mundo del Trabajo en América Latina. Revista Latinoamericana De Estudios Educativos (México) Vol. XVIII, No.2, Pp. 9-63
- Easton, P. y Klees, S. (1990). Educación y Economía: Otras Perspectivas, Perspectivas, Vol. XX, No. 4 (76).
- Flavell, J. (1985 ). El Desarrollo Cognitivo, España: Visor-Prentice-Hall.
- Gagne, E.(1985). La Psicología Cognitiva Del Aprendizaje Escolar, México: Visor-Prentice-Hall.
- Gagné, R.M.(1993). Las Condiciones Del Aprendizaje,México: Mcgraw-Hill.
- Gamus, G.E. (1997) "Los Desafíos en la Relación Educación y Trabajo hacia el Siglo XXI" Paper Presentado Para El Congreso: Latin America Studies Association, México. Abril 17-19
- Jackson, P.(1990). La Vida En Las Aulas, Madrid: Morata.
- Mc Ginn N. F. (1996). Educación, Democratización y Globalización: Un Desafío Para La Educación Comparada. Comparative Education Review, Vol. 40, No. 4.
- Meister, J. C. (1998). Corporate Universities, Lessons In Building A World-Class Work Force, México: Mc Graw Hill
- Mertens, L. (1998). La Gestión Por Competencia Laboral En La Empresa Y La Formación Profesional. España: Iberfop
- Postlethwaite, T.N.(Ed.)(1995). "International Encyclopedia Of National Systems Of Education" (2nd Ed.). Cambridge, United Kingdom: Pergamon.
- Pozo, J.I. (1993). Teorías Cognitivas Del Aprendizaje, México:Morata.
- OCDE.(1997). Prepared For Life. Francia.
- Velásquez, G. (1997). Humanismo en la Administración II. México: ECAFSA
- Werther, W. & Davis, K. (2000). Administración de personal y recursos humanos, México: McGraw-Hill.

**ENTENDIMIENTO DE LA NOCIÓN DE VARIABLE ALGEBRAICA EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE UNIVERSIDAD.** Ángeles Domínguez, Departamento de Matemáticas, Campus Monterrey, ITESM.

Este estudio profundiza en las dificultades de los estudiantes para entender la noción de variable algebraica. Las preguntas guía son: (a) ¿Cuáles son las nociones de variable algebraica que los estudiantes reconocen? (b) ¿Qué efecto tiene la elección de literales para representar las variables de los problemas? (c) ¿Qué acepciones de variable usan los estudiantes? y (d) ¿Cómo cambian los estudiantes de un uso de variable a otro dentro del mismo problema? Este estudio utiliza diversos marcos teóricos: la categorización de variables propuesta por Philipp, los diferentes usos de variables y su relación con la concepción de álgebra de Usiskin, la teoría del entendimiento desarrollada por Hiebert y Carpenter, y el constructivismo para analizar los procesos y explicaciones de los estudiantes. Trece estudiantes inscritos en cursos de álgebra o en introducción al cálculo participaron en entrevistas en las que resolvieron problemas. El análisis de datos fue categórico, descriptivo y cualitativo. Los resultados indican que los estudiantes presentan menor dificultad en el uso de incógnitas y números generalizados que en los otros usos de variables. Además, los estudiantes mostraron un nivel de confianza más alto al desarrollar problemas como los de la clase que problemas menos tradicionales. Por lo que se concluye que los estudiantes necesitan ser expuestos a situaciones problemáticas que involucren diferentes usos de variables y diferentes tipos de problemas. En cuanto a su comunicación matemática, escrita y verbal, se encontró que los estudiantes en los cursos más avanzados presentaron mayor sofisticación en sus soluciones, expresaron sus ideas con mayor fluidez, y tuvieron una menor dificultad en el uso de las variables. Además, se propone un modelo de resolución de problemas y una categorización de variables algebraicas.

**Área: Humanidades**  
**Coordinador de área: Mtra. Blanca López Mariscal**

**Perspectiva nacional e internacional de la educación y la economía  
en las organizaciones**

**Coordinadora de mesa: Mtra. Yolanda Pérez Rodríguez**

## **La sociedad en México.**

Por Alfonso Rodríguez Coss  
Introducción.

En el presente trabajo se analiza a la sociedad mexicana desde sus raíces, influencias, transformaciones, contradicciones, mitos, ritos, conductas, actitudes y valores. Haciendo algunas comparaciones con respecto a otras sociedades y dando un enfoque especial a las áreas de oportunidad, logros y características principales de la sociedad mexicana. Asimismo se profundiza en las transformaciones que han modificado a la sociedad mexicana, a lo largo del siglo XX. Considerándose también los factores más importantes de carácter histórico y geográfico. Destacando la fortaleza y potencial de los mexicanos, planteando la diversidad cultural y social, que nos permite hablar de varios Méxicos. Se hace un análisis crítico sobre la idiosincrasia del mexicano, mencionando sus hábitos y costumbres.

México es uno de los 10 países más poblados del planeta, cuenta con una población de aproximadamente 104 millones de habitantes, solamente superado por Bangladesh, Japón, Pakistán, Rusia, Brasil, Indonesia, Estados Unidos, India y China (con más de 1 600 millones de habitantes). En cuanto a su territorio México se ubica en el décimo tercer lugar por su extensión, que es de 1, 973, 300 Kms. cuadrados.

Los litorales mexicanos alcanzan los 10,000 km., dando al país con un gran potencial para apoyar su desarrollo en la explotación de recursos marítimos. Y también llegar a ser un puente comercial entre Asia y Europa; entre el Norte y Sur del continente. A través, de impulsar los puertos de altura y las vías marítimas comerciales.

La explosión demográfica ha modificado radicalmente las condiciones de vida de los mexicanos, ya que en el año 1900 México inició el siglo XX con 13.6 millones de habitantes. Para el año 2000 se llegó a los 100 millones. El incremento de población durante el siglo. XX fue de más de un 140 por ciento.

Este incremento se debió principalmente a la reducción de las tasas de mortalidad y al alza de las tasas de natalidad, resultado principalmente de los beneficios y adelantos científicos y tecnológicos. Particularmente al proceso de industrialización, que se fortaleció durante la Segunda Guerra Mundial. Evidentemente la explosión demográfica tuvo un impacto muy profundo en todos los órdenes de la vida de la sociedad mexicana. Sólo por mencionar algunos ejemplos, la explosión demográfica altero y modificó substancialmente al país, afectando seriamente la administración de los recursos públicos y privados para educación, salud, vivienda, alimentación, transporte, empleo. Los recursos se fueron haciendo insuficientes en la medida en que la población crecía. Consecuentemente la forma de ser de los mexicanos se vio profundamente impactada, en cuanto a sus actitudes, conductas, valores, hábitos, tradiciones y creencias. Por ejemplo, antes de la primera mitad del siglo XX se difundieron políticas a favor del aumento de natalidad y de poblar las zonas del país poco o nada habitadas. También se generaron políticas de puertas abiertas a extranjeros para colonizar, recibiendo por ello inmigrantes orientales, árabes, españoles principalmente. La esperanza de vida pasó de 47 años en la década de los años

cuarenta a 72 años en la década de los años ochenta y para inicio del siglo XXI se alcanzó los 76 años.

Además, de los cambios vertiginosos de los últimos cuarenta años, que han marcado a la sociedad mexicana y la han llevado a la “modernidad,” No debemos olvidar, que también somos fuertemente influidos por un pasado, donde las raíces indígenas aparecen hoy más vivas y más fuertes. Las tradiciones y costumbres indígenas se siguen observando todavía en ciertos sectores sociales y en determinadas celebraciones. Como por ejemplo, el día de todos los santos y del día de muertos, con las ofrendas y altares. Dichas tradiciones o prácticas ya adaptadas o bien modificadas al contexto de la época, sin perder su profunda raíz histórica, se manifiestan cada vez más abiertamente en una creciente población mestiza con rasgos fisonómicos nativos.

La sociedad mexicana esta constituida por un 78% de mestizos, 12% de indígenas y otro 10% de origen extranjero (anglos, ibéricos, asiáticos, árabes, libaneses, etc.). A principio del siglo XX según el censo oficial de 1900, los indígenas “puros” constituían el 38% los “europeos” el 19% y finalmente los mestizos eran mayoría con el 43% .

La historia de la sociedad mexicana se ha caracterizado por su heterogeneidad y consecuentemente por sus enfrentamientos. No obstante, que la mayoría de la población es mestiza, los enconos y diferencias por cuestiones de *estatus*, rango o clase social han sido, en ocasiones, más significativos e importantes, que las propias diferencias de carácter ideológico, religioso, político o racial. Por lo anterior, el resultado es una sociedad con profundas diferencias e incomprendimientos, que han generado profundas desigualdades sociales por el alto grado de marginación económica, política y social, en donde se ubica más del 60 por ciento de la población. Las brechas sociales son parte fundamental de la historia de México, donde se ha generado una relación simbiótica incestuosa entre la sociedad y sus gobernantes (Fromm 1990), que ha propiciado gobiernos: autoritarios, dictatoriales, caudillistas, centralistas, paternalistas, populistas, demagógicos y corporativistas. La falta de cohesión social se ha manifestado en la pobre participación de la sociedad civil en las cuestiones públicas y en la solución de sus propios problemas. Prueba de lo anterior es el desconocimiento de sus legisladores, abstencionismo en los procesos electorales, la ignorancia de las plataformas ideológicas de los partidos políticos. Y sobre todo la incapacidad de la sociedad civil para organizarse, que permita asumir con plenitud su responsabilidad ante los problemas, que directamente o indirectamente afectan a toda la sociedad. En los últimos 15 años se empieza a ver un despertar social, que ha generado la creación de organizaciones no gubernamentales (ONGs). La presencia de las ONGs en el ámbito nacional cobra mayor fuerza, aunque aún hace falta una mayor participación social en todos los ámbitos

¿En qué hemos cambiado los mexicanos?

México es un país que se ha transformado totalmente y continúa cambiando en todos los sentidos. Los principales cambios en la sociedad mexicana han tenido que ver con el proceso de industrialización del país y la consecuente explosión demográfica. Por ejemplo, 100 millones de mexicanos usan obras

(infraestructura) construidas, cuando había la mitad de la población (Rudiño 18). Uno de los cambios más dramáticos en la sociedad mexicana durante el siglo XX ha sido el hecho de dejar de ser una sociedad mayoritariamente rural, para pasar a ser una sociedad principalmente urbana. Hoy día el 77% de la población vive en centros urbanos y solamente el 23% vive en áreas rurales. Consecuentemente, México se ha convertido en los últimos 22 años en creciente importador de granos y oleaginosas dejando atrás aquellas épocas de exportador de granos; y en que, la mayoría de los mexicanos vivían de trabajar la tierra. Con el transcurso del siglo XX el campo mexicano cobró menor importancia para los inversionistas privados y para las obras de infraestructura financiadas por el Estado (Vernon 1970).

### **Granos básicos y oleaginosas.**

#### **Disponibilidad de cosechas nacionales e importaciones (Miles de toneladas)**

Año	Abasto Nacional	Importaciones	Dependencia %
1990	28,044	8,840	24
1991	26,336	6,372	19
1992	28,316	9,870	26
1993	27,065	8,362	24
1994	29,069	10,657	27
1995	29,065	8,662	23
1996	31,587	13,705	30
1997	29,931	10,594	26
1998	31,353	15,642	33
1999	30,200	17,763	37
2000	29,375	18,245	38

Fuente: Grupo asesoría de Mercados citado en EL Financiero p.18 (2002, 25 febrero).

¿Cuál ha sido el significado de esa transformación para los mexicanos? ¿Cuál es el costo de pasar de una sociedad mayoritariamente rural a una sociedad mayoritariamente urbana? Los cambios han sido tan bruscos, que por la rapidez con que se dieron han tenido un impacto violento y en ocasiones doloroso con efectos negativos en algunos sectores sociales. Se ha desarrollado una cultura urbana “enajenante, extraña, sin que exista entre sus habitantes una interrelación franca y cordial de sus relaciones” (Careaga 1985).

Se ha generando en la vida citadina una problemática social, en donde la violencia, inseguridad, explotación de un gran número de sus habitantes, desempleo, miseria de amplios sectores sociales, burocratismo, corrupción, ineficiencia e ineficacia de algunos servicios públicos tales como asistenciales, transporte y de seguridad principalmente. La contaminación y la destrucción de áreas verdes se acentúa paulatinamente ante la pasividad, indiferencia y complicidad de grandes sectores sociales. También se presentan problemas de desintegración familiar, farmaco-dependencia, alcoholismo, prostitución, suicidios, indigentes y niños viviendo en alcantarillas (haciendo de la calle su “hogar.”). La problemática social en las zonas urbanas tiende a empeorar formando parte de

una realidad social difícil de entender y superar para la mayoría de los mexicanos, que en mayor o menor grado están atrapados en las “grandes urbes”.

Un panorama desolador y caótico se presenta en casi todas las “grandes” ciudades del país, las crisis en el medio urbano representan el costo, que la sociedad mexicana ha tenido que pagar por olvidar; de una forma u otra, el medio rural y aún más por la manera como se abandonó el campo. La urbanización se hizo sin planeación y a la luz de ciertos intereses egoístas y miopes, que no se “dieron cuenta” de las ciudades hipertróficas, que se edificaron con las banderas del progreso, con las chimeneas de la industrialización, los basureros o cementerios de desechos tecnológicos y la destrucción de ríos y áreas verdes. Ahora más de 60 millones de mexicanos habitan en los grandes centros urbanos, en donde viven y experimentan el rostro del empobrecimiento de las relaciones humanas, del medio ambiente y de una sub-cultura del aislamiento y la inseguridad. La sociedad padece la agudización de los conflictos de las grandes ciudades, acrecentándose la violencia cotidiana resultado de una mayor competencia y del consumismo insaciable (Careaga 1985). Pero además del crecimiento anárquico de las ciudades, el desorden, el miedo, la frustración en muchos de sus habitantes, se ha presentado también una pérdida de identidad.

Por ejemplo, la familia que era tradicionalmente el núcleo de equilibrio, se ha transformado en relaciones posesivas y poco claras, donde existe la competencia, el odio, los celos, el divorcio, los hijos abandonados, la soledad, el miedo, la violencia intrafamiliar (Careaga 1985). Por otra parte es cada vez más difícil hacer la vida familiar al modo rural o de “provincia” las distancias a recorrer, las horas en el trabajo, el deterioro económico han contribuido a que la convivencia familiar se reduzca a niveles mínimos o nulos. Dando por resultado una mayor tendencia en la destrucción de los lazos de unión de las nuevas familias y en un mayor número de divorcios, duplicándose la tasa de divorcios en los últimos lustros con respecto a los años cuarenta y cincuenta. También se ha observado que en épocas de crisis económicas se presentan más divorcios (Basáñez 1999).

Otro de los cambios importantes ocurridos durante el siglo XX, ha sido la transformación dada en la forma de trabajar de los mexicanos. Por siglos la mayoría de los mexicanos trabajaron en actividades rurales asociadas a la producción de materias primas. Para el último cuarto del siglo XX, la mayoría de los mexicanos laboran en el sector servicios, con más del 47 por ciento de la población económicamente activa (PEA). Por ejemplo, en 1960 trabajaban como empleados públicos 129.5 mil. Para el año 2000 se incrementó el número de empleados públicos a 2 millones 355 mil.

Los cambios en las actividades laborales de los mexicanos se debieron en gran parte a los logros alcanzados por las campañas de alfabetización y los recursos asignados al sector educativo. A principios del siglo XX casi el 80% de los mexicanos era analfabeta. (Meyer y Semo 1999). Según el censo de 1960 el 35% de la población mexicana mayor de 15 años seguía siendo analfabeta. Actualmente sólo un 12 % de quienes no saben leer y escribir. Hoy hay más de 30 millones de alumnos matriculados en el Sistema Educativo Nacional, de los cuales 55% corresponden al nivel elemental, el 18.6% al de secundaria, el 16.6% al nivel medio superior y el 9.73% al superior y de posgrado. Y solamente se quedan sin

educación primaria obligatoria un millón 900 mil niños que por pobreza y marginación, no tienen acceso (Ramírez 37).

Promedio de años de estudio

1970	3.4
1990	6.6
2000	7.6

Entidad federativa	Tasas de alfabetismo	Tasas de matriculación	PIB per cápita	Desarrollo humano
Estados más ricos.				
D.F.	97.0	70.3	24 059	0.889
Nuevo León	96.6	62.5	16 118	0.855
Coahuila	96.0	63.1	13 072	0.839
Baja California	96.2	62.9	12 434	0.837
Baja California Sur	95.9	65.4	11 929	0.837
Estados más pobres				
Chiapas	76.5	57.5	3 936	0.702
Oaxaca	78.3	63.8	3 946	0.713
Guerrero	78.9	63.7	4 973	0.731
Veracruz	84.8	63.9	5 546	0.755
Michoacán	86.0	59.3	5 316	0.755

Fuente El Financiero p. 28 (2002 , 21marzo)

Para poder entender mejor los cambios en la sociedad mexicana hay que establecer dos niveles de análisis. Los cambios impulsados por factores de orden externo (exógenos) y los cambios impulsados por los factores de orden interno (endógenos). En cuanto a los cambios de orden exógeno durante el siglo XX tenemos como por ejemplo: a) La Primera y Segunda Guerra Mundial; b) La industrialización y avances científico tecnológicos; c) La guerra fría; d) La caída del bloque socialista y el fin de la guerra fría; e) La globalización y la inserción de México en la dinámica del liberalismo; a través del ingreso al GATT (Acuerdo General de Tarifas y Aranceles) hoy OMC (Organización Mundial de Comercio) y la firma del TLC (Tratado de Libre Comercio).

En cuanto a los cambios de orden endógeno tenemos por ejemplo: a) La explosión demográfica; b) La migración del campo a la ciudad y consecuentemente el abandono del campo; c) La migración a los EUA; d) La gran concentración de la población en unos cuantos centros urbanos; e) La concentración del poder económico y político; d) La corrupción y su alto costo social; e) La indiferencia y la marginación social; e) El fortalecimiento del narcotráfico y su consecuente impacto en inseguridad y violencia (Boyer 2001); f) Los bajos niveles de escolaridad y los altos índices de deserción escolar.



Un sentimiento de desconfianza e inseguridad, se ha apoderado de la sociedad mexicana en los últimos 30 años del siglo XX. Transformándola en sus practicas y costumbres, la desconfianza se ha manifestado de diversas formas tales como: fuga de capitales, fuga de cerebros, éxodos migratorios hacia el norte, destrucción y desperdicio de recursos naturales no renovables, discriminación social y racial, intolerancia e indiferencia por el otro, muy especialmente por los habitantes de las comunidades indígenas. Por ejemplo, para 1988 había más de 70 mil millones de dólares de mexicanos fuera del país (Basáñez 1999). Otra prueba de la desconfianza en las instituciones de seguridad es que actos delictivos cometidos a plena luz del día, no se presentan o se cuentan con testigos o personas que apoyen a la víctima y en algunos casos no se presentan las denuncias correspondientes.

Muchos de los cambios positivos, que se han generado, se deben a la mayor participación de la mujer en todos los órdenes de la vida social mexicana. A partir de 1954 (fecha simbólica), cuando se les reconoce el derecho al voto la mujer ha venido ganando una mejor posición en nuestra sociedad, todavía falta mucho por hacer en igualdad de géneros, pero lo cierto, es que el papel de la mujer debe ser visto como uno de los más grandes e importantes cambios del México de las últimas cuatro décadas del siglo XX. Actualmente, las mujeres representan el 50.4 % de la población total, en los primeros años del siglo XXI; y están al frente del 20.3 por ciento de los hogares mexicanos. En los últimos 30 años el perfil educativo de las mujeres también se ha transformado en forma positiva. El analfabetismo en las mujeres ha disminuido del 29.6% al 12.7% (Cordera. 2001). La mujer significa aproximadamente el 33 por ciento, de la PEA, de un total de 24 a 34 millones de mexicanos, según el comportamiento del PIB (producto interno bruto) en los últimos diez años.

#### INDICADORES DE LA ECONOMÍA MEXICANA

AÑOS	PIB real ANUAL (%)	Inflación anual (%)	Balance fiscal (% del PIB)	Cuenta corriente (%del PIB)
1995	-6.2	52.0	-0.01	-0.5
1996	5.2	27.7	0.01	-0.7
1997	6.8	15.7	-0.72	-1.9
1998	4.9	18.6	-1.25	-3.8
1999	3.7	12.3	-1.13	-2.9
2000	6.6	9.0	-1.12	-3.1
2001	-0.3	4.4	-0.73	-2.9
2002p	1.5 a 1.7	4.5	-0.65	-3.2 a -3.4

P: proyección fuente SHCP y Banxico, en El Financiero p.4 (2002, 20 febrero)

Otro de los cambios importantes experimentados por la mujer, ha sido la reducción en cuanto al número de hijos. Por ejemplo, en los años cuarenta y cincuenta el número **promedio** de hijos por mujer era de ocho, para los años ochenta el número de hijos por mujer fue de cinco y para los años noventa, cada mujer tenía en promedio 2.4 hijos. Lo anterior nos indica un papel más importante de la mujer en la decisión de la procreación.

## El potencial de los mexicanos.

Una de las características de la sociedad mexicana es su capacidad para superar las vicisitudes, crisis, adversidades, invasiones y otras calamidades. Por citar algunos ejemplos, la pérdida de más de la mitad de nuestro territorio; la intervención francesa; los estragos de la Revolución de 1910; los efectos perversos del Estado contradictorio, que Miguel Basañez describe claramente en su libro *El Pulso de los Sexenios*; la represión con la llamada guerra sucia de los años setenta y ochenta; las tradicionales crisis económicas de fin o de principio de sexenio, que se inician en 1976 (Luis Echeverría Álvarez); la de 1982 (José López Portillo); la de 1987 (Miguel de la Madrid); la de 1995 (Ernesto Zedillo). Para el año 2001 en donde si bien el PIB no creció, ya no se da una crisis tan profunda y grave como las anteriores. La pregunta obligada es: ¿Qué pueblo en el mundo ha sido capaz de soportar el rigor de las calamidades, de las intervenciones y de las dificultades económicas y continuar hacia adelante? ¿De qué está hecho ese pueblo que hace chistes y bromas de sus propias desgracias? Superar los desafíos y los retos ha sido uno de los grandes logros de los mexicanos a través de la historia. Esta capacidad nos permite valorar nuestro potencial. No es fácil olvidar las manifestaciones de solidaridad que se dieron con motivo de los terremotos del 1985, en donde "México siguió de pie." Al respecto Carlos Fuentes en su libro *Nuevo Tiempo Mexicano* narra que fue invitado a participar en un *talk show* un día después de los terremotos del 19 y 20 de septiembre de 1985.

para que el público norteamericano entendiera que, además de la deuda externa, la corrupción interna y la pobreza de su población, ahora le cae a México el desastre del terremoto... si Estados Unidos hubiese sufrido lo que México quizá hoy no existirían. México, en cambio, posee el genio de la supervivencia. Lo que no posee es el monopolio de la corrupción (nada en nuestra historia se compara con el escándalo de las Savings and Loan Associations), ni de la deuda externa ( la de los E.U. es la mayor del Mundo) ni la pobreza (¿han visitado ustedes los guetos de Washington, Detroit, Atlanta o Nueva York?) (Fuentes 1994).

Para Carlos Fuentes los mexicanos tenemos una gran capacidad de sobrevivencia por lo que no se puede describir o clasificar una población de manera general o abstracta de lo mexicano o la mexicanidad. Para poder entender hay que hacerlo de una forma sincrética en donde el rico pasado cultural alterna con el presente globalizado y se proyecta al futuro

Pero capaz, en momentos excepcionales de nuestra historia, de darle la cara a ambos, de mirar claramente al pasado, admirar lo que somos, abrazar nuestra totalidad cultural y vernos de cuerpo entero ( Fuentes 1994).

Toda nuestra historia nos habla de un México con gran potencial de recursos humanos y recursos naturales, con posibilidades de llegar a ser una gran potencia, ya lo había dicho el barón Alexander Humboldt a principios del siglo XIX. Por ejemplo, México ha sido el segundo o tercer socio comercial de los Estados Unidos, pero también ha llegado a ser el primer socio comercial de los Estados Unidos. Tan sólo en la industria química en el período (1994-2001), México y los

E.U.A. incrementaron sus relaciones comerciales de 12.2 mil millones a 27.3 mil millones de dólares. México ha tenido el primer lugar mundial en la producción de Plata y Bismuto. Segundo en Fluorita. Tercero en Cadmio y Grafito. Cuarto en Barita. Sexto en Plomo, Cinc, Antimonio, Mercurio. Molibdeno. Noveno en Oro y Azufre. Undécimo en Cobre. (INEGI 1997). México también se ubica entre los diez países más importantes en la producción de petróleo en el mundo. Recordemos que a principios de los años setenta, se producían alrededor de 700 mil barriles por día y para el año 2002 se producen aproximadamente 3.4 millones de barriles diarios, lo anterior nos habla del gran potencial de los trabajadores petroleros mexicanos para aprovechar nuestros recursos naturales. Las reservas mexicanas de petróleo se ubican entre las primeras 15 más importantes a nivel mundial con una proyección para más de 25 años.

Las principales exportaciones de México consisten en Petróleo, azufre, cobre, cinc, sal, miel, legumbres, hortalizas, café, garbanzo, plátano, melón, sandía, ganado vacuno, productos pesqueros, frutas y jugos en conserva, plata, hierro, tubos de acero, cerveza, tequila, manufacturas de cuero y piel, automóviles, electrodomésticos, cemento y productos químicos.

En cuanto el potencial de recursos humanos más del 54% de los mexicanos son menores de 27 años. Y un el 20.2 % de la población está entre los 28 años y los 39 años. Por lo anterior, México es un país de jóvenes, ya que más del 74 % de la población es menor de 40 años. Comparando con algunos países europeos, que además de tener tasas de natalidad negativas la mayor parte de sus habitantes son adultos maduros.

El potencial de los mexicanos y su capacidad de trabajo también ha quedado demostrada durante las tres décadas posteriores a 1940; en donde la economía mexicana creció a una tasa anual superior al 6 por ciento. En dicho período la producción manufacturera se elevó aproximadamente en 8% anual. La producción agrícola creció en promedio de un 4.3% (Hansen 1971). El desplazamiento ocupacional de un sector productivo a otro es una fortaleza y una habilidad de la sociedad mexicana. Por ejemplo, durante el siglo XX la mayoría de la fuerza laboral pasa del sector primario al secundario y de éste al terciario (servicios).

En los últimos ocho años México en promedio anual, ha recibido alrededor de 12 mil millones de dólares de inversión extranjera directa, con ello reflejando la imagen de un país estable y seguro para los negocios, al grado que hay quienes señalan al país como “un paraíso de inversionistas foráneos.” Debido en gran parte por la tasa real que se paga, que supera a las tasas de los bonos canadienses y de los estadounidenses. De acuerdo con cifras del Banco de México, la tasa real de rendimiento anualizada de los instrumentos denominados en pesos es superior a la de otros países latinoamericanos, como por ejemplo Brasil, Chile y Argentina. Entre los países que más invierten en México están los Estados Unidos, Alemania, Holanda, España, Francia, Reino Unido, Corea, Canadá, Suiza e Italia.

Otra fortaleza mexicana es su hospitalidad, a México llegan cada año 22 millones de turistas extranjeros de los cuales el 78% son estadounidenses. Según el Centro de Estudios Superiores en Turismo, (Cestur) los visitantes extranjeros calificaron la hospitalidad mexicana en 9.1 (en una escala de 1 a 10). Continuando con las fortalezas existentes, hay otro hecho muy alentador, que

consiste en el promedio nacional de hogares mexicanos que cuentan con una computadora. Se calcula que un 8.3% de los hogares mexicanos tiene una computadora. Sin embargo, hay entidades con un promedio superior a la media nacional, de hogares con computadora. Por ejemplo: D.F. con 21.5%; Baja California Norte con 15%; Nuevo León 14.4%; Querétaro 13.1%; Aguascalientes 13%; Jalisco 11.9%. Baja California Sur 11.3%; Edo. México 10.5%; Chihuahua 9.9%; Coahuila 9.8%; Colima 9.5%; Morelos 9%. Evidentemente, contar con un 8.3% en promedio nacional de hogares, con computadoras nos habla de buenas posibilidades de que niños y jóvenes tengan una mejor preparación y una mayor comunicación con el mundo. Finalmente otra área de oportunidad es la ubicación geográfica estratégica de México, para el fortalecimiento del comercio internacional entre distintos bloques: Europa y Asia; entre el Norte y el Sur.

### Los varios Méxicos.

Uno de los grandes retos de la sociedad mexicana, consiste en la necesidad de entenderse a sí misma en cuanto a su historia, pluralidad, desigualdad, complejidad, contradicción y la influencia de modas y corrientes extranjeras. Hoy no podemos hablar de la preponderancia de un solo o único pensamiento filosófico; o bien, de una fuerte concepción política e ideológica. Y mucho menos, podemos señalar una sola filosofía o corriente educativa que incluya a la mayor parte la sociedad. Por ello, entre los grandes retos sociales está resolver, que más de 36 millones de mexicanos mayores de 15 años concluyan la enseñanza elemental (Latapí 1991). Otro desafío social es corregir la mala distribución del ingreso, que se ha venido concentrando en pocas familias en los últimos 25 años. No obstante; los enormes y positivos cambios en la sociedad mexicana que se han efectuado. Las desigualdades han crecido las entre los mexicanos, generándose por ello grandes concentraciones de poder político, económico y tecnológico en muy pocas manos.

Aunque no se ha dado una mejor y profunda distribución del ingreso en los últimos 44 años, si en cambio se ha triplicado el ingreso per cápita del mexicano alcanzando los 4500 dólares. Dicho ingreso per cápita comparado con nuestros socios comerciales del TLC es todavía bajo ya que Canadá llega a \$26,300 y los Estados Unidos \$31,000 dólares.

La concentración del ingreso es un fenómeno, que se presenta tanto en el ámbito internacional como en el nacional. Por ejemplo, en el México de los años sesenta, aproximadamente el 75% de la población recibía el 30% del PIB. Para el año 2000 el 93% de la población solamente recibe entre el 9% y el 11% del PIB. Este hecho ha generado profundas diferencias entre los mexicanos, que nos permite identificar la coexistencia de una gran variedad de realidades y percepciones en la heterogénea sociedad mexicana. Por ejemplo, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), en su publicación sobre la población mexicana en el siglo XX, edición de diciembre del 2001 indica que 2 millones 639mil 808 hogares tienen un ingreso promedio de un peso al día.

En México, 43 por ciento de la población apenas vive con dos dólares diarios. Unos 20 pesos. El 18 por ciento, con menos de un dólar. La realidad en la ciudad

y en el campo, la de carne y hueso, con rostro, nombre y apellido, lo confirma. Pero ¿cuántos milagros tiene que esperar una familia para subsistir con 20 pesos o menos? ¿Cuáles son los sueños, las pesadillas de vivir con dos, con uno y, a veces, con ningún peso y con mucha hambre? En las orillas de la ciudad y sobre los surcos de la tierra árida del campo mexicano, dos familias lo cuentan. (Munguía. 2002)

Evidentemente la realidad de aquellos mexicanos (19 millones), que han vivido con menos de un salario mínimo (S.M) es diferente, a la realidad de aquellos mexicanos (32 millones), que reciben entre uno y tres S.M. O bien, “los otros” mexicanos (34 millones) que perciben entre 3 y 5 SM. Y por supuesto muy diferente es la percepción de la realidad de 14 millones de mexicanos que recibe entre 5 y 10 S.M. Según CONAPO hay 2 millones 263 mil 956 unidades domésticas con ingresos de 8 mil 280 pesos, que significa el 10 por ciento de los hogares mexicanos y que concentra el 53.7 por ciento del ingreso total mensual de los hogares. Evidentemente, la percepciones y conductas de los mexicanos están en función de los recursos económicos y las posibilidades de realizarse de que se disponga. ¿Qué podemos esperar de 12 millones de mexicanos sin agua potable y 24 millones sin drenaje y alcantarillado?

Otra percepción sobre México es la de aquellos mexicanos que por diversas razones tienen que emigrar hacia los EUA. En la década de los años sesenta emigraban entre 26 a 29 mil; en los años noventa, el promedio pasó a cerca de 300 mil mexicanos rumbo al norte. Se estima que aproximadamente 20 millones de personas de origen mexicano viven en los EUA.

La creación de un millón 200 mil empleos al año, ha sido uno de los retos principales de los últimos 25 años por las diversas administraciones gubernamentales. Sin embargo, no se ha alcanzado dicha cifra en la generación de empleos; y si en cambio, se han presentado años con pérdida de empleos. Por ejemplo en el 2001 se perdieron 382 mil empleos formales (González 12). Por lo anterior, uno de los flagelos que ha golpeado y dividido a la sociedad mexicana ha sido el desempleo y la pérdida del poder adquisitivo, que directa o indirectamente han contribuido a que el 54% de la PEA busque alternativas de sobrevivencia en la economía informal. El desempleo y el subempleo desgraciadamente favorecen mayores índices de violencia y criminalidad. “El problema del poder adquisitivo que enfrentan los trabajadores no se resolverá en dos años, pues existe un rezago en la materia que viene desde hace 27 años, advirtió Carlos Abascal Carranza, titular de la secretaría del ramo” (Becerril 14).

#### Poder adquisitivo del salario 40-97

Presidente	Sexenio	Variación	Horas de trabajo para adquirir una canasta básica.
M Avila Camacho	40-46	-19.6	13.21
M Aléman Valdés	46-52	-10.8	15.38
A Ruiz Cortines	52-58	19.2	12.30
A López Mateos	58-64	50.4	8.03

G Díaz Ordaz	64-70	34.4	6.10
L Echeverría	70-76	32	5.15
J. López Portillo	76-82	12.8	5.24
M. de la Madrid	82-88	-98.0	9.19
C. Salinas de G	88-94	-56.0	16.39
E. Zedillo	94-2000	22.5	25.70

Fuente INEGI

La falta de empleo y un salario adecuado ha sido uno de los factores, que han contribuido significativamente en la emigración de millones de mexicanos hacia los Estados Unidos. Este fenómeno ha profundizado aún más las diferencias entre los mexicanos, modificando y fracturando el sentimiento de nacionalidad. No es el mismo el sentimiento nacionalista de un mexicano, que abandona su familia, sus amigos, sus raíces y arriesga su vida para intentar tener una vida digna, que le permita llegar a ser una persona con posibilidades de desarrollo. Comparado dichos sentimientos de nacionalidad con aquellos mexicanos, que viven como empleados de gobierno, o bien como obreros sindicalizados, o como estudiantes universitarios. Obviamente, el sentimiento nacionalista será muy distinto entre el emigrante, o aquel mexicano que se gana la vida en un crucero vendiendo o limpiando parabrisas en la calle, o trabajando en el campo.

Las diferencias étnicas y culturales nos presentan a la sociedad mexicana como un mosaico cultural. Por lo tanto, es posible hablar de los varios Méxicos, que van más allá de la diferencias entre los mexicanos por los niveles de ingreso; o las diferencias en oportunidades de estudio (en promedio 8 años, segundo de secundaria). Las diferencias por los aspectos étnicos y culturales tienen una fuerte presencia en toda la geografía del país. En este sentido, CONACULTA (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes) menciona que hay más de 60 etnias y más de 60 idiomas en el territorio mexicano, entre las principales etnias tenemos: Náhuatl, Maya, Zapoteco, Mixteco, Otomí, Tzeltal, Tzotzil, Totonaca, Mazateco, Chol, Mazahua, Huasteco, Chinanteco, Purépecha, Mixe, Tlapaneco, Tarahumara, Zoque, Mayo, Tojolabal, Chontal, Popoloca, Chatino, Amuzgo, Huichol, Tepehuán, Triqui, Popoloca, Cora, Kanjobal, Yaqui, Cuicateco, KiKapú, Pima, Chuj, Pima. Cálculos conservadores nos indican, que la población indígena en México es de aproximadamente cinco millones, cálculos menos conservadores nos hablan de entre 10 y 12 millones de indígenas. Pero el hecho más evidente, consiste en que el 85 por ciento de la población mexicana es mestiza. “Solo México es verdaderamente mestizo; es la única nación del hemisferio donde se dio mestizaje religioso y político, además del racial.... sus habitantes son más orientales que occidentales” ( Riding 1987).

Pero no obstante, nuestro origen étnico, en pleno siglo XXI se sigue discutiendo a nivel nacional la reforma constitucional, sobre los derechos indígenas, en donde se solicita el respeto en su totalidad a los acuerdos de San Andrés. Al respecto Pablo González Casanova señala “esa ley le quitó todos los derechos a los indios y la situación se puede tornar más grave. Yo invito a los senadores a que deroguen una ley que nunca se debió haber aprobado”

(Hernández 46). Después de más de quinientos años no llegamos entre nosotros a un acuerdo para reconocer los derechos inherentes de los indígenas.

Para la agenda nacional, el tema indígena se mantiene en una incierta marcha sin rumbo entre quienes deberían de garantizar las ventajas que marca la Constitución. Ya no se trata sólo de atender los reclamos históricos de las etnias sino de resolver sin discursos su marginación; sin embargo, el jefe del Ejecutivo afirma que no habrá cambios en la Ley Indígena aprobada, pero distintas corrientes en el Congreso se contraponen e insisten en una 'reforma a la reforma'. Luis H Álvarez no logra respuesta de los grupos que aún no guardan las armas y Xóchil Gálvez, en la ONU y en actos de gobierno, insiste en que hay discriminación institucional. Como salida se renombran los viejos programas de asistencia a los pobres, y los indígenas siguen como bandera electoral. Punto y Aparte. (2002, 7 de Marzo) EL Financiero p.2.

### La idiosincrasia del mexicano.

Como hemos visto anteriormente debemos hablar de varios Méxicos; y no de un solo México. Por lo tanto, hablar de una sola forma de ser de los mexicanos ante la gran diversidad cultural, con sus ricas tradiciones y sus raíces milenarias es tarea ardua. La gran diversidad geográfica, cultural, económica y social nos presenta una gama muy amplia de la forma de ser de los mexicanos. La diversidad plantea polos tan opuestos tales como: aquellos mexicanos que pueden usar computadoras e imprimir en equipos láser, y aquellos mexicanos que para preparar sus alimentos tienen que recolectar trozos de madera o ramas de árbol y en ocasiones también usan la madera para calentar sus viviendas.

Para poder entender con mayor precisión la diversidad cultural hay que establecer dos niveles de análisis. Primero hay que entender la pluralidad existente en la forma de ser de los mexicanos. Y en un segundo lugar hay que establecer los valores, actitudes y conductas que generalizadas nos permitan identificar un común denominador entre los mexicanos, que nos diferencie de los no mexicanos. Y con base a ese denominador poder llegar a establecer un perfil de la idiosincrasia del mexicano, José Vasconcelos lo sintetizó con el lema estampado en el escudo de la Universidad Autónoma de México: ***Por mi raza hablará el espíritu***, siendo dicho apotegma una invitación de Vasconcelos a la unificación, de las diversas manifestaciones culturales y raciales, a través, de lo metafísico (lo espiritual) y por lo tanto alcanzando un ideal de estatura universal.

Hay una gran cantidad de autores y escritores que reflejan la existencia de una forma de ser del mexicano; sin embargo, sus enfoques teóricos y metodológicos han dado lugar a conclusiones peligrosas, al asegurar que la forma de ser del mexicano es la causa fundamental de todos sus conflictos y su problemática. Se les llega a olvidar aspectos históricos y económicos, que han determinado que las desigualdades y diferencias entre los mexicanos sean tan marcadas. La diversidad cultural refleja actitudes, valores y conductas disímiles; por lo que, no se debe atribuir como causal principal de los problemas de México a una sola forma de ser del mexicano. Baste señalar algunos ejemplos que muestran las diferencias entre los mexicanos.

En el México prehispánico los pueblos mesoamericanos vivían en constantes luchas por diferencias políticas, económicas, religiosas (ambiciones imperialistas y esclavistas). El importante papel que juegan los tlaxcaltecas en la conquista hispana nos recuerda la gran diversidad cultural ya existente en aquellos tiempos, anterior a la conquista. En tiempos de la colonia las diferencias se acentuaron principalmente por cuestiones raciales entre los hispanos, criollos, mestizos, indios, mulatos y negros.

El indio es producto de la instauración del régimen colonial. Antes de la invasión no había indios, sino pueblos particularmente identificados.

La categoría del indio implica desde su origen una definición infamante: denota una condición de inferioridad natural... El indio (cazán o maya, otomí o azteca) era necesariamente inferior al europeo blanco y cristiano, y esa inferioridad lo destinaba a una posición subordinada dentro de la sociedad (Bonfil 1994).

¿Cuánto han cambiado las cosas desde entonces hasta nuestros días; cuando hoy escuchamos sobre la existencia de 40 o 60 millones de pobres no integrados al desarrollo y al progreso? También hoy escuchamos la expresión de “no seas indio” calificativo despectivo. Otra expresión “popular” del siglo XIX señalaba que no había mejor indio que el indio muerto. Juárez y Díaz (no obstante su origen), encabezaron campañas punitivas contra sus hermanos de sangre y raza tanto en Oaxaca como en otras regiones del país, en donde los “indios se sublevaban” (Turner, 1974). En algunos aspectos fundamentales se percibía al indio no solo como inferior sino como encarnación misma del mal (Bonfil 1994).

Las profundas diferencias entre los mexicanos también se manifestaron durante el S. XIX con una serie de acontecimientos tales como: La guerra de independencia, que se inicia en 1810 y se consuma hasta 1821 con los tratados de Córdoba. Fue una larga lucha que demostró la ausencia de un grupo dominante con un sólido proyecto de nación. También se enunció la falta de una ideología basada en un claro pensamiento político-económico. Lo más noble y rescatable, en cuanto a un proyecto de nación, es el documento de José María Morelo “**Los sentimientos de la nación.**” La falta de una sólida filosofía político-económica se tradujo en traiciones y asesinatos de los caudillos que iniciaron y consumaron la independencia: Hidalgo, Morelos, Iturbide, Guerrero.

Otra etapa en la historia del México independiente es la lucha entre: centralistas y federalistas; entre conservadores y liberales; entre los que apoyaban a Santa Anna y los que luchaban por destituirlo (Santa Anna fue más de 11 veces presidente de México). Los enfrentamientos y discordias entre los mexicanos alcanzaron su máximo clima con la guerra con los EUA (1847) y con la intervención francesa (1862). Con los EUA perdimos más de la mitad del territorio y con la intervención francesa duró un poco más de un lustro.

Con la revolución mexicana y el derrocamiento de Porfirio Díaz se abre la caja de Pandora, se manifiestan todas las inconformidades, agravios, enconos, odios y venganzas, que se habían reprimido por más de 33 años. La revolución se inicia el 20 de noviembre de 1910 y no termina; ni con la renuncia de Porfirio Díaz, ni con la promulgación de la constitución de 1917, ni con la muerte de Madero, Zapata, Villa, Obregón y muchos otros caudillos. La revolución termina al



institucionalizarse con el PNR (Partido Nacional Revolucionario 1929), con el PRM (Partido de la Revolución Mexicana 1938) y luego con el PRI (Partido Revolucionario Institucional 1946).

Es con José Vasconcelos (ministro de educación de Obregón), y más tarde con la creación del PNR que se fortalece una política oficial orientada al desarrollo de una identidad nacional. Obviamente apoyada en los postulados revolucionarios plasmados en la Constitución de 1917; en los principios populares abanderados por Zapata; en los ideales del partido Liberal Antirreleccionista; en la ideología de los hermanos Flores Magón; en los ideales de Maderistas. El propósito de los gobiernos emanados de la revolución fue el fortalecimiento de un nacionalismo y la consolidación de una identidad del mexicano. Se pretendía con ello generar una sociedad democrática con igualdad de oportunidades para todos los mexicanos, con un gobierno que garantizara la educación laica y permitiese la tolerancia y la convivencia pacífica entre los diversos credos, pero sobre todo que legitimase a los grupos en el poder.

Ese fue el discurso oficial y los lineamientos de proyecto de nación que postula la Constitución de 1917. Estos ideales y propósitos se encarnan de diversas formas a través de los distintos regímenes posrevolucionarios. Por ejemplo, se fortalece el papel de los sindicatos, se otorga el monopolio del Estado a sectores de seguridad e interés nacional, se publican libros de texto gratuito editados por el Estado, se nacionaliza el petróleo, la energía eléctrica, telefonía y la banca. Gobiernos como el del general Lázaro Cárdenas muestran tendencias socialistas muy marcadas a fin de lograr esa tan anhelada igualdad entre los mexicanos.

El sentimiento nacionalista, exacerbado por la Revolución mexicana llevó a los artistas a encontrar una identidad en las tradiciones precolombinas o coloniales, en la música, la literatura, el cine, la pintura y particularmente con la escuela muralista, que con apoyo oficial se consolida en los años veinte y los treinta. El programa educativo de aquellos años tuvo sus raíces en las críticas a todo lo prerrevolucionario. Con dolor y el sentimiento de agravio de un pueblo que sufrió la guerra fratricida, se necesitaba una catarsis en las que las manifestaciones artísticas, la educación y la demagogia prometían una justicia social.

La justicia social de López Mateos y el caso de Echeverría que también se le acusa de ser proclive al comunismo, a fin de fortalecer un nacionalismo; a través de la promulgación de leyes sobre inversiones extranjeras, transferencia de tecnología, propiedad industrial. Echeverría también fortaleció el papel del Estado en la economía incorporando empresas privadas al sector público. Dando un mensaje populista del papel predominante del Estado en la economía, del nacionalismo oficialista y de la importancia del interés social sobre el particular.

No obstante el discurso oficial, la Constitución de 1917, las expropiaciones, las leyes, reformas, sindicatos, desayunos gratuitos, libros, seguro social, INFONAVITI, etc. Las desigualdades y diferencias se fueron acentuando en la sociedad mexicana a medida que transcurría el siglo XX. La falta de oportunidades en el país llevó a un número indeterminado de mexicanos a vivir en los EUA. El presidente Fox en sus discursos oficiales hace referencia a 20 millones de connacionales viviendo al otro lado del Río Bravo. Las diferencias no resueltas entre los mexicanos también ha cobrado connotación internacional con el alzamiento del movimiento del EZLN. El primero de enero de 1994 inició una lucha

*sui generis* encabezada por el Sub-Comandante Marcos, continuando con la herencia de otras luchas como las de Lucio Cabañas, Genaro Vázquez, Liga 23 de Septiembre, movimiento estudiantil del 68, la huelga de ferrocarrileros y la llamada guerra sucia que cobró más de 500 vidas en los años setenta y ochenta y sin olvidar la muerte de Colosio y de Ruiz Massieu.

Recapitulando debemos entender que no hay una sola forma de ser del mexicano, somos una diversidad cultural en la que sintetizamos el choque de dos perspectivas diferentes respecto a la propiedad, el trabajo, la comunidad y el medio ambiente. Por un lado tenemos el enfoque y la perspectiva de la civilización mesoamericana; y por el otro, la perspectiva de la civilización occidental (Bonfil 1994). Dicho enfrentamiento lo podemos fácilmente identificar en la forma de hablar de amplios sectores sociales. Por ejemplo, el abuso indiscriminado del diminutivo: “pasame la tasita” “prestame unos pesitos” ¿Qué reflejamos con el uso de los diminutivos? Tal vez el no ofender, el no molestar, el ser respetuoso y tener tacto. ¿Por qué esa necesidad? ¿Qué tipo de relaciones sociales se han generado? Tratando de responder a dichos cuestionamientos se puede asumir hipotéticamente que los vencidos o bien los débiles o marginados deben ser muy cautelosos al hacer sus peticiones o bien al pedir algún favor al “superior”. La hipótesis se fundamenta en el hecho de que las relaciones sociales se caracterizan por un alto ingrediente de autoritarismo despótico, que ha generado profundas desigualdades sociales. Las interacciones entre sujetos o individuos de diferentes clases sociales o de diferente rango y posición social requiere y exige entre ellos un trato muy sutil y respetuoso. También la forma de hablar de algunos mexicanos ha sido interpretada como un mecanismo de autodefensa. O bien, una manera de resistir la irracionalidad de un sistema que excluye, margina y condena a la ignorancia y a la pobreza a millones de mexicanos. De ahí el éxito del lenguaje cantinflesco, de las frases ambiguas, del famoso: “ni nos beneficia ni nos perjudica la devaluación del dólar sino todo lo contrario.” Del desconcertante **ahorita** o del luego o al ratito. Son ejemplo de la forma de hablar pero también reflejan una actitud hacia la vida.

Otras hipótesis indican que el mexicano tiene grandes dificultades para plasmar sus ideas debido a su ignorancia (Loreto 1961). Para varios escritores, entre ellos Paz, Ramos, Masson, Otero, Riding; la ignorancia, es una de las fuentes principales de su supuesta inseguridad, que se disimula a través del machismo. También apuntan, que otros de los complejos del mexicano está relacionado a su identidad, su incapacidad para ver la realidad en forma objetiva y su consecuente evasión vía chistes, albures, lenguaje soez, fantasías, mitos, sueños, etc.

Se ha planteado un supuesto sentimiento de culpabilidad por la traición a sus propios hermanos de sangre: por haberlos vendido en la conquista; por haberlos explotado en la colonia y en el neocolonialismo; por haberlos traicionado en la intervención norteamericana y en la intervención francesa; por haberlos engañado con los ideales en la lucha por la independencia y la revolución de 1910; por no incorporarlos al progreso material en los procesos de industrialización y globalización. El supuesto sentimiento de culpabilidad se ha disfrazado de egoísmo, consumismo, materialismo, indiferencia y oportunismo, demagogia, populismo, paternalismo y “democracia a la mexicana”.

Para Octavio Paz el lenguaje del mexicano:

“está lleno de reticencias, de figuras y alusiones, de puntos suspensivos; en su silencio hay repliegues, matices nubarrones, arco iris súbitos, amenazas indescifrables. Aun en la disputa prefiere la expresión velada de la injuria... En suma, entre la realidad y su persona establece una muralla, no invisible menos infranqueable, de impasibilidad y lejanía. EL mexicano siempre está lejos del mundo y de los demás. Lejos también de sí mismo” (Paz 1985).

Mas allá de las interpretaciones literarias sobre el mexicano, lo cierto es que los factores geográficos, históricos, económicos, políticos y sociales han moldeado y determinado actitudes, conductas y valores de grandes sectores sociales. Muchas veces en contra de sus creencias y tradiciones locales y regionales. Y otras solamente para beneficio individual y familiar o de clan.

Por lo anterior tenemos que profundizar en el entendimiento del choque de cosmogonías, cosmovisiones y perspectivas culturales para poder solucionar de raíz los más profundos problemas de la sociedad mexicana. La cultura no se genera, cambia o se desarrolla por decreto, tampoco la cultura se transforma por un proceso electoral. La Cultura se hace a través de prácticas, costumbres, hábitos, mitos, creencias, usos y costumbres. La cultura es una especie de modo de ser de actuar y de vivir. También es la forma de relacionarse con los demás y del tipo de instituciones, que una sociedad genere. La cultura es producto de todos los ciudadanos, que con sus actos, preferencias, gustos, modas van imponiendo un estilo de vida, una forma de hacer las cosas, una manera de trabajar, una forma de manejar el tiempo, de divertirse o bien de comunicarse. La cultura tiene que ver con valores, convencionalismos, creencias y la forma de transformar la naturaleza (Freud 2000). El resultado de esos convencionalismos, de esos valores es la constitución de organizaciones e instituciones que despliegan sistemas sociales en la que los individuos somos asimilados a fin de reproducir preservar y continuar con los valores o creencias que dieron lugar a la creación de dichas instituciones.

Los cambios sociales profundos, están determinados por los procesos de formación y educación a la que se sometan los miembros de una sociedad y que determinan un mayor o menor grado de cohesión social. Con una fuerte cohesión social será más fácil resolver los conflictos y diferencias entre los mexicanos a través de un proyecto de nación en donde todos los mexicanos quepan.

#### Hábitos y costumbres.

El mexicano en términos generales es reconocido por su cordialidad, generosidad y simpatía con el extranjero, prueba de ello es el éxito alcanzado en las olimpiadas y los campeonatos mundiales de futbol (Basave 1989). Los hábitos y costumbres de los mexicanos tiene su origen en la integración de la cosmovisiones y cosmogonías indígenas (teogonías, costumbres, concepción de la vida y el universo) con la cultura hispano-católica y con el humanismo latinoamericano y su “pleyade de valores.” Basave también señala que en la fusión histórica del mexicano, se han heredado (en términos generales) costumbres y prácticas con una vocación de universalidad, basada en un sentimiento profundo de unificación y por ello el trato y la fácil relación con lo de fuera. (Basave 1989).

Por lo anterior, Basave explica que la esencia de la llamada mexicanidad tanto en lo general como en lo individual, resulta inefable, por ello es difícil definir la idiosincrasia del mexicano con conceptos intelectuales. La mejor forma de entender la mexicanidad es a través de observar su cultura: sus prácticas, hábitos, actitudes, valores, conductas e instituciones. Estudiar los cambios culturales a través de la historia y analizar en cada época las características de los usos y costumbres de cada sector social, que en su conjunto permitan entender el reflejo de un modo peculiar de la vida social de los mexicanos en cada época.

Nuestros hábitos y costumbres tienen raíces muy profundas que vienen de muchos siglos atrás: la época prehispánica, la colonia, la independencia, las intervenciones, el Porfiriato, la Revolución, la industrialización y recientemente en los últimos veinte años la influencia hacia la transición globalizadora del llamado "libre mercado". Todos estos períodos han dejado una huella indeleble en nuestra sociedad.

Heredamos, desde tiempos coloniales una sociedad altamente dividida en clases, castas, razas, étnias, que fueron agrupadas en "dieciséis categorías, celosamente guardadas tanto por las autoridades civiles y eclesiásticas, como por los grupos a ellas pertenecientes, pues traían aparejados derechos y obligaciones específicos de orden político, administrativo, jurídico, fiscal y religioso" (Othón 1984). Una práctica muy recurrida de aquella época consistió, en que la mayoría de las personas alentaba la natural tendencia a incorporarse a los estratos superiores a fin de recibir mayores privilegios y menores tributos. Para lograrlo algunos de ellos se valían de "probanzas de limpieza de sangre" (que implicaba el pago de fuertes gratificaciones) a fin de ser considerados como blancos, descendientes puros de españoles.

La gran segmentación étnico-sociales mantenida durante tres siglos por reales cédulas, fue uno de los elementos más útiles para la dominación española; ya que permitía otra práctica muy común, la de transferir los abusos e injusticias de un segmento social superior a otro inferior. De tal suerte que los prejuicios de clase, casta, etnia les dificultaba **unificar** sus demandas y organizar movimientos sociales reivindicativos. Con la separación entre criollos, mestizos, indios, castas (que comprendían los cruzamientos entre diversos elementos étnicos: español, indio, negro, malayo) se perdieron, en ocasiones, hasta los más elementales instintos de solidaridad humana. Legándonos la pobre costumbre de no llegar a consensos, acuerdos significativos y a poder definir un proyecto social para todos.

Las repercusiones de la diferenciación social se tradujo en la supremacía de los españoles sobre los criollos, que fue acentuándose en el curso de los siglos a pesar, de que por ley se tenían los mismos derechos. Para el siglo XIX el dominio de los peninsulares era absoluto sobre los criollos, al grado que el Arzobispo Núñez de Haro sentenció a los criollos a empleos inferiores a fin de que permanecieran "sumisos y rendidos" (Othón 1984). Consecuentemente la sociedad sufriría una profunda desigualdad en la producción y distribución del poder y la riqueza, dejando solamente a pequeños grupos de individuos el control político y económico. Llegando tal práctica hasta nuestros días, la mala distribución del ingreso con su tradicional indiferencia social.

En el México independiente del siglo XIX y aún después del movimiento revolucionario de 1910 la tenencia de la tierra jugó un papel decisivo en la

configuración y estratificación social. Los terratenientes ocuparían una posición privilegiada en la toma de decisiones políticas y económicas. Entre las clases más poderosas se encontraban: la aristocracia terrateniente, el clero, los militares, los ganaderos, mineros y también la presencia de un sector extranjero con un peso importante en la sociedad. Los hábitos y costumbres de la sociedad mexicana de aquella época tiene que ver con la vida en el campo, la hacienda, los pueblos, las rancherías. Con el trabajo duro para transformar la naturaleza, ya en el campo, en la mina, o bien en la incipiente industrialización y el desarrollo del ferrocarril al finalizar el S. XIX. Pero también la falta de escuelas, caminos, medios de comunicación y la inseguridad hace de la patria chica un santuario poco integrado con el resto del país.

Mariano Otero a mediados del siglo XIX escribió que había una extendida clase media, que constituía el verdadero carácter de la población conformada por burócratas gubernamentales, que con sus expropiaciones y deslindes territoriales ejercían poder. Dentro de esa clase media también se ubicaban a: militares, comerciantes, profesionistas, pequeños propietarios, artesanos, dueños de talleres y empleados en general.

Otero también considera la existencia de un muy amplio sector social pobre, desorganizado, débil, destinado a la miseria por la escasez de los medios para satisfacer sus necesidades físicas y morales. Este segmento social constituyó las cuatro quintas partes de la población total de la República caracterizada étnicamente por la mezcla de españoles, indígenas y negros sometidos a la ignorancia, explotación, miseria y servidumbre. Resultado de tal situación se tenía “esa población abyecta y miserable” (Otero 1984).

Asimismo, es coincidente para nuestra época, el apunte de Otero sobre la mayoría de la población del siglo XIX. Que recibe un salario miserable por la imperfección de su trabajo, por la indolencia de su carácter y por los vicios, que les impide a ellos ganar más, porque son incapaces de sentir algo más que las necesidades primarias (biológicas) de la vida. Y por lo tanto, esa gente desconoce otras formas de organización y superación social. En el mismo sentido, Justo Sierra señala que los grandes males para el desarrollo laboral eran: la leva, el alcohol y la ignorancia. Pareciera ser que las condiciones adversas del medio, las prácticas autoritarias y la falta de estímulos a la superación de la condición humana quedaron empantanados en los vicios, la superficialidad, la corrupción y la degradación de los principios fundamentales de la convivencia social (Sierra 1984).

Para Andrés Molina Enríquez la forma Republicana del gobierno de Porfirio Díaz contribuyó a atenuar las diferencias, enconos, odios y resentimientos entre las capas sociales o estratos. Aunque, Molina admite que no hay una separación absoluta entre las “capas sociales” sí reconoce la eliminación de la clase media y de los pequeños propietarios. Molina da como ejemplo de las limitantes de un sector de la población, a un grupo de ilustrados empleados, en donde el 95 por ciento son incapaces de redactar un informe correctamente. El alto nivel académico no ha sido una de nuestras mayores fortalezas sociales; ni tampoco, la integración.

Ahora, si las clases trabajadoras que soportan el peso de las privilegiadas, fueran robustas y poderosas; si entre ellas y las privilegiadas hubiera clases medias propiamente dichas que contribuyeran a soportar el peso de las privilegiadas, el equilibrio sería posible; pero no existen en nuestro país las clases medias propiamente dichas, es decir, clases medias propietarias, pues los mestizos directores, profesionistas, empleados y ejército, no son en suma, sino clases que viven de las trabajadoras, y por lo mismo, privilegiadas también... Por ahora nuestro cuerpo social es un cuerpo desproporcionado y contrahecho. Del tórax hacia arriba es un gigante, del tórax hacia abajo, es un niño. El peso de la parte de arriba es tal, que el cuerpo en conjunto se sostiene difícilmente. Más aún, esta en peligro de caer. Sus pies se debilitan día por día. En efecto, las clases bajas día por día empeoran su condición. (Molina 1984)

Cabe señalar que Andrés Molina fue profético con su analogía del cuerpo social, ya que la revolución que derrocó a Porfirio Díaz convulsionó al país por más de dos décadas, alterando el "equilibrio" del porfiriato. En pleno siglo XXI la economía mexicana se orienta fundamentalmente a los mercados externos y la clase media ha sufrido una significativa pérdida de su poder adquisitivo, ¿qué costo puede tener olvidar las lecciones que la historia nos ha dado? No debemos repetir los errores del pasado

John Kenneth Turner plantea que el mexicano bien comido, con buena paga es muy trabajador, creativo e ingenioso. Para Turner el mexicano ha vivido en condiciones de esclavitud con hambre crónica y sin posibilidades de prepararse, pero cuando los mexicanos son bien pagados y capacitados por las compañías ferrocarrileras, éstos (los mexicanos) desplazan a los trabajadores norteamericanos y japoneses en los campos del sudoeste de los Estados Unidos (Turner 1974).

### Machismo.

El machismo no es un fenómeno exclusivo de México se da también en otros países en Asia, Europa y en los Estados Unidos. Se ha mitificado al machismo mexicano como algo excepcional y único en el mundo. Lo cierto es que el machismo en México es tan reprobable como en cualquier parte del mundo. En México el machismo se ha proyectado a través de: letra de algunas canciones, estereotipos cinematográficos, en el charro, en la comida picante, en las fiestas con cuetes y peleas de gallos, con albures (doble sentido al hablar), en el consumo de bebidas alcohólicas, la forma de conducir un auto, con el estereotipo de hombres mujeriegos y conquistadores. También con el presidencialismo y la manera de tomar decisiones, la violación a los derechos humanos, etc. Lo anterior ha servido para proyectar una imagen de un mexicano muy macho, valeroso y cumplidor, incapaz de reconocer los derechos de la mujer.

Para Octavio Paz el machismo mexicano puede originarse en los vestigios del pasado, en fantasmas engendrados por nosotros mismos por la fusión y el choque cultural, que disfraza su verdadera naturaleza, la del dominio de los españoles sobre los indígenas. Ambas culturas han tenido un sentido de afirmación y autosuficiencia, al fusionarse las dos culturas surge una amplia población mestiza con sentimientos contradictorios, en donde el mexicano no se atreve a ser él mismo. Se ha escrito que los mexicanos tienen una baja autoestima, con

complejos de inferioridad, de ser malinchistas, de usar máscaras. O bien, se describen sus heridas aún no cerradas (Fuentes 1994). También se ha planteado la fatalidad del destino, que ha condicionado a los mexicanos a padecer por siempre sus miedos en busca de su identidad. Tanto Octavio Paz (premio Nobel), como Carlos Fuentes, Samuel Ramos, John K. Turner y otros autores escriben en forma amplia y maravillosamente al respecto. Por ello es difícil diferenciar entre el trabajo literario, artístico, poético y el trabajo antropológico de carácter sociológico. La figura literaria sobre el mexicano se confunde con la realidad de las actitudes y conductas de algunos mexicanos. De tal suerte, que mucho de lo que hace el mexicano esta lleno de una gran creatividad e infinita imaginación, por ello el machismo viene a ser tan real como alegórico.

Aramoni, caracteriza al machismo con los siguientes atributos:

hipertrofia compensadora de la personalidad, narcisismo, petulancia, agresividad, destructividad intensa, odio impotente hacia el superior..., desprecio y temor profundo por la mujer... hiperestesia ante actitudes de los demás (leve inseguridad) que le hacen recibir como insulto cualquier actitud inocua; conceder gran importancia a la genitalidad y sexualidad (Aramoni 1965).

El machismo como expresión de destructividad del mexicano se refiere a un tipo particular de valentía, a una forma especial de resolver las controversias, a una actitud especial hacia la mujer, la vida, la muerte y obviamente a una superpotencia sexual, con genitales monstruosos y de labor sexual exhaustiva y agotadora para la mujer. Angelina de Morelón plantea que el temor y el recelo son dos manifestaciones de la cobardía del mexicano, que se presenta frecuentemente en su vida cotidiana, por ello el mexicano es frágil y debe ser un secreto cubierto por la temeridad, la audacia y por supuesto con una alta dosis de machismo.

El macho reconoce en los demás los síntomas de esa fragilidad que también es suya, y para alejar toda sospecha de esa realidad adopta ante otros una actitud de desprecio insultante; toda forma de suavidad o de finura en el trato, toda forma amortiguada de la acción la tacharía de feminoide. (Morelón 1952).

## Sexualidad.

En México se da una práctica de la sexualidad, principalmente en las nuevas generaciones, que al parecer no cuentan con la orientación y la educación apropiada básica para un ejercicio responsable. Lo anterior se pone de manifiesto con el nacimiento de 450 mil niños de mujeres menores de 20 años, lo que equivale a 16.1% del total de nacimientos en el país. Datos de la Secretaría de Salud indican que alrededor 2.5 millones de mujeres se embarazan anualmente en México, de las cuales aproximadamente 370 mil no son atendidas por personal calificado. Únicamente el 82 % de los partos se atienden en instituciones de salud pública o privada (Ramírez y González 38). Una circunstancia importante relacionada a la procreación, es el hecho de que 60% de las mujeres embarazadas en la adolescencia no han asistido a la escuela, por lo que el problema se agrava por la falta de recursos y de oportunidades (Cano 36). Otra circunstancia que se ha presentado es la tendencia en la reducción de las ventas

de anticonceptivo, cabe señalar que en México solamente el 22% de las mujeres, los utilizan mientras que en Estados Unidos el índice de mujeres que utilizan anticonceptivos es del 60 % en Brasil el 37% .

La encuesta Nacional de Planificación Familiar mostró que 11.9% de las mujeres de la generación 1940-49 tuvo relaciones premaritales, mientras para los años sesenta el porcentaje aumentó a 23.3. La tendencia actual en México muestra un aumento en la frecuencia de relaciones sexuales y una disminución en la edad promedio de la primera relación sexual (Inclán 78).

### Salud.

Dentro de los grandes cambios significativos en la sociedad es la reducción de los índices de mortalidad y el incremento de la esperanza de vida, que a mediados de los años treinta del siglo pasado se estimaba en 37 años para mujeres y 35.5 para hombres. Ahora se estima la esperanza de vida en 77 años para mujeres y 73.4 para hombres.

La salud de los mexicanos depende mucho de su hábitos alimenticios, de higiene, de su capacidad económica, de su nivel de escolaridad, del tipo de actividad que realiza y del lugar donde vive. Dentro de las principales causas de mortalidad (durante el siglo XX) se relacionaron con la desnutrición y con infecciones intestinales. En los últimos 12 años se encuentran como las principales causales de mortalidad al tabaquismo, alcoholismo y accidentes de tránsito. Según la Secretaría de Salud (SSA) mueren aproximadamente 150 personas al día relacionadas al tabaquismo.

Los accidentes constituyen la principal causa de fallecimiento para los jóvenes de 19 a 29 años de edad de ambos sexos. Los homicidios y los suicidios son la segunda y tercera causa de defunción para los hombres. Para las mujeres son los tumores malignos, que son la segunda causa y las muertes relacionadas con la maternidad, muchas de ellas como resultado de abortos mal practicados, ubicándose como la tercera causa de mortalidad femenina. Los suicidios se sitúan en cuarto lugar en las mujeres como causales. La diabetes es otra del principales causas de muerte en los mexicanos, así como también las enfermedades cardiovasculares. Los medicamentos que más compran los mexicanos son analgésicos, antibióticos, antitusivos, antidiarreicos, antiinflamatorios.

Otro gran problema de salud para los mexicanos es el relacionado con el medio ambiente y la contaminación, se estima que entre el 20 y 30 por ciento de las enfermedades en el mundo son causadas por contaminación ambiental, mientras en México es alrededor del 35% según la SSA. La mortalidad por contaminación atmosférica, es de aproximadamente mil 400 decesos anuales en la Zona Metropolitana del Valle de México (J. L. Ramírez 34).

Los promedios de plomo en la sangre de los mexicanos van entre 11 a 18 miligramos, siendo que la normatividad internacional marca 10 miligramos. No obstante, que se ha eliminado el plomo de las gasolinas, la población mexicana sigue expuesta al plomo mediante el uso de la loza vidriada. En el escenario nacional se registran en promedio seis mil intoxicaciones por plaguicidas al año, de las cuales 61% se presentan en niños menores de seis años y el 16% de las muertes suceden en estas edades. En los hogares en donde se usa leña también



sus habitantes se llegan a exponer a 350 imecas varias veces al año, por no tener las estufas una salida adecuada.

Los problemas de salud también se relacionan con el aumento del uso de marihuana, cocaína y heroína. Aunque se ha permanecido en un nivel inferior respecto a Canadá y los EUA, según informe de la Junta Internacional de Fiscalización de Estupefacientes de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). En México el incremento de cocaína se elevó al 5% en los últimos tres años.

Por otra parte según la SSA existen en México alrededor de 15 millones de personas que sufren algún trastorno psiquiátrico. Datos del Programa de Salud Mental de la SSA indican que existe una estrecha relación entre trastornos mentales y enfermedades físicas. De los 15 millones 10 son adultos y 5 niños (Ramírez 37).

Según el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM) de la UNAM más del 60% de los jóvenes entre 12 y 24 años no tienen acceso al servicio de salud. México miembro de la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo) tiene el menor presupuesto destinado a la salud. Por ejemplo, Estados Unidos destina 14% del PIB. Canadá el 10%. El gasto de México es del 5.6% de su PIB superado por Bolivia 5.8%; Colombia 9.3% y Uruguay 10%. La asignación mexicana de recursos a programas de salud es mucho menor al promedio de toda América Latina.

### Alimentación.

La cultura alimentaria nacional, con su gran variedad regional y local ha observado tendencias al cambio en los últimos lustros. Por ejemplo: el consumo de trigo ha ido sustituyendo en cierta medida al de maíz; y el consumo autóctono ha ido disminuyendo. Otros ejemplos es la sustitución del aceite por manteca vegetal; de leche por café o té; azúcar por piloncillo; verduras por frijol; refrescos por licuados, jugos y aguas de frutas. La tendencia en general refleja un mayor consumo de alimentos refinados, carentes de fibra y abundantes en grasas y azúcares.

La llamada "dieta del mexicano" basada principalmente en el consumo de tortillas, frijoles y chile. Consecuentemente sólo el 8 % de la población práctica una adecuada dieta alimenticia; el 62 % de la población consume tortillas, frijol, chile, café o té; el 30 % consume la misma dieta más pastas, verduras y un poco de carne (Méndez 1987).

La canasta básica (criterio oficial para medir inflación) nos brinda un buen indicador de las principales tendencias alimenticias de los mexicanos, incluye: alubias, galletas, arroz, atún, avena, azúcar, garbanzo, huevo, gelatina, leche, queso, mermelada, pastas, pollo, chocolate y pan.

Desgraciadamente no existe una adecuada práctica alimenticia entre los mexicanos y una cultura apropiada, que permita la selección de los alimentos más adecuados para establecer dietas balanceadas y nutritivas. Dando por resultado altos niveles de desnutrición en la población. Se estima que un 47 % de la población padece de muy severos niveles de desnutrición asociada a la pobreza. Sin embargo, la desnutrición también se presenta en sectores sociales de ingreso

medio y alto. Por citar un ejemplo estudios realizados en el Estado de Querétaro se encontraron prácticas alimenticias poco o nada adecuadas en estudiante de escuelas privadas con promedio de altos ingresos. Definitivamente el mexicano es muy proclive a consumir en forma desmedida la ya famosa vitamina "T" que por constituir la base de los platillos mexicanos y por su gran poder para engordar es muy difícil evitar ¿quién se puede resistir? A unos sabrosos Tacos, Tamales; o bien, a una rica Torta o Tostada. ¿Se puede comer un buen mole sin Tortilla?

Por varios años habíamos sido el segundo lugar en consumo de bebidas embotelladas pero ya en el año 2000 alcanzamos el primer lugar en consumo per cápita con 160 litros, por arriba de EUA, China, España, Japón. Es muy alto el costo social de tener amplios sectores sociales con hambre y desnutrición, ya que el cansancio, la flojera, la apatía y la poca o nula iniciativa serán características de un pueblo mal alimentado. Los grupos sociales que presentan algún grado de anemia son los más vulnerables a enfermarse y a demandar mayores servicios médicos.

Aproximadamente el 27% de los mexicanos presenta problemas de obesidad, no hay distinción en edad, clase social, actividad laboral o raza. Por ejemplo, uno de cada cinco niños entre 6 a 12 años presenta sobrepeso. No obstante, la desnutrición se agudiza dramáticamente en las zonas indígenas de México, donde se registran parámetros similares a los registrados en las naciones más pobres de África (Ramírez J.L. 66).

En los últimos seis años el 60% de la población mexicana ha modificado sus hábitos alimenticios, orientándose hacia aquellos de menor precio y escaso contenido proteínico, como consecuencia de la caída de los salarios y las altas tasas de desempleo y subempleo, según estudio de Felipe Torres sobre Alimentación y Economía en México. El investigador de la UNAM estima que en la estructura comparativa del gasto familiar, la alimentación representa el renglón de mayor importancia cuantitativa y estratégica de las familias de menor ingreso. Los gastos de alimentación cubren más del 33%, el transporte el 14.9%, la vivienda el 8.9% y la salud 3.8% para el año 2000.

### Lecturas.

La lectura no es uno de los hábitos más fuertes de los mexicanos; las cifras estadísticas nos indican, que en promedio cada mexicano lee medio libro al año otras cifras mucho más optimistas hablan de cuatro libros por año. En cambio se nos dice que en Alemania se leen 40 libros. Por ejemplo en Dinamarca con una población apenas superior a los 5 millones se publican tres veces más libros que los publicados en México.

De los 104 millones de mexicanos el hábito de la lectura se encuentra en el mejor de los casos en solamente diez millones. Lo que sucede en el país es que se lee muy poco y muchos de los textos son de mala calidad. Por ejemplo, el libro vaquero es uno de los libros más demandado. Otras de las publicaciones que alcanzaron en años anteriores un gran éxito durante el siglo XX y que se han denominado como subliteratura "historietas" como Lagrimas y Risas, (un millón y medio por semana); Kaliman (dos millones por semana); Alarma (un millón por semana) Los Agachados; Hermelinda Linda; Memín Pingüín; Chanoc; Tawa (que

no llegaron al millón). En las últimas décadas del siglo XX se llegaron a publicar casi los cien millones de esa clase de historietas al mes, ubicando a los mexicanos como el primer gran consumidor de este género. Otras publicaciones que también alcanzaron un buen lugar en los expendios de revistas y periódicos son: locos por el sexo; curvas peligrosas; eres; insólito; picante, condorito, los super- sabios, los agachados, la familia Burron.

Los la mayoría de los mexicanos tampoco tienen el hábito o práctica cotidiana de comprar periódicos por lo que sólo se han tirado entre 11 y 16 millones de ejemplares diarios en los últimos doce años. Comparando dicha cifra con Alemania y Japón encontramos que allá se tiran 34 millones y 73 millones de periódicos al día respectivamente.

Años atrás me dedique a estudiar el tipo de publicaciones que ofrecen los puestos de periódicos, y me encontré con que el 68 por ciento de las mismas se basaban en la violencia, el morbo y el sexo (Mason 1995).

### Corrupción.

La corrupción es una práctica muy arraigada desde tiempos de la Colonia, en algunas épocas no se ha dejado ver tan abiertamente como en otras. La corrupción hoy se presenta con todas sus características y en todas sus formas, es un cáncer social que destruye y anula cualquier pacto de convivencia social y democrático, frenando el desarrollo de la sociedad y condenándola a su disolución. Aunque, Alan Riding la califica como “el lubricante o el cemento del sistema”. La corrupción se ha manifestado en una gran variedad de modalidades, que van desde pagos ilegales, cohecho, nepotismo, doble contabilidad para evitar el pago de impuestos, permisos de asentamiento en lugares prohibidos, hasta lavado de dinero, financiamiento ilegal a campañas de candidatos, desvío de recursos, licitaciones arregladas, anulación de cargos criminales, coacción del voto, venta del voto de un legislador. Actualmente la corrupción nos cuesta aproximadamente más de 30 mil millones de dólares. El hecho más dramático de la corrupción es que aproximadamente el 90% de los delitos cometidos en el país no son castigados, según declaraciones diputados de la Comisión de Justicia.

Para algunos especialistas México es el sexto país más corrupto del mundo según un estudio de Transparency International y la Göttingen University de Alemania. Para otras agencias internacionales establecen rangos de corrupción del 1 al país menos corrupto 100 al más corrupto en donde Nigeria y Camerún los clasifican en los lugares 98 y 99 respectivamente, Paraguay en el 90, Brasil 45 Francia en el 22, Estados Unidos ocupa el 18, Canadá el 5 y México el 58 (Sánchez 2001).

La corrupción es un fenómeno social muy complejo que se relaciona con la estructura de relaciones de poder económico y político. Tiene que ver con la falta de democracia, el autoritarismo, impunidad, rompimiento del imperio de la ley y principalmente con instituciones débiles.

la corrupción florece donde encuentra las condiciones para ello, donde los servicios son deficientes, donde la competencia por los recursos escasos es alta, donde existe impunidad, donde los sistemas políticos residen en el uso del poder excluyendo a los ciudadanos ( Sánchez 2001).

La corrupción también se relaciona con la educación y la formación en valores, de ahí que los miembros de una sociedad respetarán los valores o los antivalores que en su medio o clase social sean los “normales”. Ahora bien según la clase social a la que pertenecen sus miembros y su educación formal establecen su escala valores Las clases sociales se diferencian por los niveles de ingreso familiar, por el tipo de escuelas a las que asisten y los grados de especialización adquiridos, por la zona geográfica en donde establecen su residencia, las prácticas y creencias religiosas.

En virtud de las profundas diferencias sociales existentes se da lugar al uso arbitrario del poder en la aplicación de la norma y la legalidad. Convirtiéndose la aplicación de la ley, la mayoría de las veces en provecho de intereses personales o de grupo. Por ello cada segmento social tiene su muy particular perspectiva axiológica (independientemente de profesar el mismo culto religioso).(Alducin 1989). Por lo tanto la corrupción en México ha penetrado en casi todas las capas sociales y en casi todas las actividades: comerciales, agropecuarias, empresariales, financieras (recordemos la operación Casablanca), en prácticas sindicales, aplicación de justicia, administración pública (federal, estatal y local). Pero también ha tocado otras instituciones que antes por su solidez eran sinónimo de confianza, tales como la iglesia, la educación, la familia.

Una de las causas fundamental de que en México se viva una amplia corrupción, se encuentra en el profundo desequilibrio estructural de sus sectores sociales, que han generado monopolios y oligopolios, de las oportunidades, del éxito económico y político, de los obstáculos a la realización personal, de una educación académica de calidad que permitan una amplia movilidad social. La concentración de poder en pocas manos impide una respuesta firme de la sociedad civil ante el fraude, la extorsión, el soborno, la impunidad, “En una encuesta de opinión. El 78% de los entrevistados por estudiantes del profesor Morris, consideraron que normalmente era necesario el soborno para resolver un asunto con las autoridades” (Meyer L. 1995). Para Stephen Morris el frenar a la corrupción significaría poner en peligro el acuerdo pragmático y acomodaticio que durante tanto tiempo ha unido a la elite y esto desataría movilizaciones políticas incontroladas y demandas populares difícil de satisfacer (Meyer L. 1995).

### EL cine, la radio y la T V.

Después de la segunda mitad del siglo XX, la TV fue de los fenómenos de mayor impacto y de gran influencia en la sociedad mexicana, en el uso del tiempo libre, en las modas, en las formas de opinar, en las conductas y hasta en la legitimación de los líderes en el ejercicio del poder. Tal es la importancia de la TV que se estima que un niño mexicano ve en promedio ente 6 horas de TV por día. En cuanto al cine y la radio fueron las principales fuentes de entretenimiento hasta los años sesenta, la TV se convirtió por excelencia en el principal entretenimiento

en los hogares mexicanos en los últimos 30 años; aunque también, la radio aún mantiene una presencia importante en el mercado, según Gallup, México más del 80% de la población escucha radio. Para darnos una idea del papel de la radio en México revisemos su expansión a través de los años. A finales de los años veinte había 12 estaciones de radio; para los años sesenta había 492 y para el año 2002 hay 757 estaciones de radio.

En cuanto al cine, que tiene antecedentes más remotos que la radio, ya que en 1895 se proyectaban películas en México y Pancho Villa firmó un contrato con la Mutual Film Corporation para rodarle su guerra. Para los años veinte Hollywood suministraba el 95% de películas de largometraje. Durante la Segunda Guerra Mundial la oficina de Coordinación de Asuntos Interamericanos dependiente de Nelson Rockefeller que ayudó a modernizar la industria cinematográfica mexicana a fin de coadyuvar al esfuerzo bélico y la solidaridad en el hemisferio. También el gobierno mexicano ha intervenido en la industria a través del Banco Cinematográfico en tiempos del presidente Avila Chamaco. Años más tarde Echeverría con un control muy estricto y posteriormente López Portillo también le dieron un sello muy particular al cine mexicano. En México se llegaron a producir 52 largometrajes anualmente a finales de los años treinta; en los años cincuenta se produjeron más de 100 largometrajes. Para inicios del siglo XXI se producen aproximadamente más de 20 largometrajes. (Enciclopedia de Latinoamérica 1987).

Ver películas ha sido uno de los hábitos y tradiciones más generalizadas en la sociedad mexicana en donde según la época o el origen social se convertía en un rito familiar o en un evento comunitario cuando llegaba al pueblo o a la rancharía el carruaje con el proyector.

Ya en el siglo XXI es muy común en la sociedad mexicana ver la televisión, entre mayor sea el ingreso personal o familiar mucho menor es el tiempo frente al aparato receptor. Y por el contrario mientras menor sea el ingreso mayor será el tiempo frente a la TV. La televisión es un instrumento muy poderoso para influir en todos los ordenes de la vida en sociedad. Sin embargo, la televisión abierta se ha orientado principalmente a distraer, relajar y adormecer, llegando a ser un gran negocio y dejando a un lado otras posibilidades más edificantes y constructivas.

El México de hoy no se podría entender plenamente sin evaluar el papel que ha jugado la televisión que ha permitido una mayor interacción social entre las diversas capas sociales, generando temas de conversación: sobre las noticias, las telenovelas, los deportes. Recordemos la polémica desatada por el *Big Brother*, o bien todas esas horas dedicadas por la pantalla chica a la vida íntima de los "famosos". Es frecuente encontrarnos en el vocabulario popular expresiones o estribillos provenientes de programas cómicos, o de series de televisión como el chapulín colorado con el chavo del ocho, cómicos y canciones, opresión ja-ja, ensalada de locos, al derecho y al derbez y de muchos otros programas de la TV. Dichas expresiones necesitan ser contextualizadas, para comprender mejor el significado de lo escuchado en la calle, y para poder entender hay que ir a la fuente, la TV. La televisión mexicana tiene una fuerza equiparable a la que el Estado ha tenido. Por ejemplo, la designación de un candidato o bien, su triunfo electoral dependen de la difusión de los medios electrónicos para ratificar su "veracidad". Al respecto ocurrió algo curioso en octubre de 1987 con el "destape"

de Carlos Salinas a la presidencia de la República por el PRI; los medios electrónicos iban mencionando nombres de precandidatos a la presidencia como los “buenos”. Obviamente, muchos de los “fieles seguidores” fueron a felicitar a Alfredo del Mazo, (que resultó no ser el “bueno”. Posteriormente felicitaron a Sergio Ramírez y finalmente al bueno Carlos Salinas). La confusión se dio porque los medios electrónicos mencionaban a uno u otro como el candidato a la presidencia. Pero finalmente la TV puso orden a través del líder de los trabajadores del sindicato de radio y televisión. La prensa nacional publicó fotografías sobre lo sucedido. Otro hecho significativo fue la certificación del triunfo democrático del proceso electoral del año 2000 donde Zedillo proclamó a través de los medios electrónicos, el triunfo de Vicente Fox y se reconoció la derrota del PRI.

En un cuarto de siglo se caminó del corporativismo, la lealtad y la obediencia para hacerse caja de resonancia de un solo proyecto de cohesión nacional (el encabezado por el partido de la revolución institucionalizada), a la dispersión del consumo mediático por parte de la opinión pública, los primeros pasos de una verdadera libertad de prensa y el peligroso reinado no de la mercadotecnia y el rating como herramienta en sí mismas neutras, sino del infoentertainment, la ficción hecha noticia, la trivialidad, y el espectáculo de las miserias humanas como el escenario donde los medios bordan una nueva cohesión social de los mexicanos (Fuentes-Berain 2001)

## CONCLUSIONES.

Finalmente quiero recordar los ideales más remotos y nobles del caudillo insurgente José María Morelos que formuló para la creación de una gran sociedad mexicana a través de la Constitución de Apatzingan en 1813:

Que como la buena ley es superior a todo hombre, las que dicte nuestro congreso deben ser tales que obliguen a constancia y patriotismo, moderen la opulencia y la indigencia, y de tal suerte se aumente el jornal del pobre que mejore sus costumbre aleje la ignorancia, la rapiña y el hurto. Que las leyes generales comprendan a todos, sin excepción de cuerpos privilegiados.

La falta de una efectiva comunicación social, la incapacidad de una sociedad civil para organizarse y ser capaz de enfrentar y resolver sus propios problemas han sido los principales obstáculos al desarrollo. Hoy la sociedad civil debe asumir la responsabilidad de sus omisiones y de sus acciones, ya que el aparato burocrático gubernamental ha sido rebasado por la realidad y la complejidad de los problemas. Por lo tanto las soluciones demandan el apoyo, trabajo, vigilancia, consulta, diálogo y planeación en la sociedad civil y en los organismos gubernamentales.

Vivimos tiempos de cambios drásticos y la mejor respuesta para enfrentarlos exitosamente consiste en una mayor participación comunitaria. Hay que superar las limitantes, que se oponen al desarrollo social tales como: la desnutrición, la ignorancia, la discriminación, el oportunismo y arribismo egoísta, la corrupción, la falta de una comunicación efectiva, la adolescencia filosófica y la inmadurez de una conciencia cívica. Necesitamos un pueblo con actitudes y conductas basadas

en valores y convicciones de respeto y tolerancia en beneficio de la convivencia social pacífica y del interés público sobre el egoísmo personal.

Los fanatismos religiosos, los fundamentalismos ideológicos, el olvido de la historia, la desesperanza y la desconfianza, el machismo, la intolerancia, la corrupción, el miedo a que la sociedad civil se organice, la demagogia, el populismo, la simulación, la indiferencia, la indisciplina son los grandes obstáculos que la sociedad mexicana tiene que superar para alcanzar su desarrollo a través de un mayor compromiso individual con el bien común.

La sociedad mexicana se transformó radicalmente en los últimos cien años con: La revolución mexicana; los procesos de industrialización y urbanización; con el paulatino abandono del campo y pérdida de su productividad; con el sostenido crecimiento económico (con el llamado desarrollo estabilizador); con la abundancia petrolera; con el neoliberalismo, globalización y TLC. Llegamos a ser una sociedad abierta a la "libre" competencia y dispuesta a pagar un alto sacrificio para no perder la oportunidad de alcanzar un lugar importante en el ámbito internacional y así continuar por el camino de la modernidad.

La sociedad mexicana ha pagado un alto precio social por hacer de México un gran país, pero se ha padecido en los últimos treinta años, una problemática económicas con un fuerte impacto en lo social, que se ha reflejado en el empobrecimiento de las clases mayoritarias, en el daño causado al medio ambiente, en el deterioro de salarios y niveles de vida, en el empobrecimiento en la calidad educativa, en crisis en lo moral y lo político (con el descrédito y desconfianza en las mayoría de las instituciones gubernamentales). Los efectos de las crisis económicas también se han traducido en el abstencionismo en los procesos electorales, en la falta de una fuerte y sólida cultura política, en políticas sectarias, que han marginado a más de 40 millones mexicanos, Los partidos políticos lamentablemente no representan los intereses de amplios sectores sociales, por ello las crisis sociales manifiestan una población cada vez más irritada e inconforme ante problemas no resueltos tales como: el deterioro ambiental, el acceso a servicios básicos, la inseguridad, la desintegración familiar, el incremento del consumo de estimulantes, crisis con el deterioro en la calidad de la enseñanza, en el avance de los movimientos de contracultura que cuestionan toda autoridad establecida.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Aramoni, A. (1965). Psicoanálisis de la Dinámica de un Pueblo. México: Costa-Amic.
- Alducin E. (1989). Los valores de los mexicanos. México: Fomento Cultural Banamex.
- Basáñez, M. (1999). El pulso de los sexenios. México: Siglo XXI.
- Basave, Agustin. (1989). México como estilo de la vida. México: Limusa.
- Becerril, I. Creciente pobreza y exclusión social: Carlos Abascal. (2002, Marzo 7). El Financiero, p.14.
- Cano, Araceli. Caen ventas de anticonceptivos solo 4.5 por ciento de las mujeres mexicanas lo usan: Schering. (2002, Febrero 28). El Financiero, p.36
- Bonfil, G (1989). México Profundo. México: Grijalvo.
- Béjar, R (1979) El mexicano Aspectos culturales y psicosociales. México: UNAM

- Boyer J (2001) La Guerra perdida contra las Drogas México Grijalvo
- Careaga, G. (1985) La ciudad enmascarada México: Plaza Janés.
- Cordera, R. (2001). La cohesión social en tiempos mutantes: algunos desafíos. En María y Campos y Georgina Sánchez (eds). ¿Estamos Unidos Mexicanos? (pp.193-228). México: Planeta.
- Enciclopedia de latinoamérica. (1987) Madrid: Universidad de Cambridge.
- Freud, Sigmund (2000). EL malestar en la cultura. España : Alianza.
- Fromm, Erich (1990) El Corazón del Hombre México: Fondo de Cultura.
- Fuentes-Berain R. (2001) Los medios como factor de cohesión social. En María y Campos y Georgina Sánchez (eds). ¿Estamos Unidos Mexicanos? (pp.321-338). México: Planeta
- Fuentes, Carlos (1994). Nuevo tiempo Mexicano. México: Aguilar.
- González, Jennifer. Sube el desempleo por las alzas al salario superiores a la inflación. (2002, Febrero 19) El Financiero, p.12.
- Hansen, Roger D. (1971). La política del desarrollo mexicano. México: Siglo XXI
- Hernández, C. Angelle. Presentan nueva Ley Cocopa para rectificar la reforma foxista. (2002, Febrero 19). El Financiero, p.46.
- Inclán, Isabel. México, el país de la OCDE que menor presupuesto destina a salud. (2000, Noviembre 12). El Financiero, p.78.
- Latapí, P. (1991) Cien Años de Educación. En J. Gutiérrez Vivó (ed) El Mexicano y su Siglo. (pp.97-118). México: Océano
- Loreto, H. (1961). Personalidad de la Mujer Mexicana. México: Galve.
- Masson, E. (1995). La sociedad mexicana en Crisis. México: Tierra Firme.
- Méndez, J. (1987). Problemas Económicos de México. México: Nueva editorial Interamericana.
- Meyer, E., y Semo E. (1999) Cambios Sociales. En J. Gutiérrez Vivó (ed). El Mexicano y su Siglo. (pp15-36) México: Océano
- Meyer, L. (1995) Liberalismo Autoritario. México: Océano.
- Moreleón. A. (1952). Algunas formas del valor y de la cobardía en el mexicano. Revista de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, 35-47.
- Molina, E. (1984) La población mexicana al final del porfiriato. En Alvaro Matute (ed) Antología México Siglo XIX. (pp177-186). México: UNAM
- Morris Stephen D. 1993 Siglo XXI Editores, México en Meyer Lorenzo. 1995 Liberalismo Autoritario. México: Océano.
- Munguía, Jacinto R. Vivir con dos dólares diarios (2002, Marzo 31) Enfoque p.8 Reforma.
- Otero Mariano (1984) Propiedad y clases sociales 1842 En Alvaro Matute (ed). Antología México Siglo XIX. (pp.114-130). México: UNAM
- Othón de Mendizábal, M. (1984) Origen de las clases medias. En Alvaro Matute (ed) Antología México Siglo XIX. (80-94) México: UNAM
- Ramírez, Fernando. Dos millones de infantes, el pasivo educativo reconoce la SEP. (2002, Marzo 7). El Financiero, p.37.
- Ramírez, J. L. y González, M. Mortalidad materna y de niños, síntomas de iniquidad social: FrenK. (2002, Febrero 21). El Financiero, p. 38
- Ramírez, J. L. Desnutrición en zonas indígenas similar a África. del (2002, Febrero 25). El Financiero, p.66.
- Mil 400 muertes por contaminación atmosférica en la zona Metropolitana.



- (2002, Marzo 7). El Financiero, p. 34.
- Con trastorno mental, 15 millones de mexicanos. (2002, Marzo 11). El Financiero, p. 77.
- Ramos, S. (1987). El perfil del hombre y la cultura en México. México: Espasa-Calpe.
- Riding, A. (1987). Vecinos distantes. México: Joaquín Mortiz.
- Rudiño, L. E. No aportó el TLCAN al campo ni mayor productividad ni tecnología. (2002, Febrero 25). El Financiero, p.18
- Sánchez, G. (2001). Etica y cohesión social: corrupción y valores cívicos. En María y Campos y Georgina Sánchez (eds). ¿Estamos Unidos Mexicanos? (pp.476-487). México: Planeta.
- Sierra J. (1984). Evolución política del pueblo mexicano. En Alvaro Matute (ed). Antología México Siglo XIX UNAM pp 326-343
- Salgado, Alicia. México, menos expuesto al contagio de crisis en mercados emergentes. (2002, Febrero 20). El Financiero, p.4
- Turner, K. J.(1974). México Bárbaro. México: Costa –Amic.
- Vernon, R. (1970). El dilema del desarrollo económico de México. México: Diana.

# LA ECONOMÍA EN LA TRANSICIÓN DEMOCRÁTICA: EL CASO DE ESPAÑA

Juan Manuel Martínez de la Calle

La transición democrática española ha sido uno de los procesos de cambio político más estudiados debido a su éxito en condiciones políticas y económicas tan adversas. Tratar de comprender sus relaciones políticas y económicas nos pueden servir de marco de referencia en otras transiciones. Esto no quiere decir que se deba aplicar la receta española sino que se pueden intentar extraer algunas pautas o relaciones que se podrían coincidir con otros procesos de transición.

El desempeño económico de un país democrático influye de forma sustancial en el ciclo político, pero si éste desempeño no se vuelve extremo y duradero, no va a ser determinante pero sí influyente en la consolidación democrática. En la situación de crisis del sistema de acumulación posbélico y de recesión que vivía España en ese periodo son las reformas económicas estructurales las que van a tener un valor más a largo plazo en la consolidación democrática porque permitirá una menor gravedad de una posible recesión y un crecimiento más sostenido en el caso de un periodo de expansión.

Palabras clave: economía, transición democrática, España.

## 1. Introducción.

Los procesos de transición democrática suelen ser complicados desde el punto de vista político, pero además de esa complejidad se le pueden añadir otro tipo de problemas ajenos al campo puramente político y es aquí donde esta investigación quiere profundizar, sobre todo en las dificultades y retos económicos que tiene que afrontar.

Buena parte del éxito o fracaso de un gobierno democrático se mide por su desempeño económico que puede sumar o restar legitimidad a un gobierno determinado. Si nos centramos en los primeros gobiernos democráticos de un país donde la ausencia de esta forma de gobierno ha sido una constante durante un gran periodo de tiempo, el riesgo que se corre es el de atribuir la buena o mala marcha del país, no a la labor en el gobierno de un partido político sino al propio sistema. La ciudadanía puede interpretar que la democracia es buena o mala en función de que se la compare con el régimen anterior. En suma, el objetivo principal de este trabajo es comprobar si el desempeño económico actúa como determinante en el proceso de transición democrática. Para ello se va a ver el paradigmático caso español, que ha sido un proceso exitoso de transición pero no por ello exento de complejidad sobre todo desde el punto de vista económico, al llevarse a cabo dentro de un periodo de crisis internacional.

El periodo precedente a la transición democrática en España fue de un crecimiento muy fuerte que duró quince años (1959-1974), lo que añadió mayores retos a los gobiernos democráticos que tuvieron

---

Juan Manuel Martínez de la Calle, Profesor departamento de Humanidades, ITESM, Campus Ciudad de México.  
[jmartin@campus.ccm.itesm.mx](mailto:jmartin@campus.ccm.itesm.mx)

que afrontar reformas estructurales y se vieron golpeados por los efectos de los dos choques de los precios del petróleo que sumió a la economía mundial en un largo periodo de recesión.

En 1959 comenzó el Plan Nacional de Estabilización Económica para afrontar la recesión que estaba viviendo el país [1], y que condujo a una etapa de crecimiento y de liberalización económica donde el objetivo principal era crecer económicamente pero sin permitir ningún cambio político. Uno de los factores que permitió este crecimiento fue un contexto internacional de bonanza económica sobre todo de los países de la OCDE y se apoyó en un deseo social favorable al desarrollo; en la estructura de la demanda que permitió el crecimiento de la producción; en la tecnología disponible en el mercado internacional; en una gran oferta de mano de obra; y en la evolución positiva de los precios internacionales de los alimentos, las materias primas y la energía. [2]

La política económica que se empleó para superar las crisis fue la de usar medidas expansivas hasta que se recalentaba la economía y entonces aplicar políticas restrictivas. Ésta forma de dirigir la economía no tenía en cuenta las posibles tensiones sociales, que se podían reprimir en una sociedad con libertades políticas restringidas, y tampoco llevó a cabo las reformas estructurales que necesitaba la economía española, lo cuál trajo una disociación entre la economía la real y la oficial que no se adecuaba a las demandas del sistema productivo.

A finales de 1973 se produjeron dos hechos cambiaron la situación económica y política de España. Por un lado, el aumento de los precios internacionales del petróleo vino a romper el modelo de acumulación que había traído altas tasas de crecimiento desde la Segunda Guerra Mundial y fue el detonante del agotamiento de las bases estructurales de este modelo de acumulación capitalista que ya había venido dando muestras de sus límites, sobre todo en la esfera productiva.[3] Con ello aparecieron nuevos problemas económicos que el modelo posbélico no podía solucionar: el estancamiento y la inflación. Esta problemática obligó a realizar cambios estructurales a la mayoría de los países del mundo, pero España los fue postergando por su singular situación política.

Por otro lado, el asesinato del Jefe del Gobierno Español, el almirante Carrero Blanco, supuso el rápido declive de la dictadura hasta el fallecimiento de Francisco Franco en noviembre de 1975.

Tras este panorama poco alentador, el primer gobierno de la monarquía, cuyo responsable económico fue Villar Mir, mantuvo la política económica con medidas aisladas pero sin un claro programa de ajuste y ninguna reforma del aparato productivo lo que condujo a agravar la situación económica en este primer momento de transición.

Los periodos que se analizarán en los siguientes capítulos son los del gobierno de la Unión de Centro Democrática (1977-1982) y los gobiernos socialistas (1982-1989) que afrontarán los años más difíciles de la transición tanto política como económicamente.

## **2. Metodología.**

La metodología utilizada para la elaboración del presente trabajo de investigación ha sido la numerosa y profunda bibliografía que consagrados académicos y actores políticos, económicos y sociales han publicado sobre este tema tan complejo y tan debatido.

Además de estos libros y artículos, utilizo fuentes estadísticas publicadas por instituciones españolas que van a permitir observar la evolución económica en el periodo delimitado y comprobar la hipótesis establecida en el capítulo anterior.

Dada la extensión de esta investigación opté por interpretar los indicadores más representativos de la evolución económica y los que reflejan los principal problemas que se querían combatir por los gobiernos democráticos. Sin duda hay numerosos indicadores económicos que podrían aportar una

visión más global de la transición democrática, sobre todo desde el punto de vista social, y que no por ser menos importantes los voy a omitir para acotar de esta forma el área de la investigación.

### **3. Resultados y discusión.**

En 1977 se celebraron las primeras elecciones democráticas en las que salió vencedor el partido Unión de Centro Democrática, presidido por Adolfo Suárez, pero no consiguió una mayoría absoluta en el Congreso de los Diputados que le permitiera gobernar sin tener que pactar con el resto de las fuerzas políticas. Sus tareas prioritarias en política económica fueron reordenar y sanear la deteriorada economía, y para ello fue necesario identificar los problemas, establecer prioridades a la hora de actuar y sobre todo pactar con el resto de las principales fuerzas políticas sobre las medidas a tomar. De esta manera llegaron a los Acuerdos de la Moncloa en los que se determinaron cuatro problemas básicos sobre los que actuar: la elevada inflación, el deterioro del sector externo, el creciente desempleo y la caída de la inversión.

El Gobierno estableció la prioridad de intervenir, en un primer momento, sobre el control de la inflación y sobre el sector externo. Los resultados fueron positivos, la inflación pasó de un 24 % en 1977 a un 16,2 % en 1979; y se pasó de un déficit externo del 2,1 % del PIB en 1977 a un superávit de 0.8% del PIB en 1978. Otros efectos fueron un crecimiento económico del 3% en 1977 favorecido por el ajuste exterior; una distribución de los costos de la crisis debido a la reforma fiscal de 1977 y una estabilización momentánea del desempleo en 1977 debido a la reforma laboral pero aumentando en un 1,7 % en 1978 (figuras 1 y 2).

Esta situación tan prometedora para poder profundizar las reformas estructurales se vio frenada por dos acontecimientos: la crisis gubernamental de 1978 en la que dimitió de su cargo de ministro de economía Enrique Fuentes Quintana, autor e impulsor de los Acuerdos de la Moncloa, y que dio lugar a un cambio de política económica no respaldada por los empresarios y las centrales sindicales; y de otro lado el impacto de la elevación de los precios internacionales del petróleo que supuso la intensificación de los impulsos inflacionistas y el aumento del déficit exterior.

Las consecuencias fueron negativas para la economía española ya que el gobierno, hasta el final de su mandato, implementó políticas de estabilización monetaria coyuntural y a pesar de que logró contener la inflación, que pasó del 16,2 % en 1977 al 14,3 % en 1981, el resto de los principales agregados económicos registró malos resultados. El crecimiento económico fue del -0,1 %, 1,2 % y -0,2 % en 1979, 1980 y 1981 respectivamente; pero sobre todo fue el desempleo el que registró descensos del -2,2 %, -3,2 % y -3 % en el periodo señalado.

	Crecimiento económico	Precios de consumo	Variación empleo	Ocupados EPA	Capacidad (+) o neces. (-) (en % PIB)
1961	11,9	1,8	0,2		
1962	9,6	5,3	0,8		
1963	9,6	7,8	0,5		
1964	5,7	6,7	0,5	12.018,5	0,0
1965	6,3	9,7	1,8	12.078,2	-2,3
1966	7,1	7,3	1,4	12.136,6	-2,2
1967	4,3	5,8	0,6	12.234,2	-1,6
1968	6,8	5,1	0,5	12.337,1	-0,8
1969	8,9	3,4	0,4	12.442,2	-1,2
1970	4,6	6,6	0,0	12.524,6	0,0
1971	8,0	8,0	0,8	12.590,1	2,3
1972	7,7	8,2	1,8	12.628,6	1,3
1973	7,7	11,4	1,7	12.879,8	0,7
1974	5,3	17,6	1,3	12.970,1	-2,6
1975	0,5	15,6	-1,9	12.758,9	-3,2
1976	3,3	16,8	-1,6	12.622,5	-3,7
1977	3,0	24,0	0,0	12.560,6	-1,9
1978	1,4	19,3	-1,7	12.342,1	1,0
1979	-0,1	16,2	-2,2	12.133,8	0,0
1980	1,2	15,5	-3,2	11.764,6	-2,5
1981	-0,2	14,3	-3,0	11.412,2	-2,4
1982	1,2	14,5	-1,0	11.263,5	-2,5
1983	1,8	12,3	-1,1	11.139,7	-1,5
1984	1,8	11,0	-1,8	10.936,5	1,4
1985	2,3	8,3	-0,9	10.840,2	1,6
1986	3,3	8,8	2,2	11.080,9	+1,8
1987	5,5	5,3	3,1	11.421,0	0,3
1988	5,0	4,8	3,0	11.798,0	-2,0

Figura 1. Principales agregados económicos de España en porcentajes.

	Importación bienes y servicios s/PIB	Exportación bienes y servicios s/PIB	Total s/PIB
1977 .....	16,6	14,5	31,1
1978 .....	14,4	15,2	29,6
1979 .....	14,7	15,2	29,9
1980 .....	18,1	15,8	33,9
1981 .....	20,2	18,1	28,3
1982 .....	20,6	18,8	39,4
1983 .....	21,9	21,3	43,2
1984 .....	21,4	23,7	45,1
1985 .....	21,2	23,4	44,6
1986 .....	18,0	20,3	38,3
1987 .....	19,5	19,7	39,2
1988 .....	20,7	19,5	40,2
1989 (p) .....	28,4	21,5	49,9

Figura 2. Dependencia externa de la economía española. Fuente: Banco Bilbao Vizcaya. Informe Económico, 1988. Bilbao, 1989.

La situación política se tornó incierta por la falta de apoyo popular de la UCD y por el frustrado golpe de Estado el 21 de febrero de 1981, lo que propició la subida al poder con mayoría absoluta del Partido Socialista Obrero Español (PSOE). En esta etapa socialista se pueden identificar dos etapas bien diferenciadas: la de ajuste (1983-1985) y la de crecimiento (1986-1989).

El gobierno socialista estimó imprescindible sanear la economía y reformar el sistema productivo y las instituciones. La problemática no difería mucho de las dificultades identificadas en los Pactos de la

Moncloa. Las dos grandes diferencias fueron que los socialistas no necesitaron pactar con otras fuerzas políticas y que la situación internacional era más favorable, entre otras cosas porque los países de la OCDE entran en una senda de crecimiento y porque se abren para España las posibilidades de entrada a la Comisión Económica Europea.

Los resultados de la etapa de ajuste dentro del primer gobierno socialista fueron aceptables desde el punto de vista de la inflación que se redujo hasta un 8,1 % en 1985, y de la sector exterior, ya que la balanza por cuenta corriente tuvo un saldo positivo de 3.021 millones de dólares en ese mismo año, contrastando con el déficit de 4.102 millones de dólares en 1982. Sin embargo el sector público aumentó su déficit así como el porcentaje de deuda pública respecto al PIB que pasó de un 9,9 % en 1982 a un 36,2 % en 1985. La causa de este aumento fue principalmente la presión a la que se ve sometido el sector público para mejorar el bienestar social y la infraestructura, así como para mantener una administración y unas empresas públicas poco eficaces y costosas. (figura 3)

	1982	1985
<b>INFLACION:</b>		
— Crecimiento de precios al consumo (diciembre s/diciembre) .....	14,2	8,1
— Crecimiento de precios implícitos en el PIB .....	13,7	8,9
<b>BALANZA DE PAGOS:</b>		
— Saldo por c/c (mill. de \$) .....	-4.102	3.021
— Deuda exterior (mill. de \$) .....	28.772	28.140
— Reservas (mill. de \$) .....	11.350	14.484
<b>SECTOR PUBLICO:</b>		
— Saldo (miles de mill. de ptas.) .....	-1.213	-1.747
— % Déficit s/PIB .....	5,4	6,2
— % Deuda pública s/PIB .....	9,9	36,2

**Figura 3.** Resultados de la política de ajuste: Trienio 1982-1985. Fuente: FIES nº 27: "Economía años 80: hechos, ideas" Madrid, 1986.

La reforma fiscal resultó ser decisiva para hacer frente a los crecientes gastos públicos que una democracia demanda. Partiendo de la base de que España tenía una de las tasas impositivas más bajas de Europa, era necesario adecuar el sistema impositivo español y se logró aumentar la presión fiscal en más de diez puntos porcentuales del PIB pasando del 26,8 % del PIB en 1977 al 37,3% en 1989. (figura 4)

	CEE-12	España
1977 .....	39,3 <sup>1</sup>	26,8
1978 .....	39,4 <sup>1</sup>	27,5
1979 .....	39,9 <sup>1</sup>	28,8
1980 .....	41,3	30,2
1981 .....	41,8	31,7
1982 .....	42,7	31,9
1983 .....	43,3	34,0
1984 .....	43,5	33,8
1985 .....	43,8	35,1
1986 .....	43,6	35,6
1987 .....	43,7	37,3
1988 .....	43,5	37,3
1989 .....	43,5	37,4
1990 (p) .....	42,8	37,4
1991 (p) .....	42,7 <sup>2</sup>	37,2
1992 (p) .....	42,6 <sup>2</sup>	36,9
1993 (p) .....	42,4 <sup>2</sup>	36,7

**Figura 4.** Presión fiscal en España y en la CEE (% del PIB). Fuente: Comisión de la Comunidad Europea.

#### 4. Conclusiones.

Según los datos referidos en la investigación, se pueden analizar varias etapas en las que influyen de manera diferente los indicadores de las variables económicas más significativas. El primer gobierno elegido democráticamente que presidió Adolfo Suárez, es la etapa con el peor desempeño económico de los años de transición, lo que corresponde con los años más difíciles desde el punto de vista de la estabilidad política. Factores como la falta de consenso entre las fuerzas políticas imprimieron mayor inestabilidad al régimen democrático que las causas económicas ya que a pesar que hubo muy poco crecimiento e incluso se decreció en algunos años, no fueron cifras muy extremas. Otras variables como la inflación, que no pasó del 30%, fue muy elevada pero no hubo un proceso de hiperinflación que habría hecho recaer la crisis sobre todo en los sectores más desprotegidos.

En el periodo socialista los primeros años fueron de estancamiento pero gracias a las reformas estructurales se pudo pasar a otra etapa de rápido crecimiento donde se terminó de consolidar la transición democrática. Más que los resultados buenos resultados económicos, lo que determinó desde el punto de vista económico la democracia fueron las reformas estructurales que permitieron estabilizar la economía y adaptarla a las necesidades productivas del país.

Por otro lado, factores como el contexto económico internacional y como la entrada de España en la CEE dieron un impulso muy fuerte para consolidar esta nueva y esperada democracia.

Hemos visto las reformas estructurales fueron decisivas en la transición de España, pero incluso podría extrapolarse a otras transiciones. Actualmente México está en un proceso de alternancia política y ante el reto reformas institucionales muy importantes para la consolidación de su democracia. Además está inmersa en una recesión económica de origen internacional y se presenta la oportunidad de hacer reformas estructurales, sobre todo en el ámbito fiscal y energético. A todo esto se le une que el Partido de Acción Nacional no tiene mayoría absoluta en el Congreso de los Diputados. Estos aspectos muy similares al caso estudiado y salvando las diferencias con España, podrían hacernos pensar que la

consecución de los objetivos políticos y económicos dependerán de si se logra poner de acuerdo a todas las fuerza políticas para implementar las reformas estructurales que México necesita.

## **5. Referencias.**

1. BURGOS LÓPEZ, I. (1973) "El Estado y el Proceso Económico" en La España de los 70, Madrid, Moneda y Crédito. Págs. 961 y ss.
2. FUENTES QUINTANA, E. "La Crisis Económica Española" en Papeles de Economía Española, Confederación de cajas de Ahorro, FIES, nº 1, Págs. 91-92
3. Palazuelos, E. (1990) Dinámica capitalista y crisis actual. Madrid. Akal Universidad. Págs 410.



**EL IDIOMA ESPAÑOL EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL.** Mtro. Neftalí Lázaro Carvallo, Departamento de Lenguas Modernas, Campus Monterrey, ITESM.

En virtud de que nuestra lengua española cada vez gana terreno como lengua extranjera en el mundo actual, he decidido ahondar en el tema para encontrar los alcances que nuestra lengua tiene y tendrá en el futuro próximo. Esta breve pero sustanciosa indagación pretende hacer reflexionar al hispanohablante en torno a la importancia que tiene el idioma español en el mundo de hoy. Asimismo busca crear conciencia de que la lengua española no es un idioma del tercer mundo, hablado por gente pobre e ignorante, sino un idioma con futuro para llevar a cabo transacciones económicas de muchos alcances. Y por otro lado, demostrar que quien no aprenda la lengua de Cervantes es un condenado a privarse de comerciar con casi una veintena de países hispanoamericanos.

La investigación es de tipo documental, basada en diversos textos españoles actuales y en fuentes de naturaleza masiva, como son revistas, periódicos y enciclopedias y direcciones electrónicas del internet.

## **HABILIDADES DE LECTURA EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO: DIAGNOSTICO, APLICACIÓN Y RESULTADOS**

**Gerardo Salvador González Lara**

### **Resumen**

HABILIDADES DE LECTURA EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO: DIAGNOSTICO, APLICACIÓN Y RESULTADOS. Gerardo Salvador González Lara. Departamento de Estudios Humanísticos. Campus Monterrey. ITESM. Con el propósito de identificar maneras innovadoras para promover la lectura de la literatura, especialmente de la poesía, en jóvenes adolescentes, se investiga el nivel de impresión, comprensión, interpretación de lectura de poemas en estudiantes de bachilleratos públicos y privados de la zona metropolitana de Monterrey y la ciudad de Saltillo; los resultados ayudan a evidenciar las deficiencias de este grupo de estudio, pero también la falta de motivación hacia la lectura de la poesía, resultado de la experiencia que los estudiantes han tenido al momento de abordarla en sus actividades académicas. Esta información puede servir de apoyo para fomentar estrategias didácticas que impulsen el hábito de la lectura.

### **Introducción**

El objetivo de esta investigación es estudiar la problemática de la lectura de comprensión en alumnos de bachillerato del noreste de México. Su hipótesis principal parte de que estos jóvenes no han desarrollado sus habilidades intelectuales y cognitivas de acuerdo con su edad y nivel de estudios para una lectura de comprensión efectiva. Por lo tanto, todos los beneficios que esto implica no se experimentan totalmente. Existen diversas teorías que por su metodología y fundamentos pueden ayudar a disminuir este problema que afecta a todos los niveles del Sistema Educativo Mexicano. Desde el punto de vista teórico se revisaron algunas teorías de la enseñanza – aprendizaje de la lectura, así como conceptos y las premisas más importantes de la lecto-escritura.

Para contextualizar este problema en la región: Nuevo León y Coahuila, se acudió al testimonio de algunos especialistas en la enseñanza – aprendizaje de la lectura, quienes explicaron el fenómeno mediante experiencias inmediatas dentro del contexto educativo regional. Para reforzar esta investigación se revisó el texto de Michael Riffaterre con el fin de extraer de éste el concepto de Archilector, instrumento que se empleó para diseñar la encuesta a través de la cual se recabó la información.

La encuesta se aplicó a un total de 303 estudiantes del último año de bachillerato de preparatorias públicas y privadas de Monterrey y Saltillo. Los resultados ofrecen algunas sugerencias que pueden ayudar a enfrentar esta problemática.

Por otro lado, se justifica el uso de la poesía de Enriqueta Ochoa, poetisa coahuilense, para un trabajo de esta naturaleza por el valor especial que ésta tiene como género literario.

Se espera que este trabajo sea de utilidad para quienes desarrollan su actividad diaria en el ámbito educativo a nivel bachillerato (directores de preparatorias, docentes de redacción y literatura, y orientadores vocacionales), y que los resultados de la investigación sean un complemento para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje de la lectura y, sobre todo, la formación integral de los estudiantes para tratar de contribuir así a formar una sociedad con más posibilidades de crecimiento.

### **Metodología.**

El método de investigación.

El propósito de este trabajo es lograr realizar un acercamiento metodológico a la poesía de Enriqueta Ochoa con alumnos adolescentes estudiantes de bachillerato. El método es de carácter descriptivo debido a que

intenta presentar la situación tal y como lo reflejan los ejercicios utilizados para ello. Se espera que esta investigación sirva de apoyo para estudios posteriores sobre lecto-escritura, enseñanza de la lectura, motivación de la misma y creación poética en talleres literarios. De igual forma, intenta apreciar y valorar el potencial oculto de creación artística y la reflexión que tienen los adolescentes, aún en sociedades altamente mediatizadas como la nuestra. El hecho de que no desarrollen alguna habilidad total o parcialmente, no significa que se carezca de ella. Además este trabajo es un intento por apoyar los valores literarios de la región. Se utilizaron textos de la poetisa coahuilense Enriqueta Ochoa, porque su obra tiene una serie de atributos de forma y contenido que permiten su uso para los propósitos que nos ocupan.

Michael Riffaterre define el concepto Archilector como “el grupo de informadores utilizado para cada estímulo o para cada secuencia estilística entera” Agrega que “descifra el texto progresando en el mismo sentido que la frecuencia verbal (...) de principio a fin. El archilector es la suma de las lecturas, y no una media. Es ni más ni menos un instrumento para poner de relieve los estímulos del texto (...) El empleo del archilector sólo es el primer estadio heurístico del análisis; no elimina, pues, la interpretación y el juicio de valor del estadio hermenéutico”. Así, con dicho término se llama a lo que es la muestra para el análisis estilístico del presente trabajo.

### **Población**

La población considerada para este proyecto está constituida por estudiantes adolescentes de bachillerato de Saltillo y Monterrey cuyas edades fluctúan entre los 16 y 19 años de edad y que constituyen un segmento de la sociedad que están aún con altas posibilidades de mejorar sus métodos de aprendizaje y lecto-escritura hasta el momento.

### **Instrumento**

Para esta investigación se seleccionaron como instrumentos de trabajo de poemas de Enriqueta Ochoa con muy diferentes temáticas entre ellos mismos, titulados: 1. “Cartas para el hermano”, 2. “Cuadros de Jalapa bajo la lluvia” y 3, “La sequía. A cada integrante de la muestra se le aplicó en su salón de clase el ejercicio con solo uno de estos tres poemas, pidiéndole que luego de leer detenidamente el poema, contestara las preguntas que acompañan al mismo. El tiempo que invirtieron los lectores en el ejercicio fue entre 14 y 19 minutos. A través de cuestionario se obtuvieron datos respecto a la edad, sexo y ciudad de procedencia, así como el nombre del bachillerato, modalidad (público o privado) y el turno con el objetivo de utilizar esta información para establecer algunas conclusiones con que se finalizará el trabajo.

Mediante diez preguntas basadas en los niveles de comprensión de un texto, señalados por Jorge Ruffinelli, así como en la metodología para el acercamiento a la poesía, del mismo autor, se trató de indagar el grado de comprensión de los temas principales de los poemas y su comprensión en general, la capacidad expresiva de los poemas (según los lectores en cuestión), y la interpretación de significados profundos y los sentimientos que evocan. Se deseó indagar también el grado de disposición o actitud de los lectores adolescentes (archilector) hacia la poesía y su distancia y reflexión crítica ante lo leído, su interpretación personal o codificación personal como informador y la interpretación de lo que piensa que el autor o poeta tuvo el propósito de comunicarle.

Este mismo instrumento sirvió para sugerir contenidos de textos a campañas de promoción de lecto-escritura o creación literaria y como un reflejo del contexto sociocultural del archilector actual. Se preguntaron las características, que a su juicio, debería tener un poema para que se leyera con interés, así como los tipos de lectura que puede llegar a realizar con el mismo. Se diagnóstico su predisposición al libro o a la mitificación del mismo, así como sus intereses reales en forma y contenido hacia la escritura como manera de expresión personal, donde el lector, cambie su rol y juegue el papel de codificador de un mensaje, es decir, de emisor o autor de un texto literario.

### **Muestra**

Para esta investigación y con el objetivo que el archilector fuera lo más representativo posible se eligieron ocho grupos del último grado de bachillerato, los estudiantes a graduarse en junio de 1994 de preparatorias de muy diferentes características entre sí, tanto en su modalidad, plan de estudios, capacidad socioeconómica, tipo de enseñanza (laica o religiosa) y población femenina, masculina o mixta.

Se aplicaron un total de 303 encuestas. A todos los integrantes del grupo “archilector” no se les anticipó previamente la aplicación del ejercicio, con el fin de asegurar su asistencia y no predisponer sus respuestas.

Las características del archilector y de acuerdo con el cuestionario que se aplicó, son las siguientes:

303 estudiantes de bachillerato entre los 16 y 19 años; 143 mujeres y 160 hombres; 233 de Monterrey, 70 de Saltillo; 128 de escuelas públicas, 175 de escuelas privadas; 68 de enseñanza religiosa, 235 de enseñanza laica; 235 de escuelas mixtas, 68 de escuelas no mixtas, es decir de solo mujeres o solamente hombres. A 59 se les aplicó el ejercicio con el poema aplicado como número 1, a 124 con el número 2; y a 120 de la muestra con el número 3, para que la muestra tuviera un acercamiento lo más equitativo posible a los tres poemas.

## **Resultados y discusión.**

### **Análisis e interpretación de resultados.**

Ante un acercamiento poético por parte de la muestra estudiada se advierte que es alto el índice o porcentaje de indiferencia hacia el mismo (38.6 por ciento no respondieron o no les provocó ningún sentimiento), lo cual puede ser consecuencia de la poca o nula experiencia que se tiene ante una lectura de comprensión tan específica como es la poesía. Refleja una dificultad de lectura ante abstracciones, metáforas e imágenes que implican una lectura más reflexiva, es decir una metalectura.

Al 61.4 por ciento restante sí le provocó un tipo de sentimiento. Es importante considerar la gran diversidad de respuestas entre sí, lo cual podría hablar de la alta potencialidad de interpretación de un texto literario, siempre y cuando se propicien las condiciones para ello a través de los métodos de enseñanza – aprendizaje para una lectura de comprensión, con todos los beneficios que esta implica.

Es de advertir la coincidencia que se presenta: el porcentaje de la muestra que respondió no provocarle ningún sentimiento un poema fue muy similar al porcentaje que respondió conservar el mismo sentimiento de la lectura desde el principio hasta el final. Ello refleja que la falta de una lectora de comprensión, inhibe además el leer un texto literario como experiencia de los sentidos y de un goce estético.

La investigación reflejó también más de 40 diferentes interpretaciones respecto al tema principal de los poemas, lo que puede significar, por un lado, confusión en la interpretación respecto a la lectura del texto poético, falta de acercamiento a la literatura y poco manejo de léxico, y por otro, un alto potencial de desarrollo para una lectura de comprensión u de significado profundo, porque esta diversidad de consideraciones se podría optimizar dando pie a la subjetividad interpretativa y de creación.

Lo anterior se reafirma al mostrar que el 53.5 por ciento percibió más de un tema, además de uno principal en el poema, rebasando en total los 45 temas considerados como secundarios.

Es interesante advertir que sólo el 20 por ciento de la muestra se mostró dispuesto y de manera conciente o atenta a ser receptor del poema, el resto, el 80 por ciento, percibió este acercamiento o experiencia como un ejercicio en el cual se involucró por pura coincidencia, pero no sintió que el poema estaba dirigido a él mismo, sino a un tercero y el sólo sería un lector “entrometido”. Esto nos dice que no se autoperceben como lectores de textos literarios, consecuencia quizás de lo lejano que se considera la poesía de las lecturas de los adolescentes. Además el estudiante o archilector no se siente elemento activo en una lectura en la que pueda expresar una interpretación personal y mucho menos que signifique su interpretación, en dado caso que se presente ésta, como una pauta para entrar en discusión o debate.

Casi al 80 por ciento no entendió el lenguaje del autor. Debido a que para un acercamiento a la poesía se requiere un interpretación de metáforas o imágenes, no basta con tener como inicio de la lectura sólo una comprensión primaria del texto, sino además un razonamiento más allá del significado literal por el manejo de conceptos abstractos. Este trabajo reflejó una deficiencia en esta área, ya que los poemas seleccionados para este fin tienen en sí abstracciones de complejidad considerada como media.

La muestra reflejó estar consciente del proceso de comunicación que se ejecuta en el momento de una lectura, más no se autopercebe en este proceso como un elemento receptor-decodificador de mensaje. Más del 80 por ciento confirmó que el autor reflejó una experiencia través del poema, es decir, se le dio el papel al autor como emisor – codificador, sin embargo, también más del 80 por ciento no se percibió a sí mismo como receptor-decodificador de este mensaje; no se involucró en este proceso de comunicación porque consideró que no estaba dirigido para él el mensaje, sino para un tercer receptor.

La muestra expresó uniformemente una demanda en cuanto a la forma del texto como requisito o garantía para que el adolescente se involucre activamente en el proceso de comunicación de una lectura de comprensión: un lenguaje más comprensible, es decir, más adecuado al nivel de comprensión que su madurez intelectual y razonamiento verbal se lo permiten, sin embargo es una señal de alerta de que su nivel léxico puede ser pobre y que de manera cómoda se desea un texto sin complicación. Por otro lado, en cuanto al contenido, y a través de una gran diversidad de respuestas sobre esto, se expresó la demanda de lecturas con alto grado de participación y posibilidades de interpretación, es decir, temas en las que el lector adolescente se involucre para llegar a empalmar con el poema tratado, demandaron temas más cercanas a las experiencias físicas y emotivas de los adolescentes. Así pues, existen las demandas y disposición para una lectura de comprensión a través de textos adecuados para este propósito.

Toda la muestra afirmó utilizar más de un medio para acceder a la lectura en caso de que se realice como revistas, libros y periódicos, lo que se contradice con su poco nivel léxico, por lo que se puede afirmar que la intención no está respaldada por la acción. La lectura como actividad entre los jóvenes sigue mitificada como el modelo ideal de lo que se debe realizar o lo que se debe hacer, pero siendo solamente un mito, una idealización. La lectura no se realiza con la debida frecuencia, aún cuando se esté de acuerdo que es provechoso para el aprendizaje y crecimiento personal.

Algo importante es que solo el 10 por ciento de la muestra no estaría dispuesto a escribir un texto literario, es decir a ser partícipe en un proceso de comunicación como emisor-codificador y creador de una obra literaria. El 90 por ciento aceptó que de presentarse la posibilidad de jugar el papel de escritor, sí lo haría. Paralelamente al obtener más de 70 respuestas diferentes sobre qué texto les gustaría realizar, se garantiza que aún cuando no está desarrollado un razonamiento verbal y habilidad de lectura de manera óptima para su edad, y que el libro está mitificado, de presentarse condiciones y metodologías adecuadas, sí existe la disposición para acercamientos literarios y el desarrollo de todo ese potencial de creación., lo cual es un factor favorable para el desarrollo de habilidades cognitivas en el adolescente.

Sintetizando los resultados, podemos afirmar que:

- A. Nuestra muestra de adolescentes, archilector, tiene alto grado de apatía o indiferencia ante acercamientos literarios debido a la poca experiencia de la lectura, y también presenta confusión al momento de interpretar y comprender temas principales y secundarios de un texto poético; pero se garantiza que de existir condiciones favorables para ello, gozaría de alta capacidad y desarrollo del potencial de interpretación, con todo el proceso mental y afectivo que ello implica.
- B. La muestra o archilecto no se autopercebe como lector real o receptor de un texto literario, ni se considera como elemento activo receptor-descodificador dentro del proceso de lectura ante un texto, y por lo tanto percibe dicho rol (de receptor-descodificador) como un rol lejano a él dentro de un proceso de comunicación a través de la lectura de la poesía.
- C. La comprensión del lenguaje utilizado por la autora de los poemas del ejercicio es casi nula, ya que el 80 por ciento no lo entendió, reflejando una vez más poco nivel de léxico y de lectura literal, así como pobre la capacidad inferencias en el caso de las metáforas o imágenes poéticas.
- D. Por este análisis, es de advertirse que la poesía sí puede ser una herramienta útil para enseñar y motivar la lectura de comprensión, así como una oportunidad para la difusión de los valores literarios regionales de México. Se considera factible la implantación de programas de motivación de la lectura y composición literarias, aún en un medio social altamente mediatizado donde afortunadamente la apatía no es todavía el problema principal; el problema es la estrategia didáctica con la que se les motive y enseñe a lectura de comprensión.

Se anexan los poemas utilizados y el cuestionario aplicado.

## **Conclusiones.**

Afortunadamente nuestros adolescentes todavía no llegan a la apatía total de su entorno y hacia la lectura, sino que su disposición a una lectura interpretativa y por tanto a una lectura de la realidad sigue latente. Este aspecto se debe considerar como un área de oportunidad para los educadores, o para quienes deciden la

implantación y creación de programas de enseñanza aprendizaje de la lectura, su motivación y el desarrollo de la creación literaria en este nivel educativo que es el bachillerato.

Si el adolescente actúa pasivamente ante estímulos del exterior (como la publicidad, la moda, líderes de opinión o modelos a seguir poco aptos para el desarrollo de sus habilidades) ha sido de manera inconsciente por no tener herramientas para enfrentarlos. El adolescente de Monterrey y Saltillo aún tiene rasgos de nobleza y sentimiento por valores familiares y de arraigo por esta región del país, por ello textos que promuevan o traten sobre los valores sociales y culturales pueden ser buen instrumento y oportunidad para implantar programas de lecto-escritura con metodologías que propicien y desarrollen el potencial creativo que existe.

- A. Existe poca capacidad interpretativa y de léxico en el estudiante de bachillerato que cubre la muestra.
- B. Tal situación es un área de oportunidad para atacar el problema debido a la positiva disposición de los estudiantes por participar.
- C. No se debe subestimar la potencialidad de los adolescentes.
- D. La lectura de comprensión es el primer paso para la lectura del mundo y la formación de un juicio crítico.
- E. La enseñanza de la lectura es una tarea en conjunto de las instituciones públicas y privadas, gobierno, sociedad, profesionistas y educadores.
- F. Es necesaria una permanente investigación interdisciplinaria para buscar soluciones a la problemática educativa.
- G. Sería favorable para la sociedad que los estudios sobre lecto-escritura y lectura de comprensión se llegaran a todos los estratos sociales con el fin de conocer y mejorar la calidad de la enseñanza, sino también la calidad de vida para la sociedad mexicana.

El primer paso para generar el juicio crítico en los adolescentes es la enseñanza de una lectura de comprensión. Con ello se generará la habilidad de leer no sólo el texto, sino también su contexto. Se desarrollará la habilidad de interpretar su entorno activamente, percibiéndose así mismo y ante los demás consciente y reflexivo y que su pensamiento aporta ideas para mejorar la sociedad.

Ojalá que esta investigación sirva de pauta o apoyo para estudios posteriores sobre la lectura de comprensión en los adolescentes, que podría ser mediante otro tipo de textos como noticia, crónica, entrevista, ensayo o cuento para indagar si el nivel de comprensión es similar al de un texto poético.

### **Bibliografía utilizada:**

Ochoa, Enriqueta. Bajo el oro pequeño de los trigos. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 1984

Raffaterre, Michael. Ensayos de estilística estructural. Cuestiones de principio. Cap. 1. Criterio para el análisis de estilo. Biblioteca breve, Editorial Seix Barral, Barcelona, España: 1976

Ruffinelli, Jorge. Comprensión de lectura. Editorial Trillas. México: 1988

(Se realizó un marco teórico extenso con más de 25 autores, pero por los requisitos solicitados, no se escribió en su totalidad).

### **Anexos**

Poemas de la poetisa Enriqueta Ochoa utilizados para este trabajo de investigación:  
A los estudiantes de la muestra se les presentó de la siguiente manera:

“Hola, te agradezco tu tiempo para que realices el siguiente ejercicio de comprensión de lectura, utilizando para ello un poema de la escritora Enriqueta Ochoa. El ejercicio será anónimo, así que puedes sentirte con la libertad de responder abiertamente y sin ningún tipo de presión.

Instrucciones: Luego de leer detenidamente el poema, responde brevemente a lo que se te pide.

### **Poema 1**

#### **Cartas para el hermano**

Antes de que me marche  
Hacia cualquier rincón de esta escala  
O cualquier otra escala  
Quiero decirte, en serio,  
Que el amor es el lujo más alto de la vida, y que ciegos andamos  
-termitas incansables-  
tras los bienes terrenos,  
cegando los caminos por donde la luz nos entra.  
Decirte que en la prisa, esclavos prisioneros,  
Disputamos ingenuos un reino de ceniza  
Y lo turbamos todo:  
Nuestra palabra íntima,  
La albura del silencio en la eternidad que esparce  
Sus briznas de misterio.  
Antes de irme, quiero que sepas  
Que yo tuve conciencia  
De tu mano discreta sosteniendo mis pasos  
Y de la vara de la justicia  
Que tu honradez preside.

Nacimos en un mismo tronco,  
Pero tú fuiste el dedo más completo,  
Sabedor de que somos  
La parte de un gran todo;  
De que la comprensión empieza  
Al descubrir humildes nuestros propios aciertos  
Y las grandes flaquezas.  
Sabedor de que el recto pensar esclarece el conflicto,  
Y que amar es vivir el incendio interior  
Sin dignidad humana.  
Es todo eso que está en nosotros mismos;  
En el cristal de luz que arde dentro,  
En la conciencia alerta  
Donde no existe el yo ni el tu,  
Ni el individuo, ni lo mío  
Porque somos los hilos de una misma  
Existencia.

### **Poema 2**

#### **Cuadros de Jalapa bajo la lluvia**

I  
Jalapa es una mujer redonda, menudita,  
Mitad misterio de retrato antiguo  
Y mitad sibarita.  
Tiene un ojo sedoso en sus haberes,  
En él penetra el tiempo, ahí se pierde;  
Y exhala por las gritas verdes  
Su fragancia de olvida entre la hierba.  
Un constante alud de espigas de humo  
Golpea sus rejados;  
Intangible,  
Bañada de luz tierna,  
Apenas si respira.  
El alma la sofoca cuando un brazo de tufo neblinoso

Se desliza de su piel, se la queda bebiendo,  
Y una no sabe nunca  
Si la ha desdibujado el viento,  
O se ha quedado en un rincón desfallecida  
II  
En los atrios golpean la tierra  
Con un eco invariable.  
Humedece las lenguas jadeantes de himnos  
En los sembradíos.  
Cierra esa herida,  
Ese palpitante que ahoga, dales tregua.  
Yo me quedaré velando, cavando,  
Porque hay que llegar  
Al bermejo raudal de su corazón, para que el río nos abra el cristal de sus pupilas  
Y se desparrame, y se venga desagotando  
De parcela en parcela.  
III  
Y cuando al río se abre,  
estremeciendo la pulpa oscura de los surcos,  
qué ávida jauría se desata  
tras los escritorios, exprimiendo,  
alumbrándose con el aceite  
de las manos del campo.  
Trastocando la embriaguez de los corazones vírgenes;  
Acosando con su marea de arenas movedizas  
Al hombre acucillado...  
Como ves, padecemos una doble sequía.  
Puedo seguir hollando hasta que el agua brote,  
Pero ¿Cómo medir la cuchilla  
Para que despierte la conciencia y el amor nos ampare?  
(1954)

### **Poema 3** **La sequía**

I  
Acucillado está el hombre  
En largo cordón que aplasta las aceras.  
Un crepón de silencio baja a su cuerpo terroso,  
Al rostro escandecido del sol;  
Al febril remolino de sus brazos  
Que la sequía ha arrebuñado.  
  
Si alguien partiera su alma,  
Exhalaría del centro cálido, no un gemido,  
Sino esa tibia resignación de los cielos de octubre  
Que mansamente se arquean sobre las llamadas  
Como un ojo de leche dulce.  
  
De sus labios no sube la blasfemia,  
Está la quijada firme, el fervor de gigante llamarada,  
La obstinación del telar invisible de Penélope,  
El sosegador pudor...  
  
II  
Un río es una criatura viva  
Por donde Dios hace correr el temblor maravillado  
De su esencia.  
Aquí es la configuración de nuestros semblantes.  
Y desde hace años no ha sido



Sino un regazo de lumbre oscura.

San Isidro, escucha el latido de los músculos tensos,  
Esos músculos empotrillados que desde el amanecer,  
Esperan.

**Cuestionario aplicado:**

“Gracias por contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Te provocó algún sentimiento este poema? De ser así ¿Qué tipo de sentimiento?
2. ¿Conservaste el mismo sentimiento durante la lectura de todo el poema, desde su inicio hasta el final?
3. ¿Cuál es el tema principal del poema?
4. ¿Percibes algunos otros temas en el poema?
5. ¿A quién consideras que va dirigido?
6. ¿Entendiste todo el lenguaje utilizado por el autor?
7. ¿Percibes que el autor haya reflejado alguna experiencia a través del poema?
8. ¿Cómo te gustaría que se escribiera un poema para que lo leyeras con interés?
9. ¿Qué tipos de lecturas realizas frecuentemente?  
\_\_\_ Libros \_\_\_ Revistas \_\_\_ Periódicos \_\_\_ Otros  
¿Cuáles?
10. ¿De llegar a tener la oportunidad de escribir, qué texto te gustaría realizar?

Ciudad: \_\_\_\_\_ Preparatoria: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Gracias por tu colaboración. Éxito en tus proyectos, hasta pronto”.

**La consideración en la enseñanza del inglés escrito para construir y asumir identidades sociales en la producción escrita de alumnos avanzados.** David Camps Melgar, Departamento de Lenguas Extranjeras y Filología, División de Humanidades y Ciencias Sociales, Campus Ciudad de México, ITESM.

Esta ponencia trata de la investigación cualitativa realizada a estudiantes de redacción de inglés avanzado (Sello B) en el Campus Ciudad de México para entender cómo los aspectos de identidad social enseñados en clase les facilita escribir, o si el deseo de asumir otra identidad afecta la manera de escribir en inglés, y cómo las demandas y convenciones académicas pudieran influir en la selección y construcción de su identidad. Los resultados encontrados pueden contribuir en la enseñanza de redacción en inglés como segunda lengua.

De acuerdo con Ivanic and Camps (2001) la manera en que se posiciona el escritor en relación con sus lectores puede darse con autoridad o tentatividad mediante el empleo de elementos léxicos, sintácticos, semánticos y visuales. De esta manera puede construir su(s) propia(s) identidad(es) social(es) como, por ejemplo, académico, estudiante, empresario, abogado, psicólogo, y político.

Los demandas y convenciones que se tomaron en cuenta para ver si influyeron en la identidad de los alumnos fueron:

- 1) conocer nuevas convenciones distintas a las de su lengua materna;
- 2) tener que producir oraciones no muy largas procurando no abusar de conectores y cierto tipo de puntuación;
- 3) tener que escribir párrafos largos en la parte de desarrollo de sus ensayos;
- 4) tener que incluir una oración tema al inicio de cada párrafo;
- 5) aplicar ciertos formulismos para poder contrastar, argumentar y comparar en sus textos.

Por tanto, en la ponencia primero se proporcionará una breve descripción del curso de inglés y sus alumnos (objetivos, convenciones, demandas, nivel de inglés), se hablará de la metodología utilizada para recabar datos; se presentará el caso de algunos alumnos y se discutirán los hallazgos. Luego, se hablará sobre las posibles contribuciones a la enseñanza del inglés escrito y, por último, se dará tiempo para preguntas y respuestas.

**SENTIDO DE COMUNIDAD EN ORGANIZACIONES MEXICANAS: ESTUDIO DE PERSEPCIONES EN EMPLEADOS.** Héctor René Díaz Sáenz, EGADE Campus Monterrey, ITESM; Patricia Witherspoon, Communication Department, University of Texas El Paso.

La importancia de la familia y la comunidad están profundamente enraizadas en la cultura mexicana. La cultura organizacional, incluyendo componentes de contratos psicológicos, refleja valores sociales que fomentan la atención a la creación y preservación de la comunidad en empresas. Esta investigación reporta los resultados de 22 grupos de enfoque de 11 compañías mexicanas. Las entrevistas a los grupos estuvieron guiadas por 10 preguntas. El propósito de este estudio fue el de evaluar la perspectiva de los individuos con respecto a como una comunidad es creada en las organizaciones mexicanas y el papel que la comunicación juega en su creación. La primera parte de este estudio presenta una revisión de las publicaciones académicas sobre la definición de comunidad, la influencia de la cultura dentro de las organizaciones mexicanas y la relación ente la comunicación y la comunidad en organizaciones. La siguiente sección presenta las preguntas de investigación que guiaron el estudio. La tercera parte describe la metodología utilizada y la sección final presenta los resultados de esta investigación.

**COMPORTAMIENTO GERENCIAL EN ESCENARIOS ASCENDENTES Y  
DESCENDENTES DE INDUSTRIA FARMACEUTICA MEXICANA**  
**Dr. Guillermo Carrasco Acevedo**  
**Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de  
México**

**INTRODUCCIÓN**

La importancia de las redes de comunicación gerencial a través de las cuales los gerentes se relacionan con otras personas ha sido ampliamente reconocida en estudios del comportamiento gerencial. En estas redes la expectativa es que el gerente tenga éxito ejerciendo un “comportamiento orientado al poder” a través de sus subordinados y superiores, así como a través de algunos de sus iguales en la escala jerárquica de la organización y de algunos externos. (Kotter 1978)

La teoría gerencial tradicional se ha orientado a estudiar la influencia que ejerce el supervisor sobre los subordinados, sin embargo actualmente se ha incrementado la atención en la “influencia hacia arriba” y en las formas en las cuales los subordinados “manejan a sus jefes”. (Yukl 1992)

En el desempeño gerencial una expectativa generalizada consiste en que el gerente tenga éxito ejerciendo un comportamiento orientado al poder a través de sus subordinados y superiores, así como a través de algunos de sus iguales en la escala jerárquica de la organización y de algunos externos.

Las investigaciones asociadas al uso del poder para entender el liderazgo examinan el proceso de influencia entre el líder y sus seguidores, con la perspectiva centrada en el líder asumiendo que la causalidad es unidireccional, el líder actúa y el seguidor reacciona. Otro tipo de investigaciones orientadas hacia el uso del poder para influenciar, estudian las tácticas de influencia vistas como un puente entre el enfoque poder-influencia y el enfoque de comportamiento. Se han comparado diferentes tácticas de influencia en términos de efectividad para lograr que la gente haga lo que el líder quiere. (Mowday 1978)

La esencia del liderazgo es la influencia sobre los seguidores. Sin embargo el proceso de influencia entre el líder y sus seguidores, no es unidireccional. Los líderes influyen a los seguidores, pero también los seguidores tienen influencia sobre los líderes. (Kipnis 1980). Yukl (1993) refiere que a pesar de que se han realizado estudios relativos a las tácticas de influencia utilizadas por los gerentes y sus objetivos de influencia, apenas se han realizado unos cuantos estudios que examinan el patrón del comportamiento de influencia usados por los gerentes, con subordinados, sus iguales y con sus superiores. Las tácticas de influencia más utilizadas, reportadas en los trabajos de investigación a nivel mundial son (Schilit 1986, (Schermerhorn 1990 y Yukl 1992):

**Persuasión racional:** El dirigente usa argumentos lógicos para persuadir a la persona objetivo de que su requerimiento es viable y que derivará en el logro de los objetivos esperados.

Apelación inspiracional .- El dirigente hace un requerimiento que despierta el entusiasmo apelando a los valores, ideales o aspiraciones de la persona objetivo

Táctica consultiva.- El dirigente busca la participación de la persona objetivo en la planeación de una estrategia o actividad, cuando se requiere su apoyo y asistencia.

Congraciarse con la persona que se desea influir.- El dirigente usa alabanzas, lisonjas, comportamiento amistoso, o un ambiente de ayuda , para lograr que la persona objetivo tenga un pensamiento favorable hacia el líder, antes de que éste le pida que haga algo.

Apelación personal.- El dirigente apela a los sentimientos de lealtad y amistad de la persona objetivo antes de solicitarle que haga algo.

Intercambio de favores.- El dirigente ofrece un intercambio de favores, mostrando buena disposición para devolver el favor en el futuro o prometiendo compartir los beneficios de la ayuda que le prestará la persona objetivo al realizar la tarea encomendada.

Táctica de coalición.- El dirigente busca la ayuda de otros, o usa el apoyo de otros para persuadir a la persona objetivo para que haga algo.

Táctica de legitimación- El dirigente busca el establecimiento de legitimidad, o reclama la autoridad o el derecho de solicitar que la persona objetivo haga algo, verificando que lo solicitado sea consistente con las políticas organizacionales, reglas, prácticas o tradiciones.

Ejercer presión personal a la persona que se desea influir.- El dirigente usa demandas, amenazas, chequeos frecuentes o recordatorios persistentes para que la persona objetivo haga lo que el líder quiere que haga.

El objetivo de este trabajo fué el de realizar un estudio exploratorio de campo para responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿Como emplea el gerente mexicano las tácticas de influencia para influir a sus jefes y subordinados ?

## **METODOLOGÍA**

Para la instrumentación se tomó como referencia el modelo desarrollado por Schermerhorn (1990), sobre tácticas de influencia, el cual fue modificado para adaptarlo al entorno mexicano.

### **Objetivos General:**

Determinar el comportamiento gerencial en la industria farmacéutica mexicana respecto al uso de las tácticas de influencia en dos escenarios: el comportamiento del gerente respecto a su jefe y el comportamiento del mismo directivo respecto a sus subordinados.

Se propusieron nueve hipótesis de trabajo en dos escenarios de influencia (ascendente y descendente) para responder al objetivo de la investigación

## **2.1 HIPOTESIS DE TRABAJO**

Dado que en la táctica de influencia “Persuasión racional”, el gerente usa argumentos lógicos para persuadir a la persona a la que desea influenciar de que su requerimiento es viable y que derivará en el logro de los objetivos esperados, se pretende probar que:

Hipótesis 1:

La persuasión racional es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al jefe que cuando se trata de influir al subordinado.

Considerando que en la táctica de influencia “Apelación inspiracional”, el gerente hace un requerimiento que despierta el entusiasmo apelando a los valores, ideales o aspiraciones de la persona a la que desea influenciarse formula la siguiente:

Hipótesis 2:

La “Apelación inspiracional” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

Si en la “Táctica consultiva” el gerente busca la participación de la persona a la que desea influenciar, en la planeación de una estrategia o actividad, cuando se requiere su apoyo y asistencia, se pretende probar que:

Hipótesis 3:

La “Táctica consultiva” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

Dado que en la táctica de influencia “Congraciarse con la persona que se desea influir”, el gerente utiliza alabanzas, lisonjas, comportamiento amistoso, o un ambiente de ayuda para lograr que la persona a la que desea influir tenga un pensamiento favorable hacia el gerente, antes de que este le pida que haga algo, pretendo probar que:

Hipótesis 4:

La táctica de “Congraciarse con la persona que se desea influir” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

Considerando que en la táctica de influencia “Apelación personal”, el gerente apela a los sentimientos de lealtad y amistad de la persona que desea influir, antes de pedirle que haga algo, se plantea que:

Hipótesis 5:

La táctica de “Apelación personal” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

Si en la táctica de influencia “Intercambio de favores”, el gerente ofrece un intercambio de favores, mostrando buena disposición para devolver el favor en el futuro

o prometiendo compartir los beneficios de la ayuda que le prestará la persona a la que desea influenciar, al realizar la tarea encomendada, se pretende probar que:

Hipótesis 6:

La táctica de influencia “Intercambio de favores” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

Considerando que en la “Táctica de coalición”, el gerente busca la ayuda de otros, o usa el apoyo de otros para persuadir a la persona a la que desea influenciar para que haga algo, la hipótesis que se formula es:

Hipótesis 7:

La “Táctica de coalición” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al jefe que cuando se trata de influir al subordinado.

Dado que en la “Táctica de legitimación”, el gerente busca el establecimiento de legitimidad, o reclama la autoridad o el derecho de solicitar que la persona a la que desea influenciar haga algo, verificando que lo solicitado sea consistente con las políticas organizacionales, reglas, prácticas o tradiciones, pretendo probar que:

Hipótesis 8:

La “Táctica de legitimación” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

Si que en la táctica de influencia “Ejercer presión personal a la persona que se desea influir”, el gerente usa demandas, amenazas, chequeos frecuentes o recordatorios persistentes para que la persona a la que se desea influenciar haga lo que el gerente quiere que haga, la hipótesis formulada es:

Hipótesis 9:

La táctica de “Ejercer presión personal a la persona que se desea influir” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

## **2.2 MUESTRA DE ESTUDIO**

Para realizar el presente estudio se encuestaron a 128 ejecutivos que laboran en la industria farmacéutica en la ciudad de México.

## **2.3 IDENTIFICACION DE VARIABLES**

Las variables de estudio de esta investigación fueron las tácticas de influencia: definida por persuasión racional, apelación inspiracional, táctica consultiva, congraciarse con la persona que se desea influir, apelación personal, intercambio de favores, táctica de coalición, táctica de legitimación y ejercer presión personal a la persona que se desea influir. Estas variables fueron estudiadas en dos escenarios: ascendentes y descendentes.

Las variables de control de esta investigación fueron: edad, estado civil, sexo, años de experiencia laboral, nivel de ingresos, nivel de estudios, nacionalidad de la empresa: Mexicana o Extranjera y tamaño de la organización.

## **2.4 INSTRUMENTOS:**

Se diseñaron dos instrumentos iniciales para medir la preferencia de utilización de las tácticas en los escenarios de influencia ascendente y descendente. Ambos instrumentos con una escala de Lickert de 1 a 3, que midió la preferencia de uso de los posibles comportamientos observables de acuerdo a la siguiente relación:

- 1 = Siempre lo hago
- 2 = Algunas veces lo hago
- 3 = Nunca lo hago

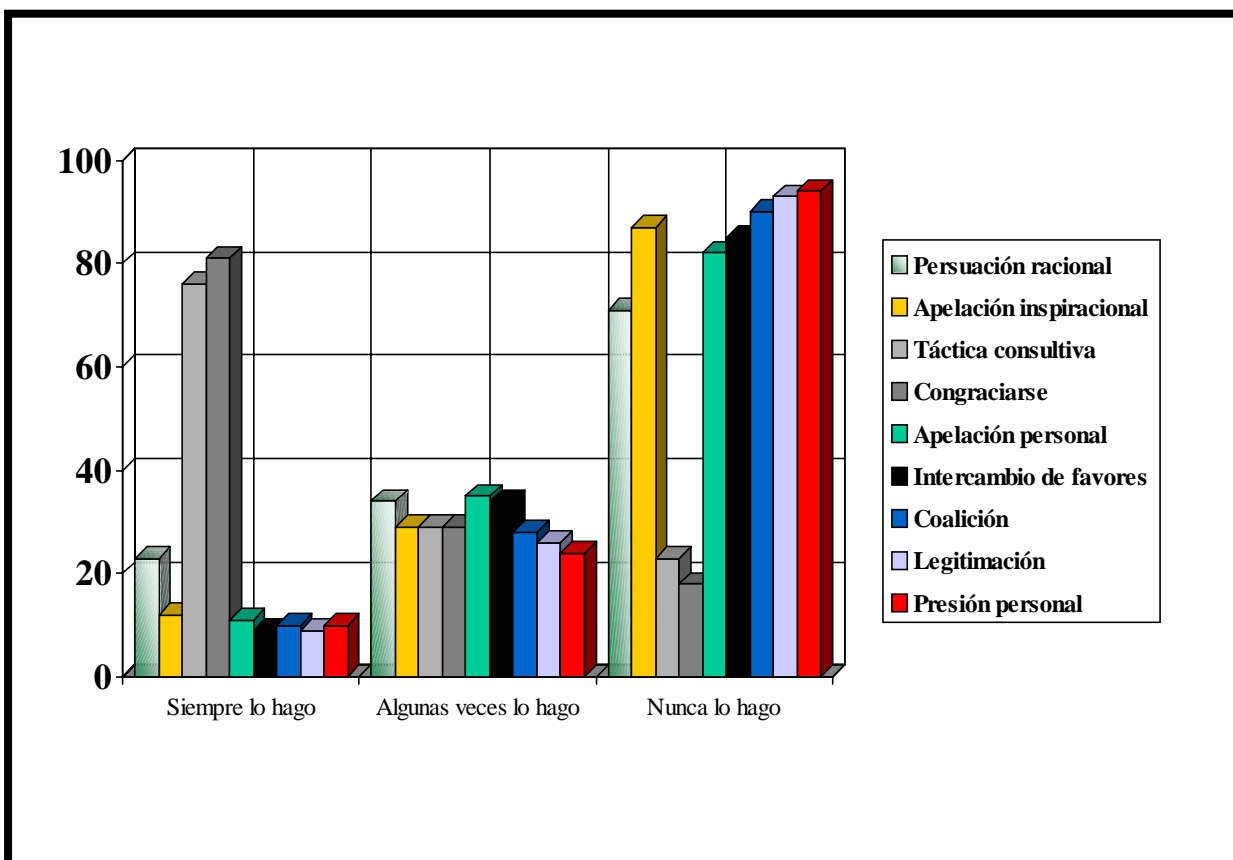
Los instrumentos fueron sometidos a las pruebas de validez y confiabilidad. El cuestionario que medía la Influencia ascendente, tuvo un Alfa de Cronbach de 0.939 y el que midió la influencia descendente fue de 0.941

## RESULTADOS

Los resultados que se presentan consideran la comparación de los escenarios ascendentes y descendentes en la práctica gerencial dentro de la industria farmacéutica.

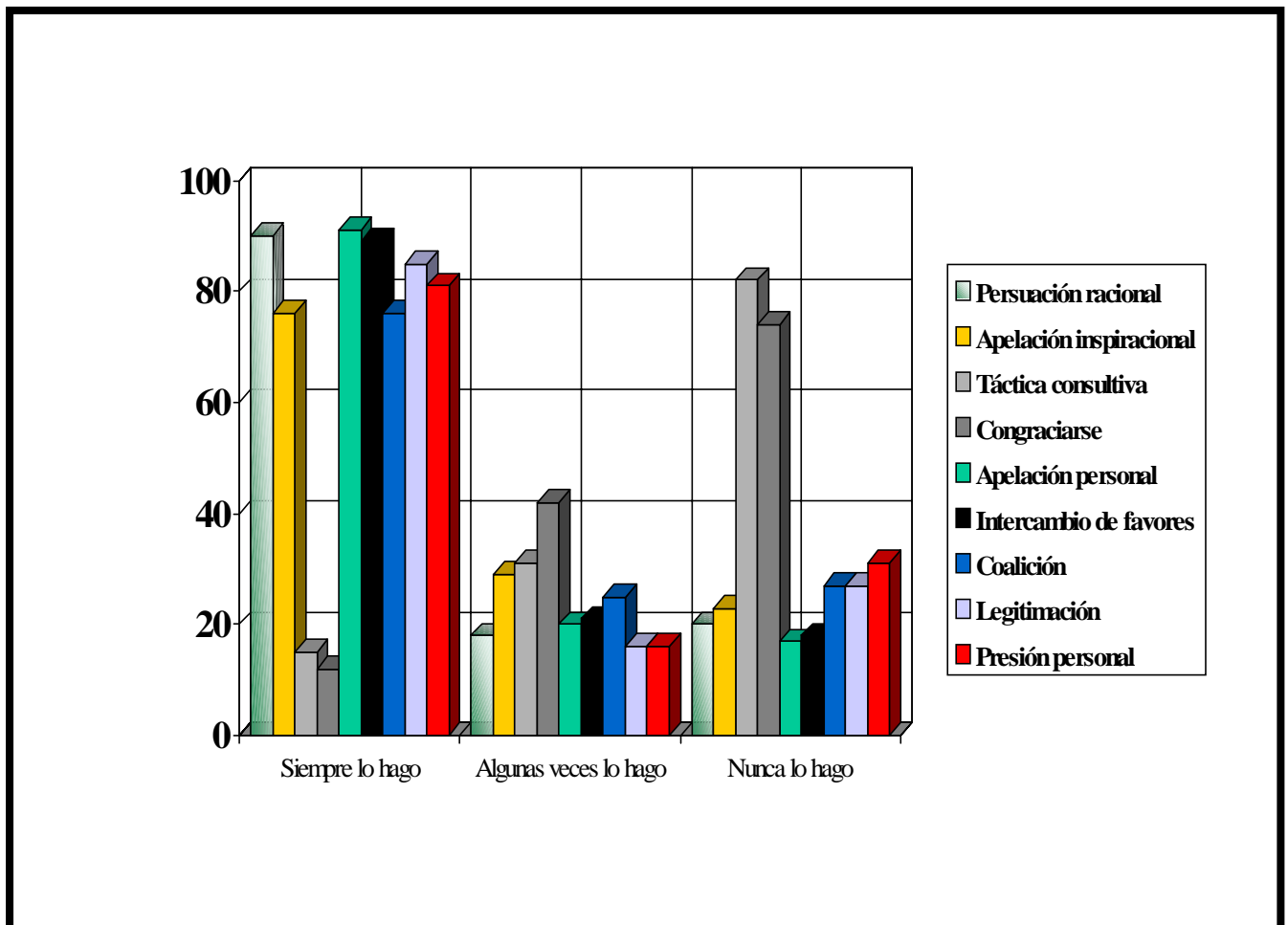
En relación a la persuasión racional en la siguiente gráfica se establecen las diferencias entre ambas prácticas.

### CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO GERENCIAL EN EL ESCENARIO ASCENDENTE



### CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO GERENCIAL EN EL ESCENARIO ASCENDENTE





En relación a las variables de control se construyó a partir del análisis de la información, una Base de que se conformó con la respuesta de 128 individuos a 8 variables de control (edad, estado civil, estudios, experiencia laboral, ingreso, nacionalidad de la empresa, sexo y tamaño de la organización, así como la respuesta de los mismos individuos a 9 variables de estudio (las tácticas de influencia) en dos escenarios diferentes (influencia al jefe e influencia al subordinado),  $(8 + 9 \times 2 = 26)$  Lo anterior se transformó en una Base con un total de  $26 \times 128 = 3328$  datos. Con la información obtenida se pudo determinar el perfil promedio en cuanto a las variables de control de los sujetos estudiados, el cual se muestra a continuación:

<b>Variable de control</b>	<b>Perfil</b>	<b>% de frecuencia</b>
<b>Edad</b>	<b>Mayor de 35 años</b>	<b>65.6</b>
<b>Estado civil</b>	<b>Casado</b>	<b>71.1</b>
<b>Nivel de estudios</b>	<b>Licenciatura titulado</b>	<b>78.1</b>
<b>Años de Experiencia laboral</b>	<b>Más de 10 años</b>	<b>64.8</b>
<b>Nivel de ingreso</b>	<b>Entre \$12001-\$15000</b>	<b>53.1</b>
<b>Nacionalidad de la empresa</b>	<b>Mexicana</b>	<b>61.7</b>
<b>Sexo (Género)</b>	<b>Masculino</b>	<b>82.8</b>
<b>Tamaño de la organización</b>	<b>Entre 101-300 personas</b>	<b>58.6</b>

## **RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS HIPOTESIS DE TRABAJO RESPUESTA AL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN PLANTEADO**

Hipótesis 1:

La persuasión racional es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al jefe que cuando se trata de influir al subordinado. Por lo que la hipótesis 1 se prueba como falsa

Hipótesis 2:

La “Apelación inspiracional” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

La hipótesis 2 se prueba como verdadera.

Hipótesis 3:

La “Táctica consultiva” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

La hipótesis 3 se prueba como falsa.

Hipótesis 4:

La táctica de “Congraciarse con la persona que se desea influir” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

La hipótesis 4 se prueba como falsa.

Hipótesis 5:

La táctica de “Apelación personal” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

La hipótesis 5 se prueba como verdadera.

Hipótesis 6:

La táctica de influencia “Intercambio de favores” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

La hipótesis 6 se prueba como verdadera.

Hipótesis 7:

La “Táctica de coalición” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al jefe que cuando se trata de influir al subordinado.

La hipótesis 7 se prueba como falsa.

Hipótesis 8:

La “Táctica de legitimación” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

La hipótesis 8 se prueba como verdadera.

Hipótesis 9:

La táctica de “Ejercer presión personal a la persona que se desea influir” es más frecuentemente usada cuando se trata de influir al subordinado que cuando se trata de influir al jefe.

La hipótesis 9 se prueba como verdadera.

## CONCLUSIONES

Se construyeron dos instrumentos para medir el comportamiento gerencial respecto a las tácticas de influencia en un entorno mexicano. Los instrumentos construidos mostraron ser válidos y confiables.

De los resultados obtenidos para las hipótesis de trabajo se muestra que las tácticas de influencia más utilizadas por el gerente de la industria farmacéutica en la Ciudad de México son:

- a) En las relaciones con sus superiores: Táctica Consultiva y Táctica de Congraciarse.
- b) En las relaciones con sus subordinados: Persuasión racional, Apelación inspiracional, Apelación personal, Intercambio de favores, Coalición, Legitimación y Presión personal.

Con lo anterior se da respuesta al problema de investigación planteado en el presente estudio de campo exploratorio.

Finalmente como gran conclusión se observa un comportamiento del gerente mexicano condicionado por la cultura, en donde el ejecutivo se dirige principalmente con respeto a su jefe, resultando una relación de trabajo basada en términos de consulta y de congraciarse.

Sin embargo en su relación con los subordinados usa una gama de tácticas de influencia en un espectro que va desde la persuasión hasta la coacción o la amenaza.

Se concluye que en su comportamiento en las redes de comunicación gerencial, el gerente mexicano da un trato muy diferente a sus superiores que el que da a sus subordinados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Kaplan, R.E, (1984), Trade routes: The manager's network of relationships  
Organizational Dynamics 12, No. 4, 37-52.
- Kipnis, D. Schmidt, S. M and Wilkinson , I. (1980) Intraorganizational influence
- Kotter, J.P. (1982), The General Managers, Free Press, New York.
- Kotter. J.P., (1978), Power, success, and organizational effectiveness. Organizational  
Dynamics 6, No. 3, 27-40.
- Luthans F, Hodgetts R and Rosenkrantz S, (1987), Real Managers, Ballinger, New  
York.
- .Mintzberg, H, (1973), The Nature of Managerial Work, Harper and Row, New York.
- Mowday , R:T, (1978) , The exercise of upward influence in organizations.  
Administrative Science Quarterly 23, No. 1, 137-156.
- Schermerhorn J.R. and Bond, M.H. (1990) Upward and downward influence tactics in  
managerial networks: A comparative study of Hong Kong chinese and  
Americans  
Asia Pacific Journal of Management Vol. 8 No. 2. Pags 4-8.
- Schilit, W. K, (1986). An examination of individual differences as a moderator of  
upward influence activities in strategic decisions, Human Relations 39, No 3  
,781-794.
- Schilit, W. K. and Locke, E:A, (1982) A study of upward influence in organization,  
Administrative Science Quarterly 27, No. 2, 304-316.
- Smith P.B. and Peterson, M. (1988) Leadership in Context: A Cultural Analysis of  
tactics: Explorations in getting one's way. Journal of Applied Psychology 65, No. 4.
- Yukl, Gary (1992). Leadership in Organizations. Third edition. Prentice Hall.
- Yukl, Gary (1993).Patterns of influence behavior for Managers. Group and  
Organization Management. Vol 18 No 1 March. 5-28].

Tema: Las PYME en Latinoamérica:

Análisis de su marco legal y formulación jurídica aplicable

**José Heriberto García Peña.**

Maestro en Derecho Empresarial y Abogado Corporativo.

Profesor - Investigador del TEC-CCM

Candidato a Doctor en Derecho por la UNAM.

Preguntas iniciales:

- 1-¿Se justifica actualmente la inclusión de la categoría Empresa en el ámbito del Derecho?
- 2-¿Cómo atemperar los cambios económicos de la globalización contemporánea con el ámbito legal de las nuevas formas jurídicas del sector empresarial?

“...EXISTE UN DENOMINADOR COMÚN A TODAS LAS EMPRESAS QUE HAN TENIDO ÉXITO: LA COMPATIBILIDAD DE LOS ASOCIADOS. ÉSTAS... EXIGEN LA COOPERACIÓN Y LABOR EN COMÚN PARA ALCANZAR UN OBJETIVO;... CREANDO, ...UN MEDIO JURÍDICO EN EL CUAL PUEDAN LABORAR CON ARMONÍA, PARA LOGRAR UN RESULTADO QUE NINGUNO DE ELLOS PODRÁ ALCANZAR POR SI SOLO.”

FRIEDMAN Y KALMANOF.

EMPRESA:

Concepto Económico:

Organización de los factores de producción con el fin de obtener una ganancia ilimitada

CONCEPCIÓN DE LA EMPRESA

EMPRESA:

COMO CONCEPTO JURÍDICO:

ES OBJETO DEL TRÁFICO JURIDICO

Clasificación Jurídica:

- Empresario

Individual

- Empresario

Colectivo

Empresario Colectivo:

- Sociedad
- Asociación
- Unión de Empresas
- Cooperativas

- Empresas Públicas

¿MAGNITUD DE LA EMPRESA?

- PEQUEÑAS  
y

- MEDIANAS

- GRANDES

Contexto actual de la

Economía Mundial:

Búsqueda de colaboración e

integración económica regional

Problemas:

❶ ¿Cuáles son las especificidades en la formulación jurídica aplicable a las PYME en Latinoamérica en el contexto de la globalización económica actual?.

❷ ¿Qué posibilidades de aplicación y/o adecuación tienen en el ámbito legal actual, según un estudio de caso en el sector PYME de México?

Propósitos u Objetivos:

- Explicar el marco legal de las PYME en Latinoamérica.

- Sugerir los fundamentos para una clasificación jurídica de las PYME en Latinoamérica.

- Definir las especificidades de la nueva formulación jurídica aplicable a las PYME en Latinoamérica.

- Analizar las posibilidades de aplicación actuales de esta formulación jurídica para un caso del sector PYME en México.

Hipótesis:

1 El marco legal aplicable a las PYME en Latinoamérica no se ajusta a los cambios existentes en el contexto económico internacional actual.

2 Las especificidades de la formulación jurídica aplicable a las PYME resaltan como un elemento esencial a tener en cuenta dentro de los cambios en la concepción práctica del Derecho Económico Internacional moderno.

3 La necesidad de una clasificación jurídica homogénea para las PYME en Latinoamérica permitirá una mayor adecuación a los procesos de globalización e integración del nuevo milenio.

4 La aplicación actual de la formulación jurídica para un caso del sector PYME en México es indispensable y demuestra cualitativamente sus beneficios para el Empresario como titular del negocio jurídico.

### Marco Metodológico:

- Aquí se impuso la necesidad práctica de realizar una investigación de campo con metodología cualitativa en un caso del Sector PYME en México, analizando las posibilidades de aplicación actuales de la formulación jurídica por parte del Empresario.
- Pasos a seguir:
  - A- Sujetos.
  - B- Contexto o Escenario.
  - C- Tipo de Procedimientos.
  - D- Instrumentos de recopilación.
  - E- Fases.

### Resultados Esperados:

- ☛ Las bases para la elaboración de proyecto de Estatuto Uniforme para las PYME en Iberoamérica.
- ☛ La fundamentación de una nueva formulación jurídica aplicable a las PYME en el marco del Derecho Económico Internacional actual.
- ☛ Una estrategia jurídica adecuada al contexto de las PYME que contribuya a su perfeccionamiento en el entorno empresarial actual.
- ☛ Los efectos de la formulación jurídica, para el pequeño y mediano empresario en un caso del sector PYME en México.

### **MARCO LEGAL DE LAS PYME**

- Se analizaron los países Iberoamericanos con un modelo económico en el ámbito empresarial muy similar, pero los más representativos: España, Argentina, Brasil, Chile y México.
- Se constataron diversos elementos referentes a: estructuras legales disponibles, restricciones y consideraciones legales, tipos de organización básicos y planeación legal de los negocios, entre otros.

El resultado es:

En los ordenamientos positivos de cada país se nota la ausencia de una definición jurídica de EMPRESA, por lo cual se fuerza al intérprete (EMPRESARIO) a realizar difíciles construcciones, sobre todo en el ámbito ASOCIATIVO, para adaptar normas que no responden a esta nueva realidad económica y jurídica del mundo de hoy.

### **FORMULACIÓN JURÍDICA DE LAS PYME**

#### **CONSIDERACIONES FINALES**

- Entre las acciones principales debe aparecer, en el estudio de la actividad empresarial, la nueva Formulación Jurídica que posibilite su clasificación legal según la tipología (A, B o C), pero con mayor incidencia en las Empresas tipo C que pueden incluir las de pequeña y mediana escala.
- En las PYME es necesario tratar de lograr un Régimen jurídico adecuado en cada etapa o fase de desarrollo, requiriendo de manera imprescindible, su consecución y elaboración de forma coherente con los cambios estructurales que deben implementarse.

## **SOCIAL CONSTRUCTION OF KNOWLEDGE IN HYPERNEWS FORUMS**

Celia Ann Durboraw Linden

The geographical freedom of distance education will tend to make it more popular in the future, but there is a concern for educators, especially those of the constructivist philosophy, to ensure personal interaction as students are separated in time and space. Discussion groups in an asynchronous mode in distance education courses can provide this interaction. In these discussions students and professors post textual messages and respond to each other using computer-mediated communication, a form of communication that has been seen as a new register, possessing some of the characteristics of both speech and writing. However, few empirical studies have been done to determine how students adapt to this new form of communication and what educational benefits, if any, can be ascribed to these discussion forums. The present study uses a discourse analysis of the transcripts of an asynchronous computer-mediated discussion forum from an on-line graduate class in education to determine to what extent social construction of knowledge transpires and what contextual factors seem to influence this process.

Key words: on-line, CMC, asynchronous forums, discussion, construction of knowledge

### 1. Introduction

The increasing availability of computer-mediated learning comes at a time when there have been many recommendations for a new paradigm in education for students in the Information Age, as this time of computers and the Internet is being called. The focus has shifted to the learners, requiring them to take an active role in the "construction" of their own knowledge while teachers become facilitators of learning rather than transmitters of information. Certain abilities in the socio-affective domain have become primordial in a world whose borders have shrunk, collaboration and the ability to work with other cultures and nationalities, for instance (Rowley, Lujan, & Dolence, 1998; Carnoy, 1997; Duderstadt, 1997). In the intellectual domain, there is a phenomenon which some have called "information-overload" or Postman rephrases as "information-trivia, which has the effect of placing all information on an equal level" (1993, p.137). However it is viewed, the abundance of information requires learners to be able to effectively process such information and avoid manipulation by it.

A constantly changing market requires continuing education for employees who are experts at problem solving, able to transfer their knowledge and skills to different contexts, and to work effectively in teams (Carnoy, 1997; Silberger, 1996). These new skills are not ones that can be transmitted to students by a lecturer at a podium. The learners need to actively manage their own learning process, exploring concepts and constructing their understanding with other students. Perhaps the most important aspect of such student-centered learning is "that to place responsibility in students' hands changes the nature of their learning by requiring them to negotiate their own criteria of relevance and truth" (Barnes and Todd, 1995, p.166).

Distance education via computer has been seen by some as an answer to these educational demands (Bates, 1995; Burgstahler, 1996; Harrison & Stephen, 1996; Harasim, 1989b; Rowley, et al, 1998), while others (in fact *many* students and faculty known to this researcher at a university which began to incorporate Web-based courses only as an adjunct) fear the lack of personal interaction when students and faculty are separated by time and space. Whether the



computer provides the solution to meeting new educational demands or becomes simply another educational challenge itself, the use of technology in distance education increases, and discussions via computer are becoming commonplace.

Dialogue and discussion have been educational strategies since the Greeks and are still used in colleges and institutes of higher education as a way of allowing students to interpret information read or heard in lectures on campus. Barnes and Todd consider it one of the teacher's best strategies for setting up situations in which students can come to understanding: "For most students, talk is the most important way of working on understanding" (1995, p. 15). For Brookfield and Preskill (1999), who also acclaim the educational benefits of discussion, it can be defined as "an alternately serious and playful effort by a group of two or more to share views and engage in mutual and reciprocal critique" (p.6). They identify four broad educational purposes of discussion:

- 1) to help participants reach a more critically informed understanding about the topic or topics under consideration,
- 2) to enhance participants' self-awareness and their capacity for self-critique,
- 3) to foster an appreciation among participants for the diversity of opinion...
- 4) to act as a catalyst to helping people take informed action in the world (p.7).

If the experience of a discussion can even attempt to serve these ends, it is not surprising that educators have continued to value its inclusion within new modalities of learning, in which students and professors are separated geographically.

However, when educational institutions first allowed students to reside off campus and pursue studies independently through correspondence courses as they were called, only one-way modes of communication prevailed: the instructor provided a syllabus and readings and the student completed the self-study and wrote papers or took an exam. Discussions were no longer possible. Thus, as the learners benefited by time and space flexibility, they lost the opportunity for the rich academic interaction normally experienced on campus. Then, as modern versions of distance education turned online, computers with modems complemented by program software could again permit two-way interaction, and it became possible to include text-based discussion within such courses. Furthermore, it is this interaction that critics say will allow distance education to compare favorably with face-to-face education (Wagner, 1997, p.19; Owston & Owen (1996); Harasim, 1989a, online; Moore & Kearsley, 1996; Derlin & Erazo, 1997; Laurillard, 1993b, Eastmond & Ziegler, 1995). As current distance education programs vie with each other as to the amount of two-way interaction, student to instructor and student to student(s), that their courses can offer, it is primarily through discussion groups that this interaction is offered.

A popular educational paradigm supporting the new computer-supported learning environments is constructivism. (Fowler & Wheeler, 1996, p. 91). Constructivism is an epistemological base that "holds that there is a real world that we experience. However...meaning is imposed on the world by us, rather than existing in the world independently of us" (Duffy & Jonassen, 1992, p. 3). When applied to education, the constructivist view conceives of "learning as a constructive process in which the learner is building an internal representation of knowledge, a personal interpretation of experience." (Enders et al, 1992, p. 21.) According to Cunningham, "the most distinguishing feature of constructivism is its emphasis on argument, discussion, and debate, because from that debate emerges socially constructed meaning" (Duffy & Jonassen, 1992, p. 3, p.11).

This "socially constructed meaning" is thus at the essence of constructive education, and can be encouraged in the asynchronous computer forums (discussions written on the computer by participants removed temporally and spatially from each other) in distance education courses (Harasim, Hiltz, Teles, & Turoff, 1997, p.4). Furthermore, according to the Cognition and Technology Group (CTGV) at Vanderbilt University, a primary objective in instruction is "to encourage students to develop socially acceptable systems for exploring their ideas and differences in opinion" (1992, p. 116 ). The written computerized text medium allows different responses than oral discussion because of its asynchronic nature, the multilogical (as opposed to only dialogical) possibilities, different modalities of turn-taking and over-hearing (or "lurking"). Yet few studies of content analysis have been done to corroborate empirically the educational value of such forums or to show how much or how well meaning is socially constructed therein (Henri, 1992; Mason, 1992; Romiszowski & Mason, 1996; Bullen, 1999 ).

### B.Purpose of the Study and Specific Objectives

The purpose of this study is to examine the process of knowledge construction in graduate students in an on-line course – how they mutually help each other explore topics and broaden their understanding through discussion. The study investigates the effectiveness of their discussion from a constructive perspective, as the students collaboratively share their understanding of readings on a related topic within a specific forum in their course.

All aspects of social construction of knowledge may not be directly observable because researchers cannot get inside the minds of people. However, the process can be observed indirectly, for instance, through the products of speech in a conversation, and now, as discussion has become textual through computer-mediated communication, there is a written transcript of how the discussion unfolds. As forum participants read and write comments on-line, the social construction of knowledge--at least some of its attributes--should become manifest in the textual product which records their computer-mediated conversations.

This study, then, will specifically examine the process of social construction of knowledge as it occurs in an asynchronous academic computer conference in a graduate-level distance education course whose students have been split into twelve different teams of approximately six. "Effectiveness" in discussions will be determined by the presence of 1) dialogical/multilogical episodes based on course content (hereafter called "content episodes"); 2) symmetry of participation; and 3) construction of knowledge at a high cognitive level. The construction of knowledge should become evident in the collaborative processes of *initiating*, *extending*, *qualifying*, and *eliciting* as manifested in students' messages related to the content objectives of the forum. (Barnes & Todd, 1995, p.156)

In order to situate the specific instances of construction of knowledge within the larger context of each team's discussion, the overall characteristics of the team's participation within Forum I will be described. Then, the orientation of all of the messages will be classified according to 1) social exchange, 2) task clarification, 3) essay elaboration, and 4) content. The content messages will be identified as to whether they are responded to, thus corresponding to a content episode, or if they stand alone, a sole participant's unresponded comments. Then, quantification of the various team members' contributions, within the content episodes, as well as within the forum as a whole, can determine how symmetrical the participation is. The selected content episodes will also be analyzed to determine the highest cognitive level reached by the participants. Finally, qualitative analysis will determine *ad hoc* the most relevant content episodes for each team within each of the three forums to be described in detail. "Relevance" will consider number of turns, inclusion of participants, any interesting phenomena related to the construction of knowledge and/or negotiation of meaning, and any idiosyncratic nature to the episode.

By analyzing the way computer-mediated communication (CMC) is used in a forum by each of the twelve teams in the process of interaction, insight may be gained into dialogical communicative strategies used to construct meaning in a virtual environment, which could have educational implications for such academic discussion groups.

This research will hopefully prove useful to cognitive psychologists interested in the construction of knowledge, to educational researchers who wish to corroborate the value of computer-mediated discussion as an educational technique; to linguists who are interested in discourse analysis of computer-mediated communications in asynchronous textual discussions, oracy vs. literacy, and computer-mediated communication as a hybrid register; and finally to distance educators who are considering the use of discussion groups in their courses. This research has also been designed with the intention of piloting methodology for analysis of discussion that may provide a foundation for further research.

#### Specific Objectives

In pursuit of these broad goals, this research project will be designed to achieve the following specific objectives:

- 1) to describe how the types of messages for each team determine the context of the forum
- 2) to identify the composition of each message as to four broad purposes: socialization, task, content, essay.
- 3) to identify those content messages which have no response from another participant.

- 4) to identify those content messages which form part of a dialogical/multilogical interchange between participants.
- 5) to determine the highest social-cognitive dimension reached in the dialogical/multilogical interchanges, according to four socio-cognitive dimensions: socialization, opinions, reasoning, and reflection.
- 6) to identify the messages from the instructor and/or facilitator

### C. Research Questions

The questions orienting this research focus on the process of social construction of knowledge, which becomes manifest in 1) content episodes; 2) collaborative moves (eliciting, qualifying, extending or initiating) within content episodes; and 3) the socio-cognitive depth within content episodes. The following questions will guide the analysis :

- What is the context surrounding the content episodes?
  - What percentage of messages corresponds to each of the orientations: socialization, task clarification, essay elaboration, and content discussion?
  - How much does the instructor and/or facilitator influence the student's knowledge construction?
- How do the teams compare as to monological-dialogical orientation? (i.e. number of responded content messages vs. number of non-responded content messages)
- How do the teams compare as to socio-cognitive depth of discussions?
- What strategies do students use to compensate for the lack of physical presence?
- Are there any elements in the messages that seem to encourage dialogical/multilogical participation? (discord, surprise, agreement, need to qualify, identification, compliments, phatic functions, appellative functions....)

It is hoped that greater understanding of how social construction of knowledge takes place in CMC in academic discussions can help educators structure forums to encourage students' effective participation and mutual contribution to the construction of knowledge.

### Justification of the Study


In the future more people will be learning through distance education courses and possible learning modalities, such as virtual discussion groups, which can provide interaction among those separated by space and time, need to be understood. As the research mentioned in the literature review will attest, studies of computer-mediated communication have mainly produced contradictory findings as to its nature and how effective it can be in an educational context.

Computer-mediated conferencing can provide spaces for all students within a course to explore ideas and mutually help each other broaden comprehension, but when there are numerous participants, keeping up with the discussion can become quite labor intensive both for students and the instructor(s). Some of the specific challenges are "multiple discussions, information overload, asynchronicity [delayed responses], textual ambiguity, and processing the on-line information and determining what contributions to make" (Romiszowski & Mason, 1996). Furthermore, there is a tendency to monologue, to submit mini essays, rather than engage in exploratory discussion. (Morgan, 1996, on-line; Voiskounsky, 1998, p.36) There is a need for empirical studies to describe the conferencing process and help determine whether or not there are pedagogical benefits, to guide students and educators in their use of this technology (Henri,1992; Mason,1992; Romiszowski & Mason, 1996; Bullen, 1999 ).

### D. Context of the Study

This is a qualitative ex post facto study of social construction of knowledge of sixty-seven students divided into twelve teams, as they participate in an asynchronous computer forum in a graduate-level distance education course.

The web-based discussion forums in this course uses a platform called *HyperNews*, which has been used by the hosting university for many years now. This software permits topical indexing of messages (the threads can be followed by hierarchical indentation). It also automatically submits participants' names, email addresses, the date and time of submission, as well as a title for the message, a protocol that often sheds much light on the content and interaction of the conference itself (Davis & Brewer, 1997, p.58). In addition, the sender may include an optional iconical indication of the content, which will appear at the left of the title. After writing the message, the following selection appears, only requiring a click on the circle to the left:

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <input type="radio"/>  None                | <input type="radio"/>  Idea |  |
| <input type="radio"/>  Question            | <input type="radio"/>  More | <input type="radio"/>  Angry    |
| <input type="radio"/>  Note                | <input type="radio"/>  News | <input type="radio"/>  Agree    |
| <input type="radio"/>  Warning             | <input type="radio"/>  Ok   | <input type="radio"/>  Disagree |
| <input checked="" type="radio"/>  Feedback | <input type="radio"/>  Sad  |  |

Finally, after completing the message the sender is shown a preview of how the message will appear on the computer, allowing editing before finally sending.

*HyperNews* also allows computer searches to be made according to subject, sender, and date. An important consideration is that this software allows posting access to the private academic forums through a password; thus, only those students assigned to the forum can participate and no uninvited guests from the Web can intervene. (However, if intruders happened to access the pages, they would be able to *read* the postings.) Each forum can be personalized by the instructor with preliminary instructions or recommendations, graphics, links to pertinent information on the Internet or to other parts of the on-line course. A typical participant enters the forum, reads previous postings, if any, and decides whether she will post a message with a new subject or respond to a previous message or thread of messages. She then types the text for her message as with any word processor. The participant can also paste links to addresses on the web, as well as add attachments for documents for subsequent perusal by the readers. The message sent to the forum is received and appears on the Web page in the order of posting, as a new message, or indented as a response. Since replies to previous messages are indented, there is visual indication of the hierarchical levels of subordination between each initial message and the responses to it, or responses to responses. Furthermore, the software indicates "new" to the right of postings that have been added since the participant's last virtual visit to the forum, giving reminders of unread messages, a boon with the problem of information overload, when the computer screen has been filled with long lists of messages. Finally, in *HyperNews* all the messages in discussions can be downloaded to be copied onto a word processor, or be read off-line in printed hard copies, a procedure preferred by some students. (Hettinger, 1995, p. 192) Reading off-line could ameliorate some effects of Internet connection problems.

#### E. Scope of Study

This research project analyzes types of participant interaction, CMC messages, and dialogic/multilogic episodes in an on-line discussion. It is not a comprehensive analysis of all of the utterances within the conference or of all the variations of computer-mediated language. It does not analyze the rhetorical quality of student writing or the accuracy of interpretation of course content. The results are not presumed applicable to face-to-face discussions. Furthermore, it does not attempt to evaluate student characteristics, stylistic variation, socio-cultural influence, critical thinking *per se*, the technical administration of the course, or the efficiency of the software. Since it is focused on discussion groups of graduate students, the results will only be applicable to students at this academic level, and are not presumed to be representative of other academic levels. Although the course seems typical of education courses in the hosting university as to students, pedagogical requirements, and structuring of the course, it was not selected randomly, and cannot purport to be statistically representative. The software platform used for the asynchronous

discussions is one that has been available for many years and is designed to be used for private forums as it was in this course, so it could presumably be used by other on-line universities.

#### F. Definition of Terms

Although the discussion in the literature review should further elucidate the more technical terms, here are definitions of some of the most important ones in the present study:

**Computer-mediated communication:** "human communication between two or more individuals through the use of central computers that store and process message content, and [which] are connected to users in a communication network" (Sudweeks, 1996 p.4).

**Message:** For the purpose of this study it includes everything one participant writes in a single installment and sends to the discussion group. Each message written with HyperNews includes an optional title, the name of the sender, his/her e-mail address, and the date and time. Therefore, a message could be composed of as little information as a word to as much as several pages of writing.

**Episodes:** Based on a definition by Per Linnel, episodes are formed by sequences of utterances, of natural speech interactions, that are united by some focus. If they refer to the same topic, they would be considered *topical episodes*, but this must be established by at least two interlocutors (1998, p.186). In the case of the academic forums in this study, episodes will be considered those interrelated messages that are united by a common topic and engage at least two students in discourse. Those episodes within the forums which are directly related to the discussion of the topics designated in the instructor's assignment will be designated **content episodes**.

**Social construction of knowledge** is the collaborative process individuals use to try to understand each other, and in order to take place, it requires a "shared space" (Sudweeks, 1996 p.4). For this study, the *social* element of **social construction of knowledge** can be observed by dialogical orientation of the content of messages, students demonstrating awareness of each other rather than monologizing as in an essay. The **construction of knowledge** itself will be observed by "dialogic articulation and inter-relation of different points of view" in the process of arriving at acceptance, refutation or new synthesis of information (Barnes & Todd, 1995, p.156). **Constructed knowledge** is never objectified or static, but always dependent upon each participant's interpretation at a given stage in dialogue.

**Communicative strategies** in the discussion are those **moves** in the written dialogue that are perceived to have an effect (positive or negative) on the interlocutor. According to Barnes and Todd, there are four essential moves in collaborative dialogue--initiating, eliciting, qualifying and extending (p. 156). These moves show dynamic element, the process of knowledge construction.

**Turns:** borrowed from Conversation Analysis and applied to the CMC forum, these are the individual **messages** that take place in a dialogic episode. A turn begins with one participant's first written word and ends with the last written word of the same participant. In this analysis, only messages that have a response are counted as a **turn**. Individual messages that receive no response are duly noted as **unresponded content messages**, but not counted as turns.

**Discussion forum/seminar/group:** the computer-mediated communication that takes place in a designated page on the Web, within an academic course program. The ones analyzed in this study, referred to as academic forums, are asynchronous, "spread out over time" (Moore, M. G. & Kearsley, G, 1996, p. 93), with students and the instructor also writing from different places.

#### REVIEW OF RELATED LITERATURE

This Chapter is divided into two main parts: A) Constructivism, Discussion and Distance Education B) Discourse Analysis, and C) Description of the Research Project. In the first part the value of discussion within the epistemological stance of Constructivism is viewed, including its current use in distance education courses, and computer-mediated communication (CMC), the type of language used in these discussion forums is analyzed with respect to the characteristics it shares with both oral and written language. Then, the opportunities for research on the effect of computer-mediated communication on education are discussed. The second part of the literature review explains the methodological basis for this research, the theoretical background of discourse analysis. Finally the present research project is described.

#### A. Constructivism, Discussion and Distance Education

Since Constructivism has many different varieties, it will be necessary to clarify the differences between the two most predominant kinds, which are based on Piaget and Vygotsky,

and the stance influencing this research. Accordingly, discussion itself will be analyzed because much of the literature review on discussion groups in distance education has neglected the purpose of discussion *per se*, obviously relevant whether the courses using it will be traditional or virtual. Then it is necessary to examine how distance education has developed, its challenges and objectives, and how the medium of CMC often used for discussion in this modality of education is a little understood phenomenon.

### 1. Constructivism

Piaget, considered by some as the father of constructivism, described the cognitive processes of assimilation and accommodation as they occurred in individuals. When confronted by a new stimulus, children (or adults) can incorporate the new into their existing schema (assimilation) or adjust their schema to incorporate the new information (accommodation). Social Constructivism, on the other hand, is an epistemological stance, which conceives of learning as a social phenomenon that takes place by interacting with others in reality. Vygotsky (1999) is considered the key figure in social constructivism because he emphasized the importance of learning through interaction and co-operation with one's peers. Although some theorists have felt the beliefs of these two giants to be incompatible, in reality, Piaget never negated the influence of society; he simply concentrated on individual cognitive development, while Vygotsky stressed cognitive growth within the social milieu. It has been suggested, that research based on Piaget's theories must eventually recognize the influence of language in society on personal growth (Barnes & Todd, 1995, p. 137).

This study will use the more generic term "constructivism," while insisting that the individual learns, by adjusting mental schema to fit new realities which come through interaction with others. While development may be personal, learning is considered a social phenomenon.

For constructivists, then, learning is viewed as "a constructive process in which the learner is building an internal representation of knowledge, a personal interpretation of experience" (Bednar, Cunningham, Duffy, & Perry in Duffy, 1992, p. 21). For constructivists, every mind grasps a different view of reality, and in order to communicate with others, the knower must share his or her subjective perspectives of reality. According to Hills, "learning is an essentially social process that requires interaction for the purpose of expression, validation, and the development of the self as a knowledgeable learner" (1997, p. 1). Through sharing and negotiating meaning, learners gain greater comprehension of their own experiences. Bednar elaborates, "Conceptual growth comes from the sharing of multiple perspectives and the simultaneous changing of our internal representations in response to those perspectives as well as through cumulative experience" (p.21).

Thus constructivists value language and communication within the educational context and can embrace a modality which shifts the responsibility of transmission of knowledge by the teacher to knowledge actively acquired by the learner. To Barnes (1992) the difference between transmission and interpretation, which implies action, is significant:

In so far as we use knowledge for our own purposes . . . we begin to incorporate it into our view of the world, and to use parts of it to cope with the exigencies of living. Once the knowledge becomes incorporated into that view of the world on which our actions are based I would say that it has become "action knowledge" (Barnes, p. 82).

In a similar vein, Wagner believes that knowledge learned through interaction with others is particularly motivating: "Interactions promote intrinsic motivation on the part of a learner by highlighting the relevancy that new information may have under specific circumstances" (Wagner, 1997, p. 22).

Constructivism embraces the idiosyncrasies in each individual's background, and his or her interpretation of the world. These subjective differences are what enrich the learning process, since the emphasis is not on a set box of symbols to be acquired, but on a whole sensitizing process to allow one to glimpse--perhaps dimly--another's box. "Social construction of meaning" can be defined as the process by which two speakers interactively share their worldviews and attempt to understand each other. Therefore, the acts of reading, writing, and speaking all are constructive processes, according to Spivey: "A constructivist conception highlights parallels and relations between composing and comprehending when both are seen as processes of building" (1997, p.2).

## 2. Discussion as an Educational Strategy

For educators who conceive education within the constructivist paradigm, discussion is an essential approach to ensure that learners take responsibility for their own learning. This is not to imply that discussion is not valued by other educators who do not explicitly promote constructionism. For instance, Rabow et al (1994) emphasize the active role university students must take as "the discussion process moves away from the realm of lecturing--a realm in which students too often merely memorize and regurgitate ready-made facts" (p.1). Brookfield and Preskill, who do not call themselves constructivists, still describe aspects of discussion which would be valuable to this epistemological stance. They enumerate "fifteen benefits of discussion, including "co-creation of knowledge:"

- 1) It helps students explore a diversity of perspectives.
- 2) It increases students' awareness of and tolerance for ambiguity or complexity.
- 3) It helps students recognize and investigate their assumptions.
- 4) It encourages attentive, respectful listening.
- 5) It develops new appreciation for continuing differences.
- 6) It increases intellectual agility.
- 7) It helps students become connected to a topic.
- 8) It shows respect for students' voices and experiences.
- 9) It helps students learn the processes and habits of democratic discourse.
- 10) It affirms students as cocreators of knowledge.
- 11) It develops the capacity for the clear communication of ideas and meaning.
- 12) It develops habits of collaborative learning.
- 13) It increases breath and makes students more empathic.
- 14) It helps students develop skills of synthesis and integration.
- 15) It leads to transformation (1999, pp.22-23).

Certainly, these benefits are completely harmonious with constructivism and would support the type of educational model that is centered in the student, encourages teamwork, critical thinking, problem-solving, and communication skills. It should be noted that number four alone would be exclusive to face-to-face discussions, but only if "listening" is thought of in the limited auditory sense. If one conceives of "listening" as being attentive, open-minded and receptive, then these benefits of discussion could extend to text-based discussions as well. In fact, later in their text, these authors do mention the value of discussion in cyberspace (pp.124-5).

## 3. Use of Discussion Forums in Distance Education

Today, computers and the Internet through modern versions of distance education may provide opportunities for interactive learning based upon the constructivist epistemology: "That learners can construct their own knowledge, then formulate and manipulate this knowledge into words many can share, is one of the most powerful capabilities of computer conferencing" (Berge, 1993, online). Students who may never have met can share perceptions and opinions, argue, debate and discuss course-related topics, collectively constructing their own knowledge rather than receiving it passively from the instructor. Wagner describes the type of interaction in discussion groups "for negotiation of understanding," which she explains as:

Determining the willingness of another individual to engage in a dialogue, to come to consensus, or to agree to conform to terms of an agreement are all examples of interactions for negotiation (1997, p. 24).

Besides discussion for discussion's sake, students can also work collaboratively on projects or papers, planning, organizing and elaborating their work through the discussion forums.

Asynchronous computer forums are discussion "spaces" within the software program supporting a computerized distance education course which allow students to enter a page, type a text message and send or "post" or send that message when they are finished. The learners in these forums do so at different places and different times and access the discussion forum to read and answer at their own convenience. Many types of conferencing software (HyperNews, Lotus Notes Learning Space, WebCT, VAX-notes) automatically indicate the name of the contributor and often provide a space for titling the message. These software programs can also show threads or branching of the messages to permit their hierarchical leveling. Thus, a reply to message X will be found under the message it corresponds to, at a different hierarchical level than a new message Y.

As participants reply to the original messages or respond to the replies, the visual hierarchy in the conference will indicate this, like an outline. Furthermore, the communication process in these forums is non-linear. Students can read what was said at earlier dates, reflect, and write and rewrite their own response until they eventually post it, or can choose to respond immediately. The constraints are personal ones of time and competing obligations, but the medium itself allows flexibility of time and space. There may or may not be the moderation and/or participation of an instructor or facilitator in these forums, but this is determined by the instructor's preference, not by the medium. The discussions can also be formally structured as to objectives and procedure by the instructor, who may assign a topic or a project to be worked on, or they may be totally unstructured to be used however the participants wish.

#### 4. Computer-mediated Communication in Discussion Forums

The communication used in these discussion forums is one form of computer-mediated communication (CMC). Without espousing McLuhan's posture that "the medium is the message," researchers have found CMC to be a medium with significant differences from speech and printed text. As early as 1978, Kochen called CMC a "new linguistic entity with its own vocabulary, syntax, and pragmatics" (p.22, as cited in Rice, p. 86).

In an oral conversation (now computers exemplify "written" conversations) of several persons, one person speaks; others listen and take turns responding. There can be some interruptions and overlap, but customarily speakers take turns participating with each other. In an asynchronous discussion via computer, multiple participants can post messages from a different place, all of which would appear on the computer screen at the same time. This means that participants can add their own messages without reference to what was already posted. Thus, turn-taking as known in oral speech does not necessarily occur in computer forums (Davis & Brewer, 1997, p.2). Both the simultaneous posting of different participants or lack of connecting to previous messages can lead to a lack of topical coherence (Herring, 1996).

In a typical speech situation, where the participants can observe their interlocutor, they have some indication as to the meaning of a pause in a conversation. However, in asynchronous CMC, a long pause after a message can be interpreted as disinterest, offense, or other negative intentions, even when the silence may be simply faulty transmission, lack of access to the computer or conflicting responsibilities of the person who does not promptly reply. The potential problem is that even slight delays in response can be considered "a sign of rejection or indifference since there is no mechanical use for silence...[and lead to] unexpected distress" (Feenberg, on-line). If no one responds to a forum message, the silence may be interpreted as "no one judges the post interesting or important enough to respond, or, in the case of a request for information, no one has an answer (Herring, as cited in McElhearn, 1996, on-line). Whereas in oral conversation, one has the floor when one speaks, in a computer conference, pressing or clicking on "send" does not necessarily give one the floor. Gaining the floor implies "gaining the focus of the group's attention ...[and ] depends entirely on the extent to which other participants acknowledge and respond to one's postings" (Herring, as cited in McElhearn, 1996, on-line).

Although Feenberg considers CMC silence as "both brutal and ambiguous" (Feenberg, on-line), others consider the lapse between responses a positive attribute of this medium allowing participants to take the time for reflection to carefully structure and polish their messages, making the text posted in the conferences similar in quality to academic essays (Altheus, 1997, p.13).

To compensate for the lack of social context cues normally present in face-to-face communication, such as body language, gestures, and facial expressions, which provide valuable clues to participants' feelings and intentions, different conventions are arising in computer-mediated communication. The use of "emoticons" or textual indicators of emotions such as smileys, frowns, and other keyboard "art" are common. Static context cues present in face-to-face communication include such elements as "location and furniture," while dynamic cues would be "people's non-verbal behavior in the communication situation" (Collins, 1992, on-line). All of these elements are obviously lacking in the text-based electronic environment, and Sproull and Kiesler (1986) have determined that "perception, cognitive interpretation and communication behavior" can be affected by the presence or absence of such social cues.



Another missing element in the electronic communication situation, normally present in face-to-face communication is what semiologists call "phatic functions."

Conversational rituals commonly signal the participants' willingness to begin conversation, keep the channel open, and assure understanding of messages. Facial gestures and certain phrases convey these functions, but "all such phatic signs are bypassed in computer conferencing. Even standard codes for opening and closing conversations are discarded" (Feenberg, on-line).

These missing rituals, according to the same author, can "amplif[y] certain social insecurities that no doubt were always there, but which now come to the fore" (on-line). More research is needed to corroborate Feenberg's findings or show if these rituals and functions are, in fact, being achieved in CMC, but in different ways.

Researchers, furthermore, have signaled a need in the electronic context for more of what has been called "meta-communication." Although meta-communication can be conveyed explicitly in face-to-face communication when the listeners ask the speaker to speak louder or come to the point, it is usually indicated by body language. Feenberg has coined the term *weaving* for such meta-comments as summarizing the discussion, and "identifying the unifying themes and points of disagreement" (on-line). Weaving in discussion groups would seem to substitute for some of the missing meta-elements, linking old and new information.

This range of missing contextual and social cues can also promote impolite behavior. In discussions via the Internet, although not typically in academic settings, participants can assume identities, change genders and remain anonymous. Some psychologists attribute the phenomenon known as "flaming," dramatic ploys for attention through aggressive or offensive language, to this apparent anonymity (Lee and Spears 1991 as cited in Computer-mediated). In academic forums in distance education, the students would not normally use pseudonyms, but they probably have never seen each other in person. In this case the anonymity could have positive benefits, as a way of promoting more democratic participation (Ruberg, 1995): all can participate in an electronic discussion without the threat of public speaking or "evaluation apprehension" common in face-to-face discussions (Olaniran, 1996, p.3). Althaus (1997) has pointed out that while oral discussions favor those who are fast speakers, written discussions allow even the shy to participate and make contributions that require reflection: "Classroom discussions also tend to reward students who are good at devising quick responses and raising questions rather than those who try to explore their own nascent ideas and work towards thoughtful answers" (p.2). Therefore, anonymity or not being visible has a "face-saving content" (Rice, 1987, p.88), which can encourage reticent participants to "speak up" as well as the uninhibited to take liberties.

It is precisely the anonymity that has led some to believe that computer-mediated communication is a more democratic format, in that "status inequalities are attenuated" (Bordia, 1997, p. 103) and that this diminishes gender differences, which in turn encourages participation of all. Herring found that CMC does not do so. On the contrary, she found that "women and men have recognizably different styles in posting to the Internet" (1994, p. 1). She found different tendencies in discussion lists such as LINGUIST-L (predominantly male) and TESL-L (predominantly female). Women showed

attenuation--hedging, apologizing, asking questions rather than making assertions--and a personal orientation, revealing thoughts and feelings and interacting with and supporting others...[In lists where they did participate, they revealed] little or no flaming, and cooperate, polite exchanges (p.2).

This is distinctively opposite to the "authoritative, self-confident stance" of the men, whose

style is characterized by adversiality: put-downs, strong, often contentions [sic] assertions, lengthy and/or frequent postings, self-promotion, and sarcasm (p.2).

A study by Smith et al confirms these findings of gender styles (1998, p. 108). The same study also supported the findings of Internet participation as dominated by males. Definitely there can be differences which need to be researched more thoroughly.

While some extol the virtues of face-to-face communication over its technological counterpart, there are numerous supporters of the text-based computer seminar. Grueller (1993) points out the disadvantages of face-to-face communication because of "the inability to logically and sequentially repeat the argument after communicating it to one's colleague" (on-line). Contrasting the electronic medium, she concludes that "No other medium of communication can collapse both space and time and store and retrieve the information exchanged during the process" (on-line). Lawley mentions similar advantages: oral messages normally disappear, but electronic text "can be printed, forwarded, and otherwise manipulated--is by its very nature always on the record (1992, on-line). In the experience of some professors (Owston and Owen, 1996; Hettinger, 1995), the depth of thinking in on-line discussion, attributed to its written nature and the time for reflection, can be superior to that of face-to-face discussions. Harasim further supports these viewpoints, arguing that the text-based environment helps augment our interaction with ideas generated through the discussions: "Not only do we focus on the message, more than the messenger, but the availability of an archived transcript of the proceedings facilitates review of previous comments and discussion, for focussing on important ideas and concepts" (1989a, on-line). Hettinger (1995) also found the physical absence of the speaker an encouragement to concentrate instead on the message: "The use of CMC in a course provides for discursive feedback stripped of all the roles, gestures, body language, and other nonverbal forms of interaction that color meaning" (p. 187). However, the archival properties of CMC in discussion groups, which permits students to track the chronological development of an argument, can also lead to lexical density or "information overload," especially if the software does not permit sorting or categorizing (Collins, 1993, p. 14, Romiszowski & Mason, 1996). Students definitely need to be "engaged" (Scardinalia, & Bereiter, 1989 as cited in Hettinger, 1995) in order to keep up with the demands of the discussion.

Besides the linguistic differences of turn taking, topical coherence, pauses, and gaining the floor in computer-mediated forums, there are technical considerations that can influence who participates and how much. As mentioned, one of the frequent goals in academic discussion groups, face-to-face or computer-mediated forums, is to permit all students to participate (Brilhart & Galanes, 1998; Brookfield & Preskill, 1999; Harasim, 1989a). In order to achieve this in distance education, how the software interface is designed is of utmost importance. According to Lawley:

If the design of the CMC systems leaves potential users feeling intimidated, they are unlikely to participate in a free-flowing discourse through that medium. The ideal speech situation cannot be achieved, because users are unable to freely participate in the discussion and express their ideas. That the compulsion results from poor design rather than a desire to suppress or shape discourse is irrelevant; in either case, discourse becomes distorted (1992, on-line).

Herring also attributes the incoherence of computer-mediated communication--its being "fragmented, agrammatical, and interactionally disjointed..to limitations imposed by computer messaging systems" (p. 2). This presumably would not be less of a problem, however, with software which allows for threaded discussions.

The abundance of problems apparently inherent to CMC led Kiesler et al. (1984) to take an extreme position against online forums, proposing

a theoretical model showing CMC as a deficient form of discourse based on the absence of regulating feedback, dramaturgical weakness, few status and position cues, social anonymity, time pressures, and 'immature' etiquette and computing norms" (Computer-mediated, 1994).

Whether one accepts Kiesler's position or not, the difficulties involved in the text-based seminar certainly attest to the challenge of establishing and maintaining a successful communicative situation on-line. Herring, while admitting various difficulties, claims that CMC is nevertheless "cognitively manageable" because of its textual record (p.2). She has hypothesized that although the medium promotes loose coherence, users adapt and become more playful (p.3). The popularity of CMC users on the Internet in discussion lists would give credence to her statement.

In addition to the influence of the software program's design on participation, another variable to study is access to the networked computer. Bates cautions that would-be administrators consider access before selection of any system:

Access to and availability of equipment is likely to be the most powerful discriminator for assessing the appropriateness of a particular technology for distance learners; if learners cannot get the teaching, then other factors, such as design and interactivity, become irrelevant" (1995, p. 37).

However, reliable access is only the first requirement. Students also need to be familiar with the computerized environment and the conferencing software, and able to obtain support for technical difficulties when needed (Cifuentes et al (1997). Collins describes these problems:

Learning curves and time investments can be very steep and students may not experience a good return on their investment. Access to technical support is crucial as there is a multiplicity of computer and software configurations that may not necessarily communicate with each other (on-line).

In a 1992 case study of on-line discussion groups in a private, Midwestern university, the comments from the students likewise confirmed the necessity of easy access:

..more than typing skills, reading comprehension or computer experience is the problem of system access...If all students are required to use on-line systems, then those who can link remotely to a discussion's host machine through their home computers will have a much easier time participating than those who must make special trips to computer labs and vie with other students for access to networked equipment. This problem ensures that students lacking the necessary hardware will be forced to expend much more time and energy than other participants in computer-mediated discussions (Althaus, p. 11).

The significance of technical barriers such as access and program design and their affect on lack of participation in seminars cannot be underestimated (Gallant, 1998; Hettinger, 1995). In contrast, in a simultaneous face-to-face discussion, a discussion by definition can only take place when the participants are present, and there are numerous non-verbal signals as to the meaning of a participant's silence (lack of posting).

All of these differences in communication using the medium of traditional discussions or distance education forums, whether because of the technical aspect of system access, the use of language itself, or the meta-communicative strategies--all signal the need for research in computer-mediated communication in whatever form it may take.

##### 5. Opportunities for Research in Computer-mediated Communication

A consideration of apparent significance for experimental research of computer-mediated group communication is that the studies be conducted over a period of time to allow social adjustments typical in group situations. When experimental studies have been made of groups communicating electronically, the duration has often been too short to give an accurate picture, and the results have been conflicting, as shown in the following conclusions:

..compared with face-to-face groups, computer-mediated groups are more likely to (i) make higher quality decisions (Easton, George, Nunamaker and Pendergast 1990; Gallupe,

Bastianutti and Cooper 1991, Steeb and Johnston 1981), make about the same quality decisions (Hollingshead), or make lower quality decisions (McLeod); (ii) generate more ideas (Valacich, Paranka, George and Nunamaker, 1996), or generate less [sic] ideas (Easton et al.1990)..(as cited in Rafaeli, Sudweeks, Konstan & Mabry, 1998).

Sudweeks explains that this could be caused by "an interaction effect of task orientation and social behaviours observed by Walther and Burgoon (1992)" (Rafaeli, Sudweeks, Konstan & Mabry, 1998). It has been observed that when participants expect to be required to interact over a period of time, they make an effort to form relationships (Walther, 1997; Green, 1998; Williams & Merideth, 1995). Just how much time is needed for the studies is a question yet to be determined.

Often, research on collaborative computer-mediated groups is more likely to focus on technology development than on communication processes. Precedence is given to the technologies linking communicating humans, rather than to how humans communicate using the technologies. Current research on computer-mediated groups relies heavily on laboratory and experimental studies; little is known about communication and development within "natural" electronic groups (on-line). A marked tendency in much of the research is to attribute characteristics to the medium itself rather than the way it is being used and the users. Did the use of chalk and the blackboard in schoolrooms promote better thinking, collaboration, active learning, motivation, etc? Most educators would respond negatively, yet the same questions are being asked about computer-mediated communication. Not surprisingly, the results of such studies have been contradictory.

Moreover, according to Sudweeks, experimental studies are not what is needed to provide a clearer picture of the electronic discussion groups, when the participants are conceivably viewed as objects of study rather than complex subjects with a wide repertoire of behavior, who can behave differently under different circumstances. Instead there is a need for more research on how communication is conducted in computer-mediated groups in a "natural" rather than laboratory setting, with the emphasis on the communication, not on the technology:

This discussion should have alerted the reader that the majority of these descriptions of CMC tell of what may be done in computer-mediated forums, providing scarce empirical evidence of findings that have, in fact, been corroborated. Herring introduces her 1996 volume of research with these statements: " While some empirical studies of CMC have been carried out, futuristic speculation and popular stereotyping still far outstrip the availability of factual information. There is thus a pressing need for descriptive and empirical research on computer-mediated interaction" (p.1). Evidently research is imperative in both the technological and the communicative areas in order to learn how individuals in an academic setting discuss within an electronic context (Romiszowski & Mason, 1996). Herring considers a "fundamental question: to what extent does the computer medium alter human interaction, and to what extent do people simply map their existing patterns of behavior onto communication in the new medium?" (p.4). Specifically, though, for educators, there is the need to establish the instructional value of CMC. To summarize, Hawisher emphasizes the pedagogical need to expand the knowledge base:

Only recently..has research begun to examine systematically the kinds of discourse that characterize these electronic spaces and to explore ways in which CmC [sic] might be used to enhance student learning. Until a substantial body of research is brought together to inform instructors of what they can and cannot expect when they introduce CmC [sic] into their writing classes, the knowledge base remains incomplete and offers instructors little help in using CmC [sic] profitably (Hawisher G. E., online).

Although she refers to the use of CMC for writing classes in particular, there is the same lack of research for education in general. As late as 1997, Althaus notes this: "there has been almost no systematic effort to gather data on student performance that could be used to test hypotheses about the effectiveness of CMC technology in the classroom" (p.1).

Since the new medium seems to suggest that communicative strategies are being used differently than in speech or writing, it is by an analysis of these strategies that educational research

could benefit. It will be possible to study how construction of meaning transpires in asynchronous discussion groups through discourse analysis of the computer-mediated texts obtained from the recorded interactions. In 1992, Mason made a plea "for evaluators to focus on content analysis of conference messages as the key methodology for establishing the educational value" of computer conferencing, viewing the risk of "subjectivity" preferable to claiming its "revolutionary potential" without such empirical analysis. It should be pointed out that Mason uses "content analysis" in her studies in the broadest sense, as an analysis of discourse, focusing "on who performs what behavioral functions and how often," not just as a semantic tabulation of word occurrence (Brilhart & Galanes, 1998, p.327). In 1996, Romiszowski and Mason reiterated the need for content analysis, stating, "the most glaring omission in CMC research continues to be the lack of analytical techniques applied to the content of the conference transcript." To date there are still few content or discourse analyses, especially to observe construction of meaning in CMC discussion transcripts; most studies have been focused on more quantitative aspects of computer conferencing, such as frequency and length of contributions. Henri signaled the pedagogical value of an "in-depth study of the meaning of messages" for educators to obtain

..information on the participants as learners, and on their ways of dealing with a given topic. Thus informed, the educator is in a position to fulfil his main role, which is to offer immediate support to the individual and the collective learning process (p. 118).

In order to gain insight into the "individual and collective learning process" as Mason suggests, a holistic view of the conference itself is needed. Henri further cautions, "We cannot analyse a CMC text as we might a 'constructed' text, one featuring a structure and a content on which its authors had agreed beforehand: a participant's contributions must be considered both singly and in relation to those of the others if the processes and strategies used by each of the learners are to be identified" (p. 119). Thus, the "subjective" nature of discourse analysis of computer forum transcripts poses many challenges to interpretation. Jaworski & Couplan (1999) believe that although discourse analysis is admittedly a "*qualitative* orientation to linguistic and social understanding[,...]it inherits both the strengths and weaknesses associated with qualitative research (p. 36).

As previously mentioned, earlier analyses frequently compared the, at that time, novel medium with face-to-face communication. Others dealt quantitatively with the number of participants, volume of messages and/or interactive messages, length of conferences (Henri p.120). Still others dealt with indirect indicators such as participant satisfaction, attitudes, and perception of learning, gleaned from surveys and questionnaires. Mason (1991) provided recommendations as to how to moderate conferences, determining various roles that could be assumed. Then came Henri's seminal study which measured five dimensions of the learning process: participative, social, interactive, cognitive, and metacognitive (1992 p. 124). This provided a basis for Newman et al's (1995) comparative study based on content analysis of a face-to-face and a computer seminar, finding "a significantly deeper overall critical thinking ratio" in the latter (p.11). Gunawardena (1995) also used a variation of Henri's methodology, emphasizing the various phases of "social construction of knowledge," again to determine evidence of critical thinking. In a case study of undergraduate seminars, Bullen (1997) continued research on the amount of participation and evidence of critical thinking. In even more recent research, Pena-Pérez's (2000) case study of undergraduate students revealed that bulletin board discussions were a "rich environment" "in those cases when students engaged in debate, assertion and negotiation of meaning and tried to reach a common understanding" (p.240). Dodson also found "meaningful discussion" to occur with undergraduates using CMC "when students took a dialogical stance to the topics they introduced and maintained" (2000, p.12).

Although an instructor would presumably desire critical thinking within a seminar, its analysis is quite painstaking, and there is always the question of whether analysis of a seminar transcript provides evidence of the amount of critical thinking *per se*, because critical thinking, although stimulated socially, may take place independently, and not become evident until demonstrated in finished student products such as papers or exams. Social construction of meaning, however, is a social phenomenon by definition. Its process cannot take place individually and is one of the *raison d'être* for course discussions. Although it is assumed to exist, there is little

empirical analysis of the process and the construct has been subsumed within analyses of participation and critical thinking (Henri, 1995; Gunawardena, 1995; Bullen, 1997). Kanuka and Anderson (1998), however, did concentrate on how social discord could encourage knowledge construction throughout five phases of interaction in an on-line seminar, and similarly, Colomb and Simutis identified controversial or surprising messages as types that were likely to obtain responses (Herring, p. 208). Project H mapped five stages of collaborative Internet communication, the first two of which (forming and storming) relate to "conceptual communication" which pertains to knowledge construction (Sudweeks, 1996). Then, in 1997, a longitudinal study of linguistic students' conversational strategies applied in electronic conferences was published by Davis and Brewer, who describe their focus on the "general principles in the language of a particular group."

All of these pioneering efforts can provide direction into the territory of the communicative strategies employed in asynchronous computer forums, and many have provided guidelines helpful for the present research. Still, the terrain is basically uncharted.

Those studies which performed content analysis used long lists of attributes for critical thinking or cognitive depth, or presumed five stages to become manifest in the discussions. Such criteria, though interesting from the perspective of discourse *per se*, seem rather prescriptive and beyond the reasonable expectations for an educator. Is it of primary importance to know if students are using comparison or contrast or cause and effect for their discussions? Is "imagining" at a lower cognitive level than "formulating a goal" (Jonassen, 1994, as cited in Hettinger, p. 191)? Is a discussion lacking in value if the students don't progress linearly through a predetermined number of stages? Newman et al found, in fact, that students in a group cannot be expected to progress through the same stage at any one time (1996, p.8). It would seem that such rubrics are really more appropriate for the analysis of finished product, a final draft, rather than assessing the exploratory process of dialogue, which can later culminate into a tangible product to be evaluated.

Only one of the studies (Dodson, 2000) considered the importance of dialogical stance which, for others, was subsumed within contextual references to linking of messages or interactivity, but given no independent consideration. Yet a dialogical stance is precisely what may encourage a quantitatively and qualitatively rich interchange, as her study and other proponents of dialogue would contend (Linnell, 1998; Barnes, 1995; Vygotsky, 1999).

Then in most of the studies, the units of analysis were decontextualized and no mention was made of any divisions within the seminars that could predispose only a certain type of utterance. For instance in episodes of socialization, the analyst could not reasonably expect to find utterances of cognitive depth. It would seem that without first obtaining a qualitative perspective, many of the idiosyncrasies of the discussion could have become lost in an amorphous whole.

When a phenomenon is relatively unknown, as is the case of educational on-line discussions, there is much to be gained by an in depth study in a natural setting. Instead of research aimed at testing hypotheses, there is a need to discover what happens, to observe the overall context and hopefully gain understanding to increase the knowledge base. Later, when more is known about CMC educational forums, more quantitative research may be appropriate. At the stage now, the researcher is venturing into largely uncharted territory, with only a little background of what "may" happen.

### C. Description of the Research Project

As the reviewed literature confirms, more studies are needed on computer-mediated communication in natural, academic settings. Studies of the content of seminars could describe whether or not there are academic benefits and what factors seem to affect learning. In view of this, the present study highlights the construct of social construction of knowledge through an analysis of content and interaction within an asynchronous computer-mediated academic forum in a distance education course. For this study, construction of knowledge can be observed by student interaction within the content of messages in a discussion group by dialogical communicative strategies of initiating, eliciting, extending, and qualifying. If a message is posted and obtains no reply, then technically no construction of knowledge has transpired. Since construction of knowledge is an interactive process, its measurement must be limited to the visible cognitive manifestation in the discussion group. It is not denied that internal constructive reflection may be taking place in students who do not post their thoughts to the group; however, such reflection would not classify as

social construction of knowledge. For the purpose of this project the definition will be one step less demanding than Bretz, who insists on three steps: B's answer to A's initial communication, as well as A's response to B (as cited in Henri, p. 128). By considering a message and its response, it will still ensure that an abundance of monologues without replies within a conference would not be considered participating in the process of social construction of meaning. Otherwise, as Mason has cautioned, "group *interaction* could be mistaken for group *collaboration*" (p. 112). An analysis of construction of meaning differs from one of mere interaction in that it also takes content and cognitive depth into consideration (Jonassen, 1992, p. 140).

This analysis differs from some analyses of critical thinking in that it does not attempt to distinguish between various problem-solving stages in the message, only the highest level of cognitive depth. Thus the present analysis of social construction of knowledge requires social interaction and cognition, but is broader and less prescriptive than critical thinking. It also meets Henri's criteria of analyzing each message independently and within the interactive context. While it does not attempt to analyze the collective content of the seminar as a whole, it does pretend to describe the overall context for each team discussion, since social construction of knowledge does not take place in isolation, and discourse analysis recognizes the influence of context on meaning. It is hoped that this analysis will show whether or not the students are not only participating actively, but also participating in a cooperative fashion that produces shared meanings and understanding.

## CHAPTER 3 METHODS

Research projects often explain a methodology in such a way that the reader imagines that it was a simple choice and a straightforward process. This was not the case for this dissertation. The final methods came as the result of several unfruitful attempts to apply a methodology that was inappropriate. Briefly, a quantitative approach was attempted: messages were categorized into social, content, task, essay, and facilitator contributions. Then the content messages were broken up into utterances based on independent clauses. Then each utterance within the content messages was analyzed for its socio-cognitive level and dialogic stance, which ranged from one to three. It was hoped that the higher the number of each category, the greater the social construction of knowledge. However, preliminary analysis revealed that the numbers threw little light upon the whole dialogic process and practically ignored the context that gave added meaning to every utterance. What could be of most significance to educational research—how students were discussing on line and the factors influencing that--was somehow getting lost.

The final method of qualitative research was chosen as the most appropriate to explore the phenomenon of social construction of knowledge. Fortunately, the new methodology could still build on the groundwork of the preliminary attempts at analysis and the background knowledge from the literature review. One of the greatest challenges was to decide how broad and how deep the study should probe. Both breadth and depth were needed in order to show the phenomenon in as much context as on-line discussion can give, and to show the implications of the individual messages. As Gay explains, the significance of the environment is the assumption that it does influence behavior:

The rationale behind the use of qualitative inquiry is the research-based belief that behavior is significantly influenced by the environment in which it occurs. (1996, p. 209)

The discarded quantitative approach would have seemed to go deeper into the level of utterances within messages, but was ignoring the dynamic nature of the process and was ignoring context. Qualitative research, on the other hand, stresses the need for context analysis:

a more complete understanding of ..behavior requires understanding of the context in which it occurs (Gay, 1996, p.209)

At the same time, the objective of this project is fundamentally educational, to reveal enough about the phenomenon in order to help structure better on-line discussions in the future. Because of this, it avoids quantifying the types of strategies, for instance, as if to imply that a certain amount of extending or qualifying would make a “better” discussion. While perhaps interesting from a linguistic point of view, that is not considered relevant to this project, and therefore, this study does not quantify them. At the same time, the context of what is happening in the entire forum while knowledge is presumably being constructed is relevant. Hence the study had to broaden to include more context of the whole forum, such as the influence of the facilitators, who initially were not going to be considered, the technical barriers, and whatever factors appeared germane. Again, Gay elucidates on the inductive nature of qualitative research and its objectives:

Qualitative research is clearly inductive. Through intensive and extensive observation, the qualitative researcher seeks to derive and describe finding that promote greater understanding of how and why people behave the way they do (1996, p. 211).

Thus to explain what was happening in the forums and contribute to educational research, this was the method needed. The following section will explain in detail how the corpus was chosen, how the data was collected, the analysis framework, and the research questions.

### A. Corpus

In order to find the discussions that would become the object of study, several factors had to be carefully chosen: the setting and the course, the participants, the particular forum for discussion, and finally what text, within the discussion would become the delimited universe of study. The criteria guiding the choice of each of these elements will be explained.

#### 1. Setting and Course



In order to analyze an on-line discussion forum in an academic setting, it was necessary to find a university with experience using asynchronous discussion, rather than an experimental project that could be subject to all the problems that new modalities in teaching may bring. An inexperienced university might not have a support system for the pedagogical problems of instructors and students coping with new challenges. Furthermore, technical problems with servers and software would presumably be more frequent and result in access difficulties. Finally, if the course were experimental, the students might have enrolled unaware that they would be expected to participate in on-line discussion forums, besides their normal class work. All of these factors were mentioned in the literature as potential deterrents to on-line communication.

On the other hand, the Virtual University at Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey is experienced in on-line education and depends on asynchronous discussion forums as the primary means to provide student-to-student and instructor-to-student interaction. Consequently, students should decide to enroll after obtaining information about the on-line learning modality, the student-centered pedagogical strategies, and interaction through discussion forums. All such information is quite apparent on the university web pages. Furthermore, this university provides both technical and pedagogical support for their teachers and students. All these factors led to the selection of one of its typical courses educational courses.

After the university was chosen, three basic criteria guided the selection of the type of course: that it be entirely online, graduate level, and of humanistic orientation rather than scientific or technical. A fully on-line course was sought because discussions are practically the only interaction possible among students. A graduate course was favored because students would presumably have had experience in traditional face-to-face academic discussions from their undergraduate days, so certain aspects of their experience could transfer into their participation in asynchronous discussion. In other words, any problems discussing should reasonably not come from a lack of experience, but from aspects related to this new format for discussion. A humanistically oriented course was required so the content would not pose analytical problems to the researcher due to a lack of scientific or technical knowledge.

An on-line search into the publically accessible database of the aforementioned virtual university displayed several humanistically oriented graduate courses and permitted access into the discussion forums of a past semester. The elected course also structured the forums in a way typical to others at this university, thus meeting the following criteria for the discussions:

1. These formed an integral part of the course, rather than supplementary or optional.
2. Participation was graded (worth 39% of the course grade).
3. Deadlines for the forums and forum-created assignments were established.
4. The participants were native speakers of Spanish, not Spanish speakers obliged to discuss in English as in some of the other education courses at this same university. (However, one native English speaker did appear on one of the teams.)

The preceding three criteria had been established by Bullen (1997) as pre-requisites for successful online discussions. The fourth criteria was deemed necessarily to eliminate the variable of communication difficulties in a foreign language, so that lack of cognitive depth in discussion could not be attributed to a lack of linguistic proficiency in a foreign language rather than a lack of discussion skills.

Further examination of the course revealed that its forums were particularly suited for this project. Each forum was designed around the task of producing a collaborative essay from the fruits of the discussion. Sifuentes et al had determined the value of such tasks:

Constructivism is promoted by defining what deliverables are expected and structuring the conference discourse with a logic structure that guides and focuses the group to produce academic deliverables (1996, p. 2).

Moreover, the instructor explicitly requested that the participants use the specific forums for all communication related to each forum assignment, not email or chat or any other means, giving added weight to the discussions and guaranteeing visible record of their occurrence.

Still another characteristic satisfying the intentions of the research was that there were three forums distributed throughout the semester (August-November), with twelve teams whose members would be maintained (barring attrition) throughout the semester. This could encourage the establishment of relationships among the members and contribute to the quality of their discussions. And finally, the teams were small, a maximum of six participants which would allow a more compact discussion to take place--rather than the lengthy development and consequent information load that can result from perhaps twenty five participants' multiple postings. Furthermore, three to seven members per team was recommended by Brillhart and Galanes (1998, p.8) for establishing face-to-face discussions and would be interesting to research within a CMC setting.

In an educational setting with human participants--even an on-line one--it is well-known that numerous variables can affect the process. Careful selection of the course, however, could lessen the influence of several variables mentioned in the literature review, which could adversely affect the educational process in these discussion groups. Thus, any deficiencies in the discussion should not be attributed to the following: lack of technical expertise in establishing the forums for the university, insufficient experience with discussion itself, lack of linguistic proficiency, topics being irrelevant to course material, lack of time or interest for optional participation, lack of structured sessions with guidelines or deadlines, overly large teams with overwhelming numbers of postings to be read, usurpation of asynchronous discussion time by other means--face-to-face, email or chat. Therefore, it seemed that this course, the distribution of participants, and the type of assignments would be paradigmatic for the educational focus of discourse analysis in this research project. Since part of the research would focus on the level of cognitive development achieved through the social construction of knowledge in asynchronous forums, it seemed reasonable to start with those minimum basic requirements in the students' favor. The chosen forums were pedagogically intended to permit exactly what the researcher would be evaluating, and at the same time their design would be possible to replicate in any fully on-line course using similar software.

Nevertheless, objectivity was maintained in that the researcher had never taken the course, did not know the instructor or any of the participants and the analysis was ex post facto.

## 2. Participants

The participants in this research were graduate students from Latin America: mainly Mexico, Venezuela, Costa Rica, Honduras, and Argentina. All, except for one American who disappeared after the first forum, were presumably native speakers of Spanish who share a similar cultural heritage. They were all enrolled in the Master's of Education program in the Virtual University of the Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). The beginning of each forum listed the total number for each team, which originally was 72 students: 54 women and 18 men. However actual participation in the forums revealed a different number: 67 students, 47 women and 20 men. Their ages and occupations vary, and since this is an ex post facto study, no bio-data is known about them unless they mention something in the discussions. Similar to the way they appear to their classmates in cyberspace, they appear to the researcher: they make themselves known mainly by what they say, not who they are. They can be presumed typical students in this graduate program in one of their various semester courses, and thus should be representative of other students in the program. Although the large proportion of women would make the course atypical as to gender, their participation was distributed into mixed teams.

Reading access to their forums was possible to this researcher, as a student of the same university, and permission to use the forum contributions for data analysis was obtained by emailing the instructor, as well as obtaining permission from the director of the graduate school, Dr. Antonio Millan, who were both assured anonymity for all participants and the course itself. Furthermore, the members of the dissertation committee were informed of the dispensation with informed consent. This consultation with colleagues and administrators was done to comply with Cone and Foster's recommendation for research planned without the informed consent of the participants themselves (1999, p. 305).

## 3. Forum Selection.

After the course was selected, the instructor's assignment for each of the three forums was read. This revealed that they were not designed for free discussion, but focused on a specific task, the same for all of the teams. Furthermore, Forum II and III had the same assignment: each student

would offer a summary of an article, evaluate the position of the author, and then critique two teammates' contributions. The instructions for Forum II and III, then, did not encourage discussions of more than three participants: the author of the summary and two teammates. Because of this, Forum I was chosen for analysis. The directions for Forum I showed it to be of a freer nature, not specifying how many participants should provide feedback to each other, nor was it focused on the synthesis of any articles. It required more reflection on personal experience, as well as on the course readings. The instructions obtained on the Web page were copied and pasted verbatim, and are as follows:

***Intercambio de ideas y experiencias sobre el impacto de la tecnología en la vida social y personal.***

*Objetivo:*

*Al término de esta actividad podrás:*

- *Analizar el impacto que la tecnología, a través de sus instrumentos o inventos ha tenido en el desarrollo de la vida social y personal.*
- *Relacionar el contenido de todo el material visto a la fecha, e indagar en fuentes de información similares a fin de enriquecer el tema del Foro de Discusión.*

*Consideraciones preliminares:*

*A fin de analizar y discutir sobre la íntima relación que guardan las tecnologías y el usuario, se puede partir de las siguientes preguntas de reflexión:*

1. *¿Cuál consideras que es la tecnología que ha representado un mayor impacto en tu vida personal o profesional?*
2. *Sobre esta tecnología ¿Qué más nos puedes decir?, ¿Cómo se presentó en tu vida?*
3. *¿Cómo fue el proceso de adopción?*
4. *¿Qué tecnología substituyó?*

*Investiga un poco sobre el desarrollo de esta tecnología, ¿Cómo ha sido su desarrollo?, ¿Qué cambios ha sufrido?*

The dates for participating in the forum were August 25-31, providing a week for the students to participate. By focusing on the twelve teams in their preliminary experience together, the analysis could explore how students reacted for the first time together, if there were any attempt, for instance, to establish relationships that would help them work together in the next two forums. Furthermore, since the instructions asked the students to relate technology to their own lives, this should help make the discussion more dynamic than multiple postings of summarized information.

#### 4. Delimitation of Universe of Study

As J.L. Lemke clarifies, random sampling is not appropriate for discourse analysis. Instead, specific criteria will determine the sample:

Selection of discourse samples is not governed by random sampling. Discourse events do not represent a homogeneous population of isolates which can be sampled in the statistical sense. Every discourse event is unique. Discourse events are aggregated by the researcher for particular purposes and by stated criteria. There are as many possible principles of aggregation as there are culturally meaningful dimensions of meaning for the kind of discourse being studied ( on-line).

Many readings of all twelve teams were needed to get a holistic idea of what was happening in the forum. These readings showed that the messages seemed to have four basic orientations. Some were for socialization purposes, saying hello, giving a brief résumé or personal introduction, or congratulating a member or members of the team on successful work. Other messages were primarily to obtain information about how to do something for the course: where to send the co-evaluations, how to write the essay, what the deadlines were. These messages were categorized as task-oriented. Then longer, more detailed content messages (often several pages long) dealt with the proposed discussion questions about technology, which appeared at the beginning of each team's Web page for each of the forums. And finally, there were messages in which a member sent a draft of the collaborative writing assignment, taking previous comments

from the students and reorganizing them or offering a part of the essay to be edited or approved by the rest of the team. These four categories then: socialization, task-orientation, content, or essay elaboration were the basis for the preliminary analysis, which used individual messages as the unit of analysis. In the case of more than one orientation, for instance a brief socialization message included with content, the posting was classified as content because they would be classified into "responded to" and "unresponded to" and could form part of a dialogical episode. In the case of task-essay messages, essay orientation was given preference because of the relevance to the collaborative final project.

In addition to messages with these four orientations from the students, there were also a few messages from the instructor or facilitator. Since the paradigm for the education courses in this university is to be student centered, those messages would be identified and counted separately from the students'. The orientation of the messages, as well as distinguishing which messages came from the instructor or facilitator, were relevant considerations because in a textual record in virtual space, an important part of the context is formed by the surrounding messages. Thus, the first stage in analysis then, was to categorize student messages in Forum I by orientation into task, socialization, essay elaboration, and content, as well as indicate those messages written by the instructor or facilitator. The social construction of knowledge could be influenced by the total context of the forum, as represented by all types of messages.

The second stage of analysis was to examine the content-based messages to ascertain which took part in a dialogical-multilogical episode, and which were not responded to. As has been mentioned, the software program indents messages to show the threads of discussion; however, the indentation was not the only indication of a thread. For example, often student X would simply put a second message "under" another (as if it were a new thread), without opening it or clicking on "reply." If other students also replied to the initial message, (by opening and clicking on "respond"), student X's message would later appear quite separated from the initial message it had supposedly been answering. Thus, it was necessary to examine not only the message threads and titles, but also the content of the message to see if it was intended as response to a person's message. At other times a message was indented; the student had "replied," but rather than pick up the thread, a different tangent was initiated, with sometimes no reference at all to the previous sender's message. In this case the message was not counted as part of a content episode with the first message.

At times dialogical episodes were discernable through linking or quoting:

*Linking* is the practice of referring explicitly to the content of a previous message in one's response, as for example when a message begins, 'I would like to respond to Diana's comment about land mines.' *Quoting*, or copying portions of a previous message in one's response often functions as a subtype of linking..." (Herring, 1999, p. 16).

So three ways that the dialogical episodes could be detected were if the student responded to another's content message by indenting the message, by linking, or by quoting, or making a reference to the content of the message or the originator in such a way that it was clearly meant to allude to that message. These types of strategies would indicate the dialogic nature of the discussion, and topical content episodes could be determined.

The dialogical content episodes were the part of the forum, which was given the deepest analysis. These episodes were analyzed as if they were part of a conversation, checking for the collaborative strategies of eliciting, initiating, extending, and qualifying, that Barnes and Todd (1995) set forth in their methodology. This type of discourse analysis revealed how the students initiated a topic, while others extended, qualified, or elicited information about it. Furthermore, after identification, each episode was analyzed to see what members of each team participated and, borrowing the term from conversation analysis, how many *turns* took place. Then the episodes would further be analyzed to determine the highest socio-cognitive level reached by a participant. Thus, both the social and the cognitive parts of the social construction of knowledge would be established.

It should be clarified that the explanation of what is happening in the forum and the "translation" of the messages was meant to give the gist, and not intended to be an exact translation. The quoted message in Spanish was provided so that the reader could interpret the

original in its essence. All transcriptions of the messages were directly copied directly from a Microsoft Word document and pasted as needed for exemplification without any modification except the deletion of any extra spaces between words, the use of italics, and the interlineal spacing, which were unified to one. All punctuation, spelling, grammar, message headings, use of footnotes, parenthetical citations, and references were verbatim, with exception of the names and year, and a few specific references, such as the name of city, which were deleted to protect the anonymity of the participants. Furthermore, in the description, errors were not signaled by "sic" because it would interrupt the reading of the message and detract from its original impression. When necessary to delete, ellipsis within square brackets were used, without italics, to signal that it was the researcher's intromission.

In the first forum, as the dialogical episodes were analyzed, the highest socio-cognitive level was identified, based on a modification of Barnes and Todd's criteria. It is this researcher's bias that even one member who reaches the level of metacognition and reflection can encourage the rest of the team to ponder on ideas, and is thus relevant; and in the same way, those who reach the critical socio-cognitive level are also exemplifying reasoning that may be profited by from the rest of the group. In this way, the episodes are perceived holistically, as part of a collaborative project, rather than the sum of individual contributions.

After the quantitative tabulation of message type, participants, episodes, and socio-cognitive levels within all the episodes, one episode was chosen for each team in Forum I for deeper analysis, to give a "close up" of what happened during an interactive episode for a team. The episode was chosen based on the criteria of greatest number of participants, greatest number of turns, the socio-cognitive level reached, or any idiosyncratic characteristic that might make the episode stand out from the others. The criteria is admittedly subjective, based on the researcher's desire to analyze one of the "best" episodes of each team, as well as compare and differentiate episodes in one team from another.

After the qualitative analysis of the teams, both for the types of message orientation, instructor participation, and content episodes, the categories for each team will be synthesized to get a concentration of the total participation from a qualitative point of view. This led to the final analysis of the results.

#### B. Data Collection Methods and Procedures

The content of all three forums with each of the 12 teams was copied and pasted into a word-processing program, although eventually only Forum I was chosen to analyze. Names, emails, dates and titles of messages were included, and bolded for easier discernment of participant's messages. The team numbers were kept, but the names of the participants in each of their postings, as well as references to them by other participants were substituted by a pseudonym, which corresponds to their gender, but is in no way similar to their name; for instance, "Roberto" did not become "Robert." Some specific reference to place, or anything that might reveal identity, such as e-mail addresses were also eliminated. Spaces in the messages were adjusted to allow clear demarcation between postings and extra spaces were also eliminated to facilitate reading and reduce the number of pages that needed to be handled. No other modifications were made of the transcripts, and portions selected for exemplification within this dissertation were left verbatim. However, the icons from *HyperNews* were not considered relevant to this discourse analysis, and consequently were not pasted into the transcript

Furthermore, pertinent course materials from the Web pages were copied. These specified the course content, objectives, methodology, and the schedule, and were kept as reference to give the researcher insight into the type of course and expectations of the instructor, and also to provide clarification in case some of the forum contributions mentioned a specific aspect of the course. They are not included in the appendix, however, in order to maintain the required anonymity of the course and participants.

#### C. Analysis Framework for this Study:

##### Definition, Explanation, and Indicators of Categories

For this study, a variation of Barnes and Todd's (1995) framework for analyzing discussion was utilized. In their analysis of English school children's talk, Barnes and Todd focused on "the construction of understanding through the cyclical interplay of viewpoints and of the role of questions, hypothetical statements, and answers in the shaping of joint inquiry" (p.136). They had

originally hoped to assign utterances to a Piagetian type of "cognitive level," but found that the social element was being underestimated. They also found that specifying critical thinking types of logical relationship, as done in the studies mentioned of computer-mediated communication (Henri, 1991; Mason, 1992; Gunawardena, 1995; Bullen, 1997) were not particularly revealing of the discussion itself and the dynamic relationships. A Vygotskian perspective was needed to account for the lack of discrete lines of demarcation between stages of cognitive development shown by the students. It was necessary to take into consideration the "upheavals and revolutions as different functions mature at each individual's own rate" (p.138). And it should be pointed out, that even though their subjects were youngsters, the process of cognitive maturation is considered to continue in adults: one has never completed the process:

While adults achieve higher (more abstract) forms of mental functioning than young students, earlier forms of thought may remain buried within apparently completed developmental processes. Development, then, means not only to become, but to remain, fully human among other humans (p. 138).

Because of this, the analytical procedures of these researchers, with some modifications, will be presumed applicable to discussions of graduate students.

Keeping in mind this theoretical framework, Barnes and Todd experimented with several methods of analyses, but found that linguistic interpretation considered meaning as fixed, while the utterances they examined could not be put "into categories on a one-to-one basis" (p.140). In accordance with discourse principles, they found that meanings originated from "cycles of utterances" and "...adhered to the interrelationships between utterances and to the participants' intentions for and interpretations of these utterances" (p. 140). They found that they needed to steer clear of "an overemphasis on forms" in order to understand the context as a whole (p.152). For instance, they found that there was not "any necessary coordination between the form in which a question is posed and its cognitive power," so little was gained by distinguishing tag questions from information questions, for instance (p.154).

They accordingly did find evidence of construction of meaning, but discerned that ...meaning is not something owned by one participant in a discussion but something that, developing and changing as it does in the course of a series of contributions by different participants, is constructed and reconstructed by all of them (p. 141).

This led them to find that students use "ever-changing frames of reference to assign meaning and relevance to their own and other people's utterances" (p.141). Furthermore, it is this changing, interpretive aspect that necessitates the collaborative element within the discussion and challenges students to broaden their understanding to include multiple viewpoints. However, at the same time, the challenge for the participants is to find "a way of expressing [disagreement and differences of opinion] that does not compromise the collegial relationship of joint effort by a claim to prior knowledge" (p.155). Social "responsibility" or commitment must be present in a collaborative discussion.

It might seem that if meaning were in flux, then it would be impossible to analyze it. The authors found "four key moves that form the staple of collaborative dialogue: initiating, eliciting, qualifying and extending" (p.156). These moves "permit the dialogic articulation and inter-relation of different points of view" (p.156). The features they emphasize for the encouragement of dialogue are: "difference of perspective, mutual attention, the use of hypothetical cases, tentativeness, the absence of prior roles by right, mutual support, and lack of closure" (pp.156-7).

This is harmonious with the view of the Cognition and Technology Group:

Knowledge is a dialect process the essence of which is that individuals have opportunities to test their constructed ideas on others, persuade others of the virtue of their thinking, and be persuaded by continually negotiating the meaning of observations, data, hypotheses...(1992, p. 116).

For the purpose of this textual analysis, these moves are defined and exemplified in the following way:

**Initiating** is when a participant offers a frame of reference, often linked to the task and a new topic, thereby allowing the discussion to begin. A student proffers a belief, opinion, statement or new topic. These are often preceded by *I think or I believe* in Barnes examples (p.29), and were sometimes reflected in Spanish as *Yo creo que...*

**Eliciting** may take the form of requesting: for support for the speaker's opinion; for someone to elaborate on what they had previously said; to explain or clarify a previous comment; to provide information; or to give support or agreement to something (p.31).

**Extending** is when one member takes up another's idea and continues it (p. 33). In this move the interlocutor takes up a previous contribution and expands on what was previously stated. To distinguish this move from qualifying, the present analysis shall not consider "changing or modifying" as extending, although Barnes' study did.

**Qualifying** is limiting a previously made generalization. In this move, the interlocutor accepts only part of a previous comment while modifying or changing what was said.

Determination of these moves between student messages will help to show the interactive part of knowledge construction, how one message is related to another. This will help show the dynamic nature of the messages within the content episode, their topical interrelatedness. However, the types of moves themselves will not be quantified, nor will more than one or two moves be determined per message. In CMC the messages are typically much longer than that of the moves in a conversation. Once a speaker has linked his message with the previous one, he may go on to give more information, so a message could begin with a qualifying move and end with an extending move. Long messages with many moves pertain more to the monological aspect of the episode, and what is sought is to show that some kind of a "dialogue" is taking place. The challenge for students is not to post a lengthy essay-like message for others to read. The challenge is to truly interact with each other in something other than a "collective monologue," borrowing the term from Piaget. What is desired in the study is to show how these written CMC episodes can become dialogical, in which a topic is initiated by one, picked up by another who may extend, or qualify, or elicit. After this analysis, the highest socio-cognitive level will be determined. The socio-cognitive dimensions are divided into four categories: social, opinionated, critical, and reflexive, in ascending order of cognitive depth.

#### Socio-Cognitive Dimensions and Categories for Discussion Analysis

As previously mentioned, the basic theoretical framework for analysis will be based on Barnes and Todd's (1995, p. 79) categories. The three macro-domains, social, cognitive and metacognitive will be kept; however, a fourth will be added. Barnes placed students proffering of an opinion or making an assertion within the social domain, but this will be considered to comprise the second domain, a distinction made by Rabow et al (1997, p. 31). For the purpose of this research, then, a difference will be considered between mentioning last night's football game (social domain) and giving an opinion about a topic for discussion, which will be considered just above the social and below the cognitive domain. This second domain will be called "opinionated". This project will also use the term "critical" instead of cognitive for the third level because all the levels are "cognitive." Furthermore, within these domains, some of the categories will be modified, to make them more appropriate for textual analysis and to clarify what seemed ambiguous between categories. The proposed analytical foundation, then, consists of the following domains, categories, and subcategories, with italicized items as examples:

##### **a. Social Domain.**

In this domain, collaboration, conflict, and task distribution are manifested. There may be overlap with a cognitive function, but the emphasis here is on relationships and progress throughout the task, not cognitive content. The following three categories, progress through task, competition and conflict, and supportive behavior are explained:

##### a. Progress through Task:

Task management--In this category, students clarify assignments, decide what is expected of them, set up agenda specifying who is going to do what, when, and how. *Okay, I'll do the introduction, if somebody else will do the conclusion. Let's try to finish by 5:00 tonight, so we can have time to critique it before we hand it in. I'm going to be away all day, but I'll check in tomorrow morning to see what you've decided.*

*Shifting a Topic*--Initial reference to one aspect of a topic or a different topic, with the purpose of organizing work. *Well, we've got the first draft. Let's each read it again and see if we have anything else to say. Okay, now let's do the final paper. I think we've finished this part, now let's go on to the next topic.*

*Ending a Discussion*--This is explicit recognition that a task or assignment has been finished. *I think we're finished. I don't think there's anything else to do.*

b. Competition and Conflict:

*Joking*--sarcasm, ironic comments, words indicating laughter (*ha, ha, ha*) *Just joking! Yeah, right!*

*Compelling Participation*--Explicit request for someone to participate or do a given task. *Martha, will you do the conclusion? Javier, why don't you do theme X?*

c. Supportive Behavior:

*Naming*--Reference to team or specific members, greetings and goodbyes. *Juana; Juan; Hello Everybody!*

*Explicit Approval of Others* (without critical evaluation)--Praising team, person or her contribution. *Good job! We're off to a great start. I really liked what you said.*

*Expression of Shared Feeling*--Explicit identification with another's affective comment. *"I've felt the same way. The same thing happened to me. I know what you mean.*

**b. Opinionated Domain**

In this domain students make statements expressing explicit agreement, disagreement, difference of opinion, or refutation about a topic, (not a task). Only opinions are offered without evaluation or explicit reasoning.

*No; I don't think so; I disagree. Yes, I think so too; I agree.*

**c. Critical Domain**

In this domain, specific intellectual strategies become explicit: decisions about what is being asked by the instructor; topics are related to personal experience and everyday knowledge; generalizations are challenged. Although Barnes includes a category termed "Expressing Feeling" this will not be included here because it is considered in the previous domain. Instead, a subcategory, designated "acceptance and refutation" will be included under "evidence." The following category remains:

Using Evidence:

*Anecdote*--*Let me tell you what happened when I first started using the computer....*

*Hypothetical Cases*--*Imagine what would happen if the public schools demanded everything done by computer....*

*Using Everyday Knowledge*. *If you consider what we've had to do as students...*

*Challenging Generalities*--*How can you say that all technology is empowering? Look at what's happened with....*

*Acceptance and Refutation*--*I disagree with that because...; your suggestion makes sense since...*

**D. Reflexive Domain**

In this domain, students recognize different possibilities, hypothesize, deduce principles, show explicit awareness of what and how the task is being done. Audience is considered, summarizing of collaborative results (of entire discussion, not specific articles or authors) is presented, evaluations beyond opinions or judgments of "good-bad" are posed. Only one category is included, with five subcategories:

Monitoring own Speech & Feelings:

Contributions are seen as provisional, in process, not final products or mere opinions which should be accepted.

*Interrelating Alternative Viewpoints*--Validity of Others, More than One Possibility. *While I can see the validity of X's definition, it seems Y has a more comprehensive one.*

*Finding Overarching Principles*--*If this were carried out over the long term, the result would be....*

*Evaluating Own & Others' Performance*--*I think the first part of the essay is clear, but the middle becomes ambiguous. We need to define some terms and add some examples.*



Awareness of Strategies--Audience is considered in drafting. *The professor seems to appreciate concision, maybe we should try to eliminate some unnecessary words.*

Awareness of Strategies--Summarizing or Assessment of where the group has progressed as to the content of the topic. *We have covered the aspect of X quite thoroughly, but there are several missing points in Y to discuss.*

Figure 1 illustrates how the social-cognitive dimensions are conceived:

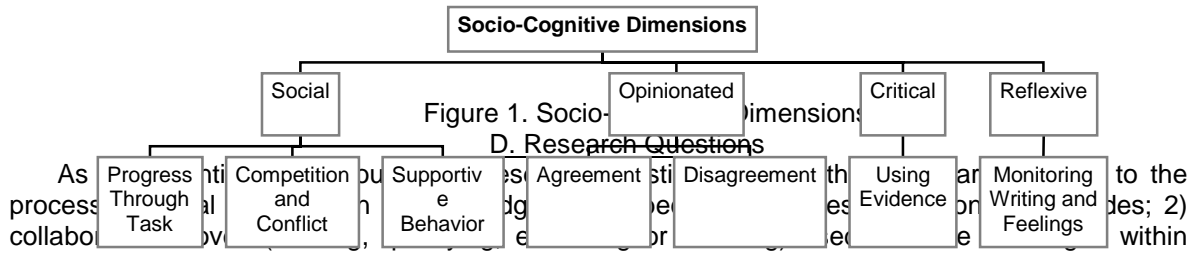


Figure 1. Socio-Cognitive Dimensions

**D. Research Questions**

As the process of collaboration progresses, dialogical/multilogical content interchanges; and 3) the socio-cognitive depth within dialogical/multilogical interchanges. This interest led to the following questions:

1. What is the context surrounding the content episodes?
  - a. How much does the instructor and/or facilitator influence the student's knowledge construction?
  - b. What percentage of messages corresponds to each of the orientations: socialization, task clarification, essay elaboration, and content discussion?
2. How do the teams compare as to monological-dialogical orientation? (i.e. number of responded content messages vs. number of non-responded content messages)
3. How do the teams compare as to socio-cognitive depth of discussions?
4. What strategies do students use to compensate for the lack of physical presence?
5. Are there any elements in the messages that seem to encourage dialogical/multilogical participation? (discord, surprise, agreement, need to qualify, identification, compliments, phatic functions, appellative functions....)
6. Are there any notable differences between the teams with higher cognitive levels in the content episodes as opposed to teams with lower cognitive levels?
7. Are there any notable differences between the teams with more content episodes and those with fewer.

The following chapter shows the analysis of each of the twelve teams in Forum I.

## ANALYSIS

The following twelve sections will analyze the elements outlined in the methodology according to team. Although the focus was on the content episodes, the examples of on-line construction of knowledge, it is essential to see what surrounds the content episodes, the context. In this virtual environment, the immediate context is the surrounding messages sent during the seven days of the forum. The team messages were identified according to their orientation: socialization, task and essay elaboration, content. The other contextual aspect was the amount of influence of the instructor and/or facilitator. Therefore, their messages are also identified. Once the messages were identified, they were counted and put into a table showing the percentage of messages of each type with relation to the total number of messages. Consequently, the analysis of a team begins with a table showing the types of messages, and as indicated, the instructor's messages are included since he is considered another contextualizing element.

The table for message count is followed by a qualitative description exemplifying the four types of messages counted in the table: socialization, task and essay elaboration, unresponded content, and the instructor/facilitator intervention. Then, after these two types of analyses, the table and the description of message types, the reader should have the "big picture" of what happened in the forum.

After the big picture, a close up is given of a content episode, but first there is a table showing how many content episodes the team had, their topics, who participated, and what their percentage of participation was. Then a qualitative description is given of the selected content episode. The in depth analysis will be of one content episode for all teams except two. Team VII had extremely limited episodes in which only two members participated with one turn each, which for Bretz, for instance, as mentioned in the literature review, would not even be considered dialogue. Then for Team IX, perhaps more significant than their content episodes was the chronicle of a student's technological problems, which was narrated in detail rather than an episode description. It should be remembered that the content episode is chosen as the "best" for the team because of participation or other element of analytical interest.

It should be clarified that although each team's Web page had a list with six members, not all of those members participated in the discussion. In one case there were two members who never appeared and two new members who were apparently substituted. There is no explanation given as to what happens to the team members who never appear.

<b>LIST OF TEAM MEMBERS</b>					
<b>TEAM I</b>	<b>TEAM II</b>	<b>TEAM III</b>	<b>TEAM IV</b>	<b>TEAM V</b>	<b>TEAM VI</b>
Amy (f.)	Clyde (m)	Heidi (f)	Greg (m)	Rhoda (f)	Betty (f)
Barbara (f)	Donald (m)	Ingrid (f)	Herbert (m)	Sylvia (f)	Caroline (f)
Connie (f)	Edward (m)	Joyce (f)	Martha (f)	Tanya (f)	Deborah (f)
Aaron (m)	Donna (f)	Katherine (f)	Nancy (f)	Verónica (f)	Ethel (f)
Brent(m)	Eve (f)	Frank (m)	Oprah (f)	Zooey (f)	Ivan (m)
	Gwen (f)	Lenore (f)	Penny (f)	Aretha (f)	
<b>TEAM VII</b>	<b>TEAM VIII</b>	<b>TEAM IX</b>	<b>TEAM X</b>	<b>TEAM XI</b>	<b>TEAM XII</b>
Fern (f)	Kaye (f)	Narcy (f)	Trisha (f)	Anne (f)	Farrah (f)
Gertrude (f)	Lena (f)	Rita (f)	Wendy (f)	Bertha (f)	Goldie (f)
Holly (f)	Maura (f)	Sondra (f)	Yvette (f)	Colleen (f)	Malcolm (m)
Ines (f)	Keith (m)	Howard (m)	Zelda (f)	Daisy (f)	Neil (m)
Jeff (m)		Ian (m)	Kevin (m)	Enid (f)	Peter (m)
		John (m)		Leroy (m)	Hannah (f)

f. = feminine m.= masculine

Table 1

For the purpose of this analysis, only those team members who make at least one message in the forum are considered to be part of the team, and their responses tallied into the totals. If a member from the list never gives a message, he or she is presumed to have dropped out. Certainly a member who never appears must not have been co-evaluated by the rest of the team. Therefore

only members who seemed “active” are counted. Table 1 shows the composition of the twelve teams.

As was detailed in the previous section, Forum I suggested that the students consider several questions:

- 1) *What technology had had greatest impact on their personal and professional life?*
- 2) *How were they introduced to that technology and what was the adaptation process?*
- 3) *What technology did it substitute?*
- 4) *How was that technology developed and what changes has it undergone?*

Then they would organize themselves to create an essay based on their discussion, which would be graded by the instructor. And finally, they would evaluate each other based on their participation within the forum.

The only reference to the instructor was that he could participate in the discussion, but not that he would have any major role. Therefore, it is the students who are expected to work among themselves, whether or not he intervenes. Because of his minor role, his participation is considered as merely part of the “context,” but explained when he does participate in content episodes.

## RESULTS

### Socialization

Contrasting with the convention in Latin American society of greetings with handshakes or kisses (Novinger, 2001, 135), in the virtual environment, only about 29 of the 76 students sent a special greeting to their teammates at the beginning, meaning that most just started participating, with the greeting of "hello" before their message. Approximately 7 of the 76 students expressed any pleasure at participating and sharing with the teammates.

In the on-line environment, where students didn't know each other, students could have found out about their teammates by writing introductions, or sharing personal information about themselves. The students in this forum varied in their manner of presentations. In some teams a few members would introduce themselves, with background information about their families, work experience and education, and personal lives, but this was the exception. A few latecomers to the forum might precede their first content message with a few lines of information about themselves. Some students never gave any personal information at all, more than two-thirds of the students, in fact. Even with the example of the woman facilitator in Teams IX-XII, who gave a detailed introduction about herself, not all of the members of those teams followed suit. The instructor, however, never gave any information about himself, at least in the forum. Therefore, this "ritual associated with community" (McLaughlin, et al, 1997, p. 160), of letting others know about the person behind the messages, was little used. This made the messages seem more anonymous than if there had been more attempt to socialize.

In this forum, students showed little interest in socializing with those teammates who were present, and less interest in teammates who did not appear. In a face-to-face environment, it would be natural for someone to remark that "John" or "the tall boy" hasn't come for the past few days or is listed on the roster and has never shown up. In the virtual environment, allusion to who was no longer present was rare, as exemplified with Brent in Team I. He participated in one episode, which included the instructor, but never returned to the discussion. Yet no one ever refers to him after that. This seems to contradict the findings, mentioned in the literature review, that individuals who believe they will have to interact over a period of time make an effort to form relationships (Walther, 1997; Green, 1998; Williams & Merideth, 1995). Or perhaps the students didn't feel that three discussion forums over the period of a semester represented enough time to warrant making an effort.

Related to the amount and kind of socialization was the tone that prevailed for each team. There was a complete range: from personal to impersonal, from friendly to formally polite, from humorous to serious, from slang to expository. The tone of the messages seemed to reflect much about the group's personality and socialization: their willingness to participate, their interest in each other, their engagement with the task, and their commitment to the group. An example of an expository tone is from Edward in Team II:

*Desde tiempos ancestrales el hombre ha ido de la mano con los descubrimientos pero nunca como en la actualidad se ha hecho tan dependiente de la tecnología, que en su conjunto es tan grande su importancia que ahora es difícil desligar al hombre de la tecnología, incluso van de la mano, tanto que para muchos un país es tan grande como tan desarrollada está su tecnología.*

Caroline, in Team VI used a similarly serious tone:

*La tecnología sirve al hombre y no el hombre a esta. De esta forma los procesos mecanicos y automatizados pueden ser realizados por las computadoras (Know that) mientras que la parte del conocimiento (know how) es funcion especifica del hombre...*

A playful tone can be observed in Heidi's message for Team III:

*Acabo de escribirles un mensaje super inspirado y no se grabó, o sea que esta computadora es tan querida como odiada, caramba, pues los segundos mensajes nunca salen como el primero.*

This can be compared with Tanya's message for Team V, who had a friendly, interpersonal tone throughout:

*Hola Rhoda, cuánta razón hay en las palabras de Pacey, lástima que hoy existan mentes malévolas como los hackers que se dedican a la maldad aún por espacios cibernéticos, rebasando las fronteras físicas y morales. Saludos.*

or Leroy's comments in Team XII, that are also interpersonal:

*Hola, por lo que he visto en sus aportaciones y sus currículums, yo soy el menos experimentado en esto de la docencia. Aunque tengo algo de experiencia en la enseñanza, no lo he hecho profesionalmente.*

These examples were all taken from content messages, and there were, of course, differences in tone according to the orientation of the message. By identifying a tone for a team, the intention is not to imply that all messages from all members had the same tone, but just a prevailing overall tone that could be determined by reading a series of messages from one team, and contrasting those with a series from another team.

The initial Web page for each team did list the names of six students and their respective campuses; however, one or two of the students for six of the teams never participated even once in the forum. In other words, only six teams had all of their members in the discussion. In the virtual environment, no one seemed to care; at least no one in any of the teams expressed concern or interest as to missing members of their teams. An exception was Team II; when Gwen stopped participating, Eve mentioned her concern that Gwen hadn't sent her part of the essay. She questioned what is done in "those cases," presumably with respect to their grade or the responsibility of Gwen's part falling on the other members of the team. However, sometimes the students who had problems, did react similarly to what might happen face-to-face. If they couldn't access the forum because of technical problems, a trip, or a personal contingency, they did sometimes notify their teammates through a quick message themselves, or by sending another person to convey their message. It was the teammates who seemed to forget about those who were absent. As McLaughlin et al points out, people in a community have an identity:

One hallmark of community in the 'real world' is that members are likely to be known to one other and to have a fixed identity; that is they can be counted on to be Joe and not Jim...from one day to the next" (McLaughlin, et al, p. 158).

Although students in the forum didn't assume other's identities or different genders, for instance, they seemed to accept remaining almost anonymous as well and observed the appearance or disappearance of members of their community without remark. Without interest in each other, how can there be commitment and responsibility to work together?

In two cases, Team I and X, there were two members who either knew each other or had worked together before. The students brought this up, presumably because it was important to them, a contrast to the lack of interest mentioned previously about students who never appeared. Having worked together gave them something in common across the distance. In Team I, Barbara seemed to want to make connections with her teammates and share her trip to Monterrey and bring up mutual contacts. Kaye's trip to Disneyland was also shared with her teammates, and the outstanding technological advances she had witnessed were related to the topic of the forum. These examples of sharing trips were not exemplified in the other teams. The students worked together without knowing much about each other; their tie was the simple pragmatic need of presenting a report together.

The study concentrated on the construction of knowledge and only measured the unresponded content, but there were also unresponded messages of other kinds. On of the most appalling cases of ignoring a teammate were cries for help with the technology in Team IX. Another example that stood out was a very courteous, enthusiastic attitude shown in the messages of Keith for Team VIII. Although he expressed appreciation of his classmates, and enjoyment at participating, he was ignored. He suggested getting together to decide on the essay, and no one answered. Days later another classmate asked again about cooperation on the essay, but ended up doing it herself after no one answered. Could Keith have given up trying to get a response from his

teammates? Silence in virtual space is not accompanied by anything physical such as body language, gestures, or eye contact, to mitigate its effects.

It could be said that the democratic environment that is believed to be a virtue of on-line courses was in operation: sex, age, physical appearance, social status were apparently given less importance than in a physical environment, since students shared so little. However, rather than ensure equal participation, anonymity was the result. If students felt the social aspects to be important, probably more would have been done to convey personal information, obtain personal information about the team members, and show interest and concern. Furthermore, the literature review viewed the democratic quality a removal of some barriers to participation, while the analysis showed that participation was not symmetrical for most of the teams.

### **Role of the Instructor**

The role of the instructor was extremely limited. For some teams there were only two messages: a deadline change and a notification about when grades would be sent. Several students did respond to those notifications, thanking him, or asking another course-related question dealing with task-related elements, such as how to send their co-evaluation or where to find something. To most teams (I-IV, and VI-VIII), he also sent an initial message that varied in topic: rumors, 2-way cellular phones, the effect of computers, electronic space, the Internet, the Impact of Computers, and Adaptation to Technology. This always initiated a dialogic session by a few members of the team. However, in most cases, not every member participated. This would seem to imply that the students felt they were truly in charge of their own learning, and the instructor's comments were not any more important than their own. In fact, his participation was perhaps considered less important because he wasn't needed for them to complete the forum essay or do the co-evaluation. An example of this could be seen in Team I. The instructor initiated a question about the effect of rumors on the Web and the students began discussing among themselves until Connie seemed to question why they were bothering. She sent a message asking for clarification about the forum assignment, whether they were supposed to discuss rumors or answer the questions suggested at the beginning of the forum. Her question stopped that chain of discussion and triggered Aaron's message, which then dealt specifically with the questions posed at the beginning of the forum Web page. Furthermore, no one asked the instructor his opinion about the specific assignment questions they were discussing. As was mentioned, after his notifications, they might ask questions related to the mechanics of the course, but no one ever asked him to contribute to the discussion itself, and he only intervened in one team's discussions. For Team III, he offered a comment about gender issues and computers; for team VIII, he picked up Karla's idea about the power of technology and commented on it frightening him. Therefore the instructor's role to the construction of knowledge in this forum was mainly limited to structuring the assignment and assigning grades. As was mentioned, in a few teams he did participate, either initiating or continuing a content episode that was part of interaction and knowledge construction.

The woman facilitator, who was only present in Teams IX-XII, acted differently than the Instructor. She gave an introduction of over 500 words to the four teams she was assigned to and offered her help, but never again participated in the forum, except for one message for Team IX. After a woman in Team IX apologized for giving a long introduction, the instructor commended the message, emphasizing the need to personalize the virtual environment. She did not, however, participate in any dialogic episodes that were part of the students' efforts to construct knowledge.

It should be noted that all evaluation of the instructor and the facilitator's participation only refers to what was visible in the forum. From the documentation on the Web pages, it was not clear what the roles of the instructor and facilitator would be. The instructor offered no content message to those teams under the supervision of the facilitator, but she did not participate in the discussion itself, either. Even for her teams, he still gave notification about grades and assignment deadlines. In this institution, e-mails from students are frequent and, based on comments from some professors, often overwhelming. The instructor did mention, in one of his last messages to all the teams, that he would soon answer e-mails and even make phone calls. Within the medium of the forum, however, both the instructor's and the facilitator's participation was limited to what was described above. In the instructor's case, his visible contribution to knowledge construction was limited to one episode (for Teams I-IV and VI-VIII) if at all, and the woman facilitator did not

contribute to the student's intellectual growth through discussion of any course content in this manner.

### **Task and Essay Elaboration**

The number of messages related to task varied greatly by team: 4 being the lowest and 48 being the highest, while the mean was 15. Although playful, off-task messages have occurred in some research on CMC discussions, this was not the case for any of the twelve teams. There were some questions regarding the course in general, such as where to find readings or how to do the co-evaluation. Some teams, such as Team IX, participated in an extensive volley of messages deciding how the essay should be done, team roles, deadlines and other mechanics of the team project. Although students were supposed to do all the collaboration within the forum itself, several teams used e-mail and Team IX used ICQ chat to make decisions in real time, rather than use the asynchronous HyperNews platform, and ironically they also had the greatest number of task messages. What decisions they had left pending to be discussed by chat is an enigma. In some teams, one member volunteered to draft the essay and submitted it; this happened about half of the times. Often this person would urgently request only bibliographic references in order to complete the report. Some teams co-edited the first draft or drafts, and others simply accepted what the first writer offered. Some teams congratulated each other on being truly collaborative; others lamented the lack of participation of some of the members. Drafting the essay was an opportunity for social construction of knowledge that was often undervalued. If a team truly collaborated in synthesizing the discussion and co-editing, the members could learn from each other, and take advantage of the wealth of content in the messages that often went unresponded, and perhaps even unread. When only one member took this responsibility alone, the potential for co-construction of knowledge went unrealized.

### **Content Messages**

The amount of content messages that were not responded to is one indicator of the extent of monological tendencies within the forums. As was referred to in the literature, this is often a tendency in CMC. For the purpose of this research, which was centered on the social construction of knowledge within dialogic/multilogic episodes of content-related discussion, the proportion of unanswered content messages was important. The mean for these teams was 29%. There were three teams that had half of their messages without response: Team XII with 67%, Team IX with 53%, and Team VIII with 50%. Only one team had all content messages responded to, Team V. As signaled in the literature, lack of response may send negative messages, such as disinterest, offense, rejection, indifference, regardless of what had hindered the potential response. (Feenberg, on-line). The length of many of the unresponded messages indicates the monological orientation of the participants: individual essays were transmitted rather than messages showing their interpretation of the assignment, their experience to be shared, or their points of view to be questioned.

Although some research considered the long pauses between messages beneficial because students could send "polished" messages similar to academic essays.(Altheus, 1997, p.13), in the forum analyzed, the students only had a week to participate and structure an essay. There was no evidence of particularly "polished" comments, rather messages replete with errors that showed no editing, even though HyperNews shows how the message will appear after the student has written it, to encourage editing before posting. There were some comments praising the overall experience on-line—about five, but more complaining of access difficulties, for example.

In conversation, teams varied from totally dialogical episodes, such as in Team V and only 33% content episodes in Team XII. Evidence of the students' interpretation of their role as more "transmitters" of knowledge than mutual constructors was shown in some of their apologies for not having entered their own message answering the forum questions (ie. what technology had most influenced your life, what did it substitute, how did it develop, etc.). This happened even if the students had given feedback to others' messages. There were some messages apologizing for lack of participation in general, but never for not having given feedback. In other words, although the paradigm for student-centered knowledge is to stop the teacher from merely transmitting knowledge, the students are becoming the transmitters. This suggests that not enough importance is given to their ability to actively construct knowledge, in which transmission can only be one

element, but the dynamic, creative element resides within their own minds and is enriched by participation with others in the same task.

It should be remembered that the questions at the beginning of the forum were suggestions that students could use (*se puede partir de las siguientes preguntas de reflexión*), not mandatory. They were intimately related to the objective of the forum, but in all cases the students seemed to interpret that their assignment was for each member to answer those questions specifically. A similar response occurred in undergraduate students at ITESM in Monterrey, who were asked to chat via CMC with University of Texas students (Bearden & Durboraw, in press). Although the students had been given questions intended as a springboard to their discussion, the undergraduates also attempted to answer them one by one, even after the professors emphasized that they were intended only to start them thinking about the issues to discuss. This phenomenon of question-response, as exemplified in these two cases, seems to imply that if a freer discussion is desired, then a list of questions may not encourage reflection. Indeed, this was also found in Barnes' research in his description of "open" and "closed" approaches to tasks. A "closed approach to tasks" is used by groups that "limit their activities to whatever has been explicitly asked for." They do not engage in rich "exploratory discussion," but ask questions "for limited pieces of information." Furthermore, they make "assertions which...lead to acceptance or rejection rather than extension or modification." (Barnes, 1976, p.68). On the other hand, an "open approach to tasks" is "characterized...by using the hypothetical mode," asking questions for speculation, building collaboratively on one another's thoughts (Barnes, 1976, p.67).

#### **Technical Problems**

As mentioned in the methodology, one of the reasons the Virtual University was chosen as the hosting university for the course in this study was because of their experience using on-line discussion forums. As was clarified in the methodology, the assumption was that there would not be too many technological problems, and certainly not a lack of administrative support, as was evident. This was also an example that by having a freer reign for analysis, even unanticipated phenomena could be noted. Although it is beyond the scope of this research to analyze why there were technical problems, it can identify two types. There were problems with the software and problems with the technical administration of the university and its branches.

As an example of the first kind of problem, there were students who did not take advantage of the software's ability to link their response to a previous message, so they would post messages "under" another message without opening it to respond. This meant that later their comment could become widely separated from the message it had been responding to if there were subsequent messages that did open the initial message and respond. The thread would therefore become lost in a maze of unrelated messages. This exemplifies the "topical incoherence" that Herring referred to (as cited in McElhearn, 1996, on-line). Again, the cause may be technical and not cognitive, but the result hinders effective communication.

Another example of a software problem, or perhaps a missing Web link, was a student who didn't know where to find the Web page for her team and came inadvertently into Team II's Web page. The most extreme case of software difficulties was the American in Costa Rica, who had so many problems using HyperNews that he sent pleas for help and expressed real frustration. It may not be so surprising that one student had technical problems, but what is surprising is that he apparently didn't know whom to contact for help on his campus. He sent message after message asking for help and he received none: neither the facilitator, the Instructor, nor his teammates offered any support, at least not on the Forum Web pages, where his messages appeared. In Forum II and III, his name does not appear, so it could be assumed that he dropped out of the course. It must be emphasized that even problems with not knowing how to use the software correctly can lead to a lack of knowledge construction. The problems may be technical, but the effect is academic.

As examples of problems with the technical administration, there were several mentions of the server at different campuses having been out of operation, of students who couldn't access Internet from their homes or places of work or because of a business trip. In these cases, as the literature review explained, lack of access is a crucial problem (Bates, 1995; Gallant, 1998;



Hettinger, 1995). Lack of access means students do not participate, and students who do not participate are not actively co-constructing knowledge with their teammates.

Although Morgan (1996), as previously mentioned, found that undergraduates offered opinions in discussions rather than supported conclusions, most of these graduate students worked at the second-highest level of Barnes' and Todd's socio-cognitive categories: here denominated critical. They supported their statements with evidence, either from their personal lives and professional experience, or from the texts they had read. There were mainly statements of agreement, rather than disagreements, however. The most notable example of discord came for Team I, who had three incidents. The other teams used qualifying comments, to offer a different perspective of a concept, but never evidenced any discord as to interpretation of concepts. They might have disagreed as to technical procedure with the task, but not as to the academic comprehension.

### **Evidence of Social Construction of Knowledge**

The teams varied in the numbers of episodes in which they showed dialogical participation, but there were mainly episodes that reached the critical level of the socio-cognitive domain. Abundant anecdotes from their lives were offered to ground theoretical considerations from readings. Quotations from course readings were commonly offered to support generalizations and opinions. The most common moves were extensions: after one student initiated, another brought in more evidence to support what was proposed or to exemplify. There was some use of qualification and this exemplified negotiation of meaning, such as the conflict episodes in Team I. Many rhetorical questions were used and at times there was actual eliciting of opinion about a topic or issue, but true speculation was not common or followed up, if introduced by one student. The cognitive depth was not necessarily greater in those teams that had perfectly dialogical participation. For Team V, for instance, there was much identification with experiences classmates shared, but not necessarily in depth exploration of the issues surrounding the topics. In many cases, the long expository messages would be of more cognitive depth, although there were also lengthy narrations of the history of the computer, which merely relayed facts without any personal assimilation of or reaction to the content.

The students' interpretation of their role influenced the way they would participate in the forum. In many cases, they implied that their role was to transmit information, and if they each did so, and someone composed an essay combining their ideas, they had fulfilled the obligations of the forum. Others showed a more collaborative role and seemed to imply that they saw their role as not only sharing messages, but also interpreting others' and offering feedback. These differences in role were usually exemplified by their dialogical stance: if they talked "to" each other, they usually felt themselves responsible for engaging in verbal interaction; if they just sent messages without addressing each other, they felt they were basically information givers.

### CONCLUSIONS: COLLECTIVE MONOLOGUE IN A VIRTUAL VACUUM?

The methodology did seem to show what was happening in the discussions and suggests that a qualitative approach is quite appropriate for discovery, for revealing unknown phenomena before a researcher can establish a specific list of hypotheses to prove or disprove. Modifications of techniques borrowed from traditional discourse analysis still worked; messages and episodes were workable units of analysis, whereas utterances probably would not have been, especially since some postings of summaries were three pages long! The narrative descriptions showed how students were writing to each other: the variety of styles, lengths, formality/informality, personal/impersonal, narrations, evaluations, questions, appeals, encouragement, exclamations—the gamut of human speech was shown because no methodological strait jacket was limiting the description. Furthermore, Barnes four basic categories, though simple, showed how an idea once initiated became part of a dialogical chain, which used extending, eliciting, or qualifying. These moves allowed the dynamic nature of the messages to be revealed. Then the socio-cognitive levels, also simply identified, illustrated the basic reasoning used by the student, whether a mere opinion without support, an example of reasoning with evidence, or a meta-cognitive evaluation or hypothesis.

The study showed that there was a great variation among individuals and teams as to the kind of participation, as exemplified in the orientation of their messages. They also interacted in different amounts, but generally there was a very uneven amount of participation. It does not matter that the students are able to share meaningful constructions if they do not all do so symmetrically. Potential is not realization. Furthermore, the “diversity of perspectives,” as signaled by Brookfield and Preskill, is not as diverse as it should be when the messages come from only a few (1999, p. 22).

The way teams organized themselves and elaborated the essay was also different, but about six of the twelve teams did work collaboratively, with more than one person drafting the essay or parts of the essay. There did not seem to be any correlation between the amount of socialization and the number of dialogical episodes, for instance. Nor did instructor participation or lack of participation influence except in the addition, in some cases, of one short content episode, as described in the results.

As signaled in the literature review, in a virtual environment, where students can not see or hear each other, strategies that can help them get to know each other and personalize the anonymous environment can be important, and the lack can affect “perception, cognitive interpretation and communication behavior” (Sproull & Kiesler, 1986). One element of socialization is the interest that people show in each other, represented, for instance, by the greeting of “how are you?” Such greetings are social conventions that nevertheless imply some interest in the other person. The virtual environment seemed to make most students forget social conventions such as greetings, introductions, acknowledgement of presence or absence of persons or their messages. This is surprising because Latin Americans are considered to belong to “high-context cultures, which rely more on non-verbal context and behaviors than on abstract, verbal symbols of meaning to communicate” (Novinger, 2001, p.164). For high-context cultures more background information is needed “before effective communication can occur,” yet these students dispensed with that background information that would normally precede interaction in every day life (Trompenaars, 1998, p. 92). Therefore, communication strategies from speech did not transfer into the virtual environment, and while their lack might not have actually hindered communication, their presence might have facilitated it.

Although a prevailing tone was noted for teams, within any one team there could be a variety of tones among individuals. A playful, expressive message full of slang and exclamation points could be followed by a dry narration of the history of microchips. However, it seemed that the prevailing tone was suggestive, though not determinant, of the kind of participation of the teams.

The cognitive depth reach was all beyond the range of the social dimension. This was due partly because the analysis took content messages, which could be presumed above the social just because of their orientation, and partly because graduate students were certainly mature enough to discuss in the dimensions of opinionated, critical and reflexive. The students' comments in all of the teams were mainly in the critical level because they offered evidence for what they said. The nature of the questions, asking for personal experience, prompted them to take theoretical foundation from

the course readings and support it with events from their personal lives, their experience at work, and especially their experience as teachers and students. Although they did not often become reflective, at least there was not just a proffering of opinions as Morgan (1996) had suggested.

Brookfield and Preskill recommended dialogue as a way to "investigate assumptions," but there was little evidence of students changing their initial points of view., mainly because the tendency was to extend and support what a teammate had said, rather than debate alternative points of view. As exemplified, only Team I had episodes of discord, which did require the students to question and defend their own points of view. The issues that proved most controversial were the concept of technology as a "neutral" tool or as an active factor influencing people's way of life and changing people's culture, the negative and positive effects of technology on people, and the marginalization of some sectors of society as to access. As far as "connection to a topic," the teams only had an average of 15 turns for all their content episodes in the whole forum: not very many for six students, as were on more than half of the teams.

There was evidence of social construction of knowledge, but there were many monologues, a mean of 29 % for all teams, in the case of messages no one referred to or answered. It should be remembered that an on-line textual environment is deprived of the wealth of signals they can be conveyed from speaker to listener and vice-versa in speech. Brown has pointed out the difference between text and speech with respect to such signals:

As anyone who has worked on interactive speech knows, one of the most striking differences between transcripts of speech and written texts is the density of signals from speaker to hearer about how to 'take' the message, and from hearer to speaker indicating whether or not the message has been adequately received and understood (1995, p. 30).

It is not denied that sending a message was an attempt to participate in knowledge construction, and could have helped other participants learn. Indeed, in the Bakhtian sense, "writing is a social activity--one that establishes a relationship between the writer, the writing, and the reader," as Flores maintains (1990, p. 109). Nor is it denied that deep individual reflection may have been the result of the students' participation in the forum. However, for the purpose of this analysis, there could be no evidence of the effect of the messages no one responded to. The only evidence here must be determined from what is visible in the textual responses.

Although the study focused on the content episodes for discourse analysis, there was still cooperative learning when the students did the essay with each contributing a part of the product, or co-editing an initial product. Their active syntheses required qualification, extending and eliciting, also. "Weaving" was evident as students reviewed their companions' messages and listed the main ideas covered in preparation for the essay (Feenberg, on-line).

Perhaps one of the most appalling lacks in the forum was the quality of "empathy" which Brookfield and Preskill believed could result from discussion (1999, p. 22). There were no examples of flaming or rude messages; the problem was more a lack of response to those who offered personal introductions, motivating comments, and attempted to personalize the forum. The participants in Team IX certainly showed no empathy for the American with the connection problems in Costa Rica, nor for students who offered warm messages of enthusiasm or offered a suggestion and received no response at all. This seemed to demonstrate the "brutal silence" that Feenberg referred to (on-line). Although the whole forum couldn't be classified as collective monologues in a virtual vacuum, there were certainly many messages throughout the week that went unanswered or ignored.

## RECOMMENDATIONS FOR PRACTICE

The numerous unforeseen technical problems would suggest that more technical and pedagogical support is needed and more communication with the students, so that they are aware of that support. When students have problems, they should know where to turn for help.

Apparently the students could also use instruction in how to use the technological platform of HyperNews, in this case. Even though there is a Web site provided by the program to allow students to practice, perhaps courses could have an introductory session, showing students how to use it, especially how to maintain the threads of a discussion visible and give suggestive titles to their messages. Bullen ( 1997, p.208) also found that students in his study were not prepared to work on-line and suggested training to allow freer participation.

If reflective discussion is desired, then, as stated previously, a list of questions does not seem to encourage it. The practice of adjacency pairs as recognized in Conversation Analysis, perhaps influences the phenomenon of question-response, (i.e. certain questions triggering certain responses), and should be taken into consideration for structuring forums. Students could perhaps first learn about how discussion can help them construct knowledge, contemplate different points of view, and come to broader understanding of an issue, before actually participating in the forum. Indeed, Morgan (1996, on-line) recommends structuring forums by issues that can be discussed and explored rather than topics that one only needs to have an opinion about.

There could be explicit suggestions that the discussion be open, in Barnes' sense of "exploratory." As a general recommendation, participants could be encouraged to thoughtfully answer each other, to seek to co-construct knowledge, rather than merely transmit it. (However, this is admittedly a personal bias, and may not be endorsed by the instructor of the course, because the two remaining forums had the synthesis of articles as an objective.) In any case, both the instructor and the students should be aware that there are different possibilities with discussion, and ensure that the forums are used to reach the proposed objectives.

Another recommendation is to teach the participants how the forums could become more personal, and hopefully encourage greater interaction. Students could learn to bring some of the conventions and rituals from the outside world to the virtual one. They could become aware that a lack of response to a comment could trigger misunderstanding. Beuchot (2001), in his research into a CMC forum also explained the value of interpersonal interaction in his conclusions:

Fostering support, appraisal, interest in others' comments, as well as sharing insights and opinions among a collection of virtual learners may help them improve the quality of interactivity to socially construct meaning...(p.300)

In addition, the instructor and facilitator could intervene more, without weakening the pedagogical model of student-centered learning. They could model how to use the software messaging system, how to phrase appropriate responses that connect with what another had said. They could show explicit interest and concern for the participants' personal well-being, participation in the forum, and student mastery of the content.

Finally, if discussion is to be given importance within a course, the process itself needs to be evaluated not only the "collaborative" result, which in about half of the teams in this study was done by a sole individual. Perhaps assignments other than essays could be the result of collaborative work, which would require discussion, but the product would not only be a synthesis of that discussion, as in the case of an essay.

Finally, it is perhaps too optimistic to simply proclaim student-learning and warn even graduate students that they are responsible for their own learning after years in which they depended on a teacher to determine what was relevant and what was not. Perhaps what is necessary is to find strategies to develop values in students that will promote the rich interaction that is possible in on-line forums. This is the recommendation of Handa:

Most of all we can encourage two important values in our students:

- (1) a sense of community which values communication and the views of others and
- (2) a belief that their own work contributes validly to that dialogue ( 1990, p. 174)

## LIMITATIONS OF THE STUDY

The researcher, though fully bilingual in Spanish, is not a native speaker, and could misinterpret Spanish discourse, especially since the students came from other parts of Latin America besides Mexico. Fortunately, after over thirty years of living in Mexico, it usually becomes apparent when a lack of knowledge is hindering comprehension, and the researcher was able to consult experts in Spanish discourse from the Humanities Department at ITESM, Campus Monterrey, as well as the head of her doctoral committee. Nevertheless, the fine nuances in meaning in a second language always pose greater challenges, and could have been overlooked.

Will the results of this study permit generalizing to similar situations and groups? It would be presumptuous to imply so. The study was limited to one CMC forum in one course in one virtual university. It did have the advantage of analyzing twelve teams and sixty-six Latin American students, however. Still there are so many factors influencing social interactions, that each context needs to be studied before generalizations will be possible. What is hoped is that the study did throw light on the process of social construction of knowledge in computer forums and the many factors influencing its realization.

Since researcher bias may lead to erroneous interpretation of data, an attempt was made at the beginning of this study, to elucidate the assumptions influencing this research that would be essential to the interpretation of discourse analysis of CMC within an educational context. Furthermore, as was outlined in the methods, there were reasons guiding the selection of the hosting university and the type of course with the discussion forums; however, it was where the researcher was studying, and this could have influenced objectivity.

Another possible weakness in the study is that since it was ex post facto, there was no access to other data for triangulation. However, the object of study was the written transcript of each team's messages within the forum, and other methods of obtaining data, such as course documents or interviews, would not necessarily have contributed to the analysis of discourse. Rettig states that in order to understand the differences in social reality, it is necessary to "penetrate the world of others" without "disturb[ing] the delicate balance between evidence and the personal meaning with which the evidence is endowed" (1990, p.12). Because of this, he doubts the use of questionnaires, laboratory experiments, interviews, and evidence that is not "spontaneously generated at the moment of its dialogic construction with others:"

..most interviews, for example, tend to dislodge this tacit web of evidence and meaning because questions and answers are atuned to the theoretical world of the examiner rather than the world of reality of the respondent" (1990, p.12)

Although the researcher was not a participant, except in the Bakhtian sense, in which even readers participate in dialogue, the evidence for the study was generated through "dialogic construction with others" (1990, p.12). Furthermore, an effort was made to support the analysis and conclusions through extensive quotation of the students' comments, allowing the reader to corroborate the validity of the suggested interpretation. As Mason suggests,

validity of interpretation in any form of qualitative research is contingent upon the 'end product' including a demonstration of how that interpretation was reached. (1996, p. 150)

An attempt was made in this research to show exactly that.

## IMPLICATIONS FOR FUTURE RESEARCH

It should have become clear that even in a virtual environment, there are many contextual factors playing a role in a discussion. Although it was never a major objective in this study to evaluate the technological aspect of the course, the influence of access problems and difficulties using HyperNews was pervasive. Technical problems definitely hindered students from the construction of knowledge. Therefore, research, perhaps from an administrative point of view could help clarify what needs to be done to help students if they have problems getting connected. This experienced virtual university offers support, but somewhere there was a breakdown, and research is needed to find out where and how to remedy it. An evaluation of system-level and user-level problems needs to be conducted.

It is interesting that within any one team there could be such a variety of tones among individuals. A lengthy expository message could be next to a friendly interpersonal one from another member. It would be interesting to observe in a face-to-face discussion if such a variety of tones are possible, if someone can be expository when another is playful within minutes of each other's speech. The whole idea of turn-taking is thrown in a different light, and would be interesting to compare in both virtual and real settings.

Social construction of knowledge has been viewed from another perspective in this research, but it is still not apparent how to foster its development among students. Discussion should be one way to encourage it, but exactly how is still unclear, and more research on discussion a tool for learning, both off and on-line, could prove helpful. The potential is so great, if one remembers the fifteen benefits listed by Brookfield and Preskill (1999, pp.22-23). Yet what actually transpires, is not always the enriching, broadening, collaborative, exploratory process that it could be. Education could greatly benefit by research that tests the effect of different tasks on the quality of discussion.

Since the distinction between process and product suggests a need to evaluate both, research is needed to determine what kinds of evaluation prove most effective. Furthermore, the whole collaborative experience should be taken into consideration. How should collaborative endeavors be structured? How does commitment among members vary? What roles are played by teammates? What kinds of tasks are most appropriate for collaboration? What kind of final product should be sought? All these questions have been suggested by the analysis of team discussion in this forum.

Research could also focus on student, facilitator, and instructor perceptions of what was happening in the forums, rather than be limited to the analyst's interpretation. Questionnaires could capture the participants' point of view and be contrasted with the discourse analysis of the process.

Finally, more research is needed to examine teams discussing over a period of time, and how to foster the sense of community, especially in a virtual environment. It would be interesting to see if the teams in this study maintained the same characteristics in the last forum, for instance. Did participation become more symmetrical? Did students become more personal and friendly at the end, or did the anonymity of the first forum prevail? Did students who promised to make up for a lack of participation in the first project, fulfill that promise? In a similar manner, a study of teams participating over a greater period of time would be valuable.

Then, future analysis could focus on gender issues within teams, whether women are more cooperative and men more competitive, for instance, as has been suggested by Deborah Tannen's research (1990). Are different strategies and moves used differently by the different genders? All of the possible socio-cultural variations in dialect would be interesting to research in the on-line environment.

The present analysis is only a starting point which, it is hoped, may inspire future research and provide a foundation for further discourse analysis and research on on-line collaborative environments.

## REFERENCES

- Althaus, S.L. (1997). Computer-mediated communication in the university classroom: An experiment with on-line discussions. Communication Education, Annandale; Jul. 1997.
- Barnes, D. (1976; 2nd ed. 1992). From communication to curriculum. Portsmouth, NH: Boynton/Cook-Heinemann.
- Barnes, D. & Todd, F. (1995). Communication and learning revisited: Making meaning through talk. Portsmouth, NH: Boynton/Cook-Heinemann.
- Bates, A.W. (1995). Technology, open learning and distance education. New York: Routledge Studies in Distance Education.
- Bearden, R. & Durboraw, C. A. (in press) Crossing the Border: A Collaborative Project Using ICQ Chats between Spanish Learners in Texas and English Learners in Mexico. La Revista de Humanidades.
- Beauvois, M.H. (1997). Computer -mediated communication (CMC): Technology for improving speaking and writing. In M. D. Bush (Ed.) Technology-enhanced language learning. Illinois: National Textbook Publishing Co.
- Bednar, A.K., Cunningham, D., Duffy, T.M. & Perry, J.D. (1992). Theory into practice; How do we link? In T.M. Duffy (Ed.), Constructivism and the technology of instruction. (pp. 17-34) New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Berge, Z.L.(1993). Computer conferencing and online education. Arachnet electronic journal on virtual culture. [On-line]. Available: <ftp://ftp.lib.ncsu.edu/pub/stacks/aejvc/aejvc-vln03-berge-computer>.
- Berge, Z.L., & Collins, M.P. (Eds.). (1995). Computer mediated communication and the online classroom: Vol. 2. Higher education. NJ: Hampton Press, Inc.
- Bernard, M. L (1998). Gender interaction differences using computer-mediated communication: Can the Internet serve as a status equalizer? [On line]. Available: <http://wsupsy.psy.twsu.edu/bernard/Gender&Internet.html>
- Beuchot, Alberto. (2001). Interaction and Interpersonal Behavior in Academic Computer-Mediated Academic Forums. ITESM. Unpublished doctoral dissertation.
- Biber, D. (1986). Spoken and written textual dimensions in English: Resolving the contradictory findings. Language, Vol. 62-No. 2, pp. 384-414.
- Blum, K. D (1999). Gender differences in asynchronous learning in higher education: Learning styles, participation barriers and communication patterns. Journal of Asynchronous Learning Networks, 3(1). [On line]. Available: [http://www.aln.org/alnweb/journal/Vol3\\_issue1/blum.htm](http://www.aln.org/alnweb/journal/Vol3_issue1/blum.htm)
- Bordia, P. (1997). Face -to-face versus computer-mediated communication: a synthesis of the experimental literature. The journal of Business Communication. 34:1.
- Brilhart, J.K. & Galanes, G.J. (1998) Effective group discussion. Boston: Mc Graw-Hill.
- Brookfield, S. & Preskill, S. (1999). Discussion as a way of teaching: Tools and techniques for democratic classrooms. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Brown, G. (1995). Speakers, listeners and communication. Cambridge : Cambridge University Press.
- Brown, G. & Yule, J. (1983). Discourse analysis. Cambridge : Cambridge University Press.
- Bullen, M. (1997). A case study of participation and critical thinking in a university-level course delivered by computer conferencing. Unpublished doctoral dissertation. University of British Columbia, Vancouver, Canada
- Burgoon, J.K., & Hale, J.L. (1987). Validation and measurement of the fundamental themes of relational communication. Communication Monographs, 54, March 1987.
- Burgstahler, C. (1996). Equal Access to Computer Networks for Students and Scholars with Disabilities. In T.M. Harrison & T. Stephen (Eds.), Computer networking and scholarly communication in the twenty-first century university. (pp. 233-241) New York: SUNY.
- Carnoy, M. (1997). The Great Work Dilemma: Education, Employment, and Wages in the New Global Economy. Economics of Education Review. Vol.16, no.3, pp.247-245.
- Cifuentes, L., Murphy, K., Segur, R., & Sailaja, K. (1997). Design considerations for

- computer conferences. Journal of Research on Computing in Education. winter. Washington.
- Cognitive and Technology Group. (1992). Some thoughts about constructivism and instructional design. In T.M Duffy & D. H. Jonassen (Eds). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Collot, M. & Belmore, N. (1996). Electronic language: A new variety of English. In S.C. Herring (Ed.). *Computer-mediated communication: Linguistic, social and cross-cultural perspectives*. Philadelphia: John Benjamins Publishing Co.
- Columb, G. C. & Simutus, J.A. (1996). In S.C. Herring, (Ed.). *Computer-mediated communication: Linguistic, social and cross-cultural perspectives*. Philadelphia: John Benjamins Publishing Co.
- Computer-mediated communication in instructional settings (1994). *Communication Education*: Annandale. Apr. 1994.
- Cone, J. & Foster, S. (1993). *Dissertations and theses from start to finish*. Washington, D.C.: A.P.A.
- Derlin, R. & Erazo, E., (1997) *Distance learning and the digital library: Transforming the library into an information center*. In T.E Cyrs (Ed.) *Teaching and learning at a distance: What it takes to effectively design, deliver, and evaluate programs*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers. pp.103-109.
- Davis, B.H. & Brewer, J.P. (1997). *Electronic discourse: Linguistic individuals in virtual space*. Albany: State University of NY Press.
- Dodson, M.M. (2000). *Dialogue and interaction in computer-mediated communication: how undergraduate students socially construct knowledge through classroom discourse*. Unpublished dissertation. [Online]. Available:
- Duderstadt, J.J. (1997). Transforming the university to serve the digital age. *Cause/Effect*, 20, (4), 21-32.
- Duffy, T.M., Jonassen, D. H. (1992). *Constructivism and the Technology of Instruction: A conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Duffy, T. M. , Cunningham, D.J. (1996). *Constructivism: implications for the design and delivery of instruction*. In D.H. Jonassen (Ed.) *Educational handbook for educational communications and technology*. (pp. 170-199). New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Eastmond, D. & Ziegahn, L. (1995). *Instructional design for the online classroom*. In Z.L Berge & M.P. Collins, (Eds.) *Computer mediated communication and the online classroom: Vol. 3. Distance learning*. NJ: Hampton Press, Inc.
- Ferris, S (1996). *Women online: Cultural and relational aspects of women's communication in online discussion groups*. *Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21st Century*, 4(3-4), 29-40. [Online]. Available: <http://www.helsinki.fi/science/optek/1996/n3/ferris.txt>
- Flores, M. (1990). *Computer conferencing: Composing a feminist community of writers*. In C. Handa, (Ed.) *Computers and community*.
- Fowler, L. S. & Wheeler, D. D. (1996). *Online from the K-12 classroom*. In Z.L Berge & M.P. Collins, (Eds.) *Computer mediated communication and the online classroom: Vol. 1. Overview and Perspectives*. NJ: Hampton Press, Inc.
- Gallant, T. B.(1998). *Factors at work: Why constructing knowledge didn't occur in a cmc environment for community college co-op students*. Unpublished dissertation. [Online]. Available:
- Gay, L. R. (1996). *Educational research: Competencies for analysis and application*, 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.



- Green, L (1998). Online conferences: Lessons learned. Human Resources Development, Canada: Office of Learning Technologies [Online]. Available: <http://star.ucc.nau.edu/~mauri/moderate/lessonse.pdf>
- Grueller, L.M. (1993). Groupware and interpersonal text: The computer as a medium of communication. *Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21st Century*, April, 1993, 1, (2). [On-line]. Available: <http://www.helsinki.fi/science/optek/1993/n3/greller.txt>
- Gumperz, J.J. (1982). *Discourse Analysis*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. D (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal of Educational Computing Research* 16(4), 397-431.
- Handa, C. (1990). *Computers and community*. New Hampshire: Boynton/Cook.
- Harasim, L. (1989a). On-line education: A new domain. In R. M. Mason & A. Kaye (Eds.). *Mindweave: Communication, computers, and distance education* (chapter 4) [On line]. Available: <http://www.icdl.open.ac.uk/mindweave/chap4.html>
- Harasim, L. (1989b). On-line education: The future. In T.M. Harrison & T. Stephen (Eds.), *Computer networking and scholarly communication in the twenty-first century university*. (pp. 233-241) New York: SUNY.
- Harasim, L., Hiltz, S.R., Teles, L., & Turoff, M. (1997). *Learning networks*. Cambridge: The MIT Press.
- Harrison, T.M. & Stephen, T. (1996) *Computer networking, communication, and scholarship*. In T.M. Harrison & T. Stephen (Eds.), *Computer networking and scholarly communication in the twenty-first century university*. (pp. 233-241) New York: SUNY.
- Hartman, K., Neuwirth, C.M., Kiesler, S., Sproull, L., Cochran, C., Palmquist, M., & Zubrow, D. (1995). Patterns of social interaction and learning to write. In Z.L Berge & M.P. Collins, (Eds.) *Computer mediated communication and the online classroom: Vol. 2. Higher education*. NJ: Hampton Press, Inc.
- Hawisher G. E. *Cross-Disciplinary Perspectives: Computer-Mediated Communication (CmC), Electronic Writing Classes, and Research*. [On-line]. Available: [http://www.cica.indiana.edu/cscl95/outlook/45\\_Hawisher.html](http://www.cica.indiana.edu/cscl95/outlook/45_Hawisher.html)
- Henri, F (1992). Computer conferencing and content analysis. In A. R. Kaye (Ed.), *Collaborative learning through computer conferencing* (pp. 117-136). London: Springer Verlag.
- Herring, S.C. (1994). (Ed.). *Gender differences in computer-mediated communication: bringing familiar baggage to the new frontier*. Paper presented at the American Library Association Annual Convention. Miami. [On-line]. Available: [http://www.eff.org/pub/Net\\_culture/Gender\\_issues/cmc\\_and\\_gender\\_article](http://www.eff.org/pub/Net_culture/Gender_issues/cmc_and_gender_article)
- Herring, S.C. (1996). (Ed.). *Computer-mediated communication: Linguistic, social and cross-cultural perspectives*. Philadelphia: John Benjamins Publishing Co.
- Herring, S.C. (1999). "Interactional Coherence in CMC." *JCMC* 14 (4).
- Hettinger, G. (1995). *Raising the level of debate: The effects of computer mediated communication on group dynamics and critical thinking skills*. EDRS publication. ERIC\_NO: ED383300.
- Hills, B. (1997) *Asynchronous learning: Technology and pedagogical strategy in a distance learning course*. Teaching Sociology.
- Hillman, D.C.A. (1996). *Improved coding and data management for discourse analysis: A*

- case study in face-to-face and computer-mediated classroom interaction. Unpublished doctoral dissertation, University of Cambridge. [On-line]. Available: <http://www.macconnect.com/~hillman/research/toc.html>
- Jonassen, D. A (1992). Evaluating Constructivist Learning. In T. Duffy, & D. H. Jonassen (Eds) *Constructivism and the Technology of Instruction: A conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D. A (n.d.). Manifesto for a Constructivist Approach to Technology in Higher Education. In T. Duffy, D. Jonassen, & J. Lowyck (Eds), *Designing constructivist learning environments*. Heidelberg, FRG: Springer-Verlag [On-line]. Available: <http://137.195.128.40/ctl/msc/ceeag/paper11.html>
- Kanuka, H. & T. Anderson. On-line social interchange, discord, and knowledge construction. [On-line]. Available: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol3/issue3/anderson.html>
- Laurillard, D. (1993a). Balancing the Media. *Journal of Educational Television*. (19). 2.81-93.
- Laurillard, D. (1993b) *Rethinking university teaching: A framework for the effective use of educational technology*. New York/London: Routledge.
- Lawley, E.L. (1992). Discourse and distortion in computer-mediated communication. [On-line]. Available: <http://www.itcs.com/elawley/discourse.html>
- Linell, P. (1998). *Approaching dialogue: Talk, interaction and contexts in dialogical perspectives*. Philadelphia: John Benjamins Publishing Co.
- Mason, J. (1996). *Qualitative researching*. London: Sage Publications.
- Mason, R (1991). Analyzing computer conferencing interactions. *International Journal of Computers in Adult Education and Training*, 2/3, 161-173 (1992). Evaluation methodologies for computer conferencing applications. In Kaye, (Ed.). *Collaborative learning through computer conferencing*. London: Springer Verlag.
- Mason, R. (1997). Moderating educational computer conferencing. [Online]. Available: <http://star.ucc.nau.edu/~mauri/papers/mason.html>
- McLaughlin, Osborne, K., & Ellison, N. (1997). Virtual community in a telepresence environment. In S. G. Jones (Ed), Virtual culture: Identity and communication in cybersociety. London: Sage Publications.
- Moore, M.G. & Kearsley, G. (1996) *Distance education: A systems view*. U.S.A: Wadsworth Publishing Co.
- Morgan, M. C. (1996) Student rhetorical interaction in an email conference: A case study of a first-year writing course. Unpublished dissertation. [Online]. Available: <http://cal.bemidji.msus.edu/english/morgan/diss/>
- Murphy, K., & Collins, M. (1997). Development of Communication Conventions in Instructional Electronic Chats. *Journal of Distance Education*, 12(1/2), 177-200.
- Murphy, K. L., Drabier, R., & Epps, M. L. (1997). Incorporating computer conferencing into university courses. 1997 Conference Proceedings: Fourth Annual National Distance Education Conference, pp. 147-155. College Station: Texas A&M University.
- Newman, D.R., Johnson, C. , Cochrane, C., & Webb, B. (1996). An experiment in group learning technology: evaluating critical thinking in face-to-face and computer-supported seminars. *Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21st Century*. January. 4, (1), pp.57-74. [On-line]. Available: <http://www.helsinki.fi7science7optek/1996/n1/newman.txt>
- Newman, D.R., . B. Webb, & C. Cochrane. (1995). A content analysis method to measure critical thinking in face-to-face and computer supported group learning. *Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21st Century*. April, 1995. 3, (2), pp.56-77. [On-line]. Available: [http:// www.helsinki.fi7science7optek/1995/n2/newman.txt](http://www.helsinki.fi7science7optek/1995/n2/newman.txt)

- Owston, Ronald D. (1997). "The World Wide Web: A Technology to Enhance Teaching and Learning?" *Educational Researcher*, 26, (2), March. York University
- Pena-Pérez, J. B. (2000). Participation, interaction and meaning construction in a university-level course using a computer bulletin board as a supplement to regular class discussions: A case study. Unpublished doctoral dissertation. Cornell University.
- Postman, N. (1993). *Technopoly: The surrender of culture to technology*. New York: Penguin Books.
- Rabow, J., Charness, M.A., Kipperman, J.A., & Radcliffe-Vasile, S. (1994) *William Fawcett Hill's Learning Through Discussion*, 3rd Ed. C.A: Sage Publications, Ltd.
- Rafaeli, S. & Sudweeks, F. (1998). Interactivity on the nets. In F. Sudweeks, M. McLaughlin, & S. Rafaeli (Eds.). *Network & netplay: Virtual groups on the Internet*. Cambridge: The MIT Press.
- Rafaeli, S., Sudweeks, F., Konstan, J., & Mabry, E. (1998). Project H: A collaborative study of computer-mediated communication [On-line]. Available: <http://www.arch.usyd.au/~fay/papers/techrep.html>
- Rettig, S. (1990). *The discursive social psychology of evidence: Symbolic construction of reality*. New York: Plenum Press.
- Rice, R.E., & Love, G. (1987). Electronic emotion: socioemotional content in a computer-mediated communication network. *Communication Research*. 14-1, Feb. 1987, pp. 85-108.
- Richardson, C.H. & Mellar, H. (1996) A methodology for the analysis of patterns of participation within computer mediated communication courses. *Instructional Science* 24: 47-69.
- Rogoff, B. (1995) Observing sociocultural activity on three planes: Participatory appropriation, guided participation, and apprenticeship. In J.W. Wertsch, P. Del Rio & A. Alvarez (Eds.). *Sociocultural studies of mind*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Romiszowski, A.J., & Mason, R. (1996). Computer-mediated communication. In D.H. Jonassen (Ed.), *Educational handbook for educational communications and technology*. (pp. 438-456). New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Rowley, D.J., Lujan, H.D., & Dolence, M.G. (1998). *Strategic choices for the academy*. San Francisco: Jossey-Bass, Inc.
- Schiffrin, D. (1994) *Approaches to discourse*. Cambridge: Blackwell Publishers, Inc.
- Shank, G. & Cunningham, D. (1996). Mediated phosphor dots. C. Ess (Ed.) *Philosophical perspectives on computer-mediated communication*. NY: SUNY.
- Silberger, K. (1996) Higher education electronic infrastructure. In Z.L Berge & M.P. Collins, (Eds.) *Computer mediated communication and the online classroom: Vol. 1. Overview and Perspectives*. NJ: Hampton Press, Inc.
- Smith, C. B., McLaughlin, M. & Osborne, K. (1998). From terminal ineptitude to virtual sociopathy. In F. Sudweeks, M. McLaughlin, & S Rafaeli (Eds.) *Network & netplay: Virtual groups on the Internet*. Cambridge: The MIT Press.
- Spivey, N.N. (1997). *The constructivist metaphor: Reading, writing and the making of meaning*. San Diego: Academic Press.
- Sudweeks, F., & Allbritton, M. (1996). Working together apart: Communication and collaboration in a networked group. In C. D. Keen, C. Urquart, & J. Lamp (Eds.), *Proceedings of the 7th Australasian Conference of Information Systems (ACIS96)*, Vol. 2, 701-712 [Online]. Available: <http://www.arch.usyd.edu.au/~fay/papers/acis96.html>
- Systems of distance education. [On-line]. Available: <http://www.cudenver.edu/public/education/eduschool/issues.html# issues> (1997, May 22).
- Sudweeks, F., McLaughlin, M., & Rafaeli, S. (Eds.). (1998). *Network & netplay: Virtual groups on the Internet*. Cambridge: The MIT Press.
- Tannen, D. (1990). *You just don't understand: Women and men in conversation*. New York: Ballentine Books.
- Trompenaees, F. & Hampden-Turner, C. (1998). *Riding the waves of culture*:

- Understanding diversity in global business. New York: Mc Graw Hill.
- Voiskounsky, A. E. (1998). Telelogue Speech. In F Sudweeks, M. McLaughlin, & S.Rafaeli, (Eds.).Network & netplay: Virtual groups on the Internet. Cambridge: The MIT Press.
- Vygotsky, L. (1999). Thought and Language. (Rev.ed.) Cambridge: The MIT Press.
- Wagner, E. (1997). Interactivity: From agents to outcomes. Cyrs, T.E. (Ed.) (1997). Teaching and learning at a distance: What it takes to effectively design, deliver, and evaluate programs. San Francisco: Jossey-Bass Publishers. pp.19-26.
- Walther, J. B. (1997). Group and interpersonal effects in international computer-mediated collaboration. Human Communication Research. Thousand Oaks: Sage publications.
- Williams, H. L., & Merideth, E. U (1995). Internet outposts: Communication patterns in computer-mediated classrooms [Online]. Available: [http://www-coe.uh.edu/insite/elec\\_pub/html1995/172.html](http://www-coe.uh.edu/insite/elec_pub/html1995/172.html)
- Yates, S.J. (1996). Oral and written aspects of computer conferencing. In S.C. Herring (Ed.). Computer-mediated communication: Linguistic, social and cross-cultural perspectives. Philadelphia: John Benjamins Publishing Co.

# HACIA DÓNDE VA LA EDUCACIÓN

Gabriela Bourgé y Lourdes Epstein

## 1. Posibilidad de la educación

La cultura encuentra sus condiciones de posibilidad en la capacidad que tiene el ser humano de aprender y de comunicar lo aprendido. Con lo cual tenemos una reformulación de la definición presentada por Jacinto Choza<sup>1</sup> respecto del viviente, como aquél que recoge y transmite información autónomamente por parte del emisor - receptor. De aquí se infiere, una radical diferencia del hombre respecto del resto de los vivientes: su carácter esencialmente sociable. Dado que el hombre no posee una ordenación unívoca respecto de sus fines (ni por tanto de los medios), sino que tiene, en cierto sentido, que inventarlos, la transferencia de información de un hombre a otro en comunidad, es necesaria para asegurar la supervivencia. La noción de comunicación humana funda entonces sus raíces tanto en la libertad y su posibilidad creativa, como en la insuficiencia del ser humano para abarcar por sí mismo y desde sí mismo, inventando y descubriendo, la satisfacción de sus necesidades. Los procesos naturales tienen como fundamento la *physis*, y los procesos históricos, es decir, culturales, tienen como fundamento el arte, o sea la libertad. Por lo mismo, en lo que respecta a la cultura es el hombre quien colectivamente propone los fines, y así configura una superestructura que acoge dialécticamente lo orgánico y lo supera. “Desde la ciencia, mediante la técnica, los individuos de la especie humana descifran y recombinan los procesos energéticos del mundo físico y del mundo de los vivientes”<sup>2</sup>. Una aclaración es de suma pertinencia en este punto. Si bien hemos declarado que la capacidad de autodeterminación es esencial en el ser humano, esto no quiere decir que sea absoluta. La reflexividad cognoscitiva es principal en el hombre respecto de su automovimiento, es decir, en el orden del operar, pero no en el orden del ser. La potencialidad humana está determinada por una forma que no se da él mismo, sino que le viene dada por naturaleza: desde nuestra más sencilla experiencia identificamos que las capacidades humanas, con todo y ser las más abiertas de entre los vivientes que conocemos, tienen sus limitaciones y ciertos patrones de expresión. La cuestión que se plantea con especial urgencia en este punto consiste en preguntarnos si por naturaleza también el hombre posee un fin. La autodeterminación humana -en que consiste la libertad- es posible claramente respecto de los fines intermedios, que alcanza cognitivamente mediante su capacidad intelectual y elige más allá de las determinaciones biológicas o sociales. No deja de ser cierto que el hombre no está unívocamente determinado a un fin supeditado a una estructura originariamente natural, pero por eso el proyecto moderno de sustituirlo desde la *práxis* o la *poíesis* ha constituido una tentación hasta nuestros días. En la investigación anterior había

---

<sup>1</sup> “Un ser vivo es el que recibe y transmite información, y la vida consiste en eso en cuanto que el viviente se distingue de la información y permanece en algún sentido idéntico a sí mismo o en sí mismo mientras la información varía, se recibe y se transmite”

planteado que la misión propia del hombre no es conquistar su esencia, sino *realizarla* en la justa medida y proporción de las disponibilidades que con ella le hayan sido conferidas y de las posibilidades que las circunstancias le ofrezcan. Se trata efectivamente de realizar el ser que se es sin apartarse de las ordenaciones de la humana personalidad. Porque se corre el riesgo de realizar el ser que no se es usando de la libertad. Para liberarse de esta *nihilidad*, el hombre debe aprestarse a la realización del ser que posee<sup>3</sup>. Pero es en este punto donde se centra la cuestión central de este ensayo, ya que si la educación, como se verá más adelante, consiste en la conducción del ser humano a su estado perfecto de hombre en cuanto hombre<sup>4</sup>, tomando habida cuenta de su equívoca orientación al fin, será imprescindible ahondar en los presupuestos antropológicos que subyacen bajo estas afirmaciones y sobre las condiciones de posibilidad del conocimiento de los mismos. Por lo pronto hay que asentar que la investigación precedente ha intentado formular ciertas premisas básicas para continuar hacia la fundamentación de la finalidad del proceso educativo. Es decir, tomando en cuenta el ser de lo humano, o al menos los cuestionamientos que frente a él se aparecen, ¿qué se podría decir respecto del ser en que consiste la educación? En el orden del ser, no es necesario apelar a la educación para definir al hombre. Sin embargo, su realidad aparece con carácter de necesidad en el orden del obrar. Y esto por tres razones:

1. La composición de acto y potencia en la sustancia humana, implica la necesidad de un movimiento que tiene un principio incitador externo. Como todo movimiento, el devenir humano es un tránsito de lo que *todavía* no es a lo que es *ya*; y precisamente es este tránsito el que hace referencia al ámbito exterior respecto del sujeto que se mueve, puesto que la interioridad del mismo es insuficiente para la consecución de su actualidad. Por esto se dice que el hombre, como ser vivo, es un sistema abierto a la realidad que lo rodea.
2. El tema de la educación adquiere vital importancia en lo que se refiere a la ausencia de determinación del hombre respecto de su fin, es decir, su libertad. De aquí se deduce la necesidad del hombre de aprender de su propia naturaleza, o de lo que significa su mismidad, para desarrollarse de acuerdo con un fin que debe descubrir en su misma forma de ser y, así, ser verdaderamente libre.
3. La insuficiencia antes citada del hombre para descubrir-inventar por sí sólo todo lo que necesita para su proceso de autorrealización. De aquí se deduce la necesidad del hombre de aprender de otros: del bagaje cultural que le antecede: "Hay que tener en cuenta, dice Tomás de Aquino, que a causa de que el hombre por naturaleza es un animal social - que tiene muchas carencias para vivir y que él mismo no se las puede proporcionar - es necesario que el hombre naturalmente sea parte de una multitud la cual le proporcionará ayuda para vivir bien. Esta ayuda la necesita por dos cosas:

---

<sup>2</sup> CHOZA, op. cit., p. 40.

<sup>3</sup> Cfr. GONZÁLEZ Álvarez Ángel: Filosofía de la Educación, Ediciones Troquel, Buenos Aires, 1967, p. 48, 49.

<sup>4</sup> Cfr. Suma Teológica, III, q. 41, a. 1

- a) Primero, para aquellas cosas que son necesarias para la vida y sin las cuales la vida misma no se daría, para esto recibe ayuda de la *multitud doméstica*, de la cual es parte. Así, todo hombre recibe la generación y la disciplina de los padres. Y de manera semejante, de cada uno de los que son parte de la familia doméstica, se ayudan entre sí para las cosas necesarias para la vida.
- b) En segundo lugar, se necesita de la ayuda de otros, de los cuales se es en parte, para perfeccionar su vida, es decir para que el hombre no sólo viva, sino que viva bien, teniendo todas las cosas que son suficientes para vivir. Desde este punto de vista, el hombre es ayudado por la *multitud civil*, de la cual también es parte, no solo para las cosas corporales (...), sino también de las cosas morales”<sup>5</sup>.

En estricto sentido estas tres razones convergen en una sola realidad, pues lo único que precede a la esencia de la educación es la disposición potencial en el hombre para ella, prefigurándose aquella como una necesidad de orden, que guía al sujeto a la consecución de un fin al que no tiende con necesidad. “El buen ejercicio de las operaciones humanas manifiesta a nuestra percepción intelectual la existencia de la educación”<sup>6</sup>. Si el hombre específicamente se caracteriza por la libertad que tiene, hay que concluir que solamente poseemos - en tanto que hombres - nuestra naturaleza en la medida en que libremente la tenemos, o, lo que es igual, si la aceptamos libremente. La aceptación de nuestro ser no tiene sentido de una manera estática y directa, sino que es esencialmente indirecta y operativa. Consiste en querer actuar conforme a lo que somos y, por tanto, en obrar en consecuencia. En el ámbito de la libertad puede el hombre fallar su propio ser. Y en este sentido, y considerada negativamente, la educación es la obra que el hombre realiza para limitar este fallo. De un modo positivo, la educación es la actividad encaminada a la conformación de la libertad humana con nuestras propias exigencias naturales<sup>7</sup>.

## DEFINICIÓN DE EDUCACIÓN

En este planteamiento, como en la investigación anterior, el autor sobre el que se basa esencialmente esta exposición es Tomás de Aquino, en el texto de *Suma Teológica*, III, q. 41, a. 1. y *De Magistro*, en *De Veritate* q. 11, a. 1 y 2. El aquinate, según la reconocida opinión de varios autores, no da una definición en forma de la educación. Sin embargo, todos coinciden en admitir la siguiente como la más expresa y representativa de su pensamiento:

---

<sup>5</sup> Premios a Aristóteles. *Ética*. Revista Tópicos (3), traducción de Jorge Morán C, Universidad Panamericana, p.129, 130.

<sup>6</sup> GONZÁLEZ A., op. cit., p. 31.

<sup>7</sup> Cfr. MILLÁN Puelles Antonio: *La Formación de la Personalidad Humana*, Editorial Rialp, Madrid, p. 61, 62.

**“la naturaleza..no tiene solamente a la generación de la prole, sino también a su conducción y promoción al estado perfecto del hombre en cuanto hombre, que es el estado de virtud”<sup>8</sup>**

En esta definición de educación, las ideas de *traductio* y *promotio* que encabezan la fórmula constituyen la forma del ente educacional. Se reafirma en este momento que estamos hablando de una forma accidental, de carácter consecutivo, no constitutivo, desde donde esta conducción y promoción de la que hablamos, se refiere a una potencia, para dar como resultado una realidad ulterior o secundaria. El término a que aquella conducción y promoción se ordena es tan sólo un estado, que supone una generación ya dada, pues proporciona al ser lo que ésta no puede darle y de la cual, no obstante, es el presupuesto ineludible.

El término *prole* es el segundo elemento de la definición tomista que se analiza, y constituye, como veremos, el sujeto o principio material de la educación.

Obviamente, nos referimos al receptor de la formalidad educativa como causa material: el ser humano en tanto que susceptible de educación. Sin embargo, la noción de prole añade a la de hombre una significación especial: la de ser fruto de una generación, desde donde se le atribuye una especial dependencia con aquellos agentes que lo generaron; en un sentido más amplio, esta especial significación alude a la dependencia del ser humano con sus congéneres en sociedad, con el fin de lograr la preservación de su bienestar, tema que ya fue analizado en la primera parte de este trabajo. El educando, más que sujeto de educación, es sujeto del proceso educativo, que como todo movimiento, es un acto del ser en potencia en cuanto está en potencia. La potencialidad para la educación y la forma educativa, gozan de simultaneidad, ya que el sujeto humano, no siendo pura actualidad, constituye un sistema abierto a ulteriores determinaciones. La razón remota de esto se encuentra en la composición de esencia y existencia, de materia y forma en la entidad y esencia humana. Y en última instancia, la raíz próxima de la educabilidad se encuentra en el uso de la racionalidad; sólo encontramos posibilidades de habituación en las potencias racionales, o en aquellas que obran bajo el imperio de la razón<sup>9</sup>.

## **1. Los agentes de la educación**

Según Aristóteles “entre las cosas que devienen o llegan a ser unas son producciones de la naturaleza, otras del arte y otras del azar”<sup>10</sup>. Esto puede aplicarse a la educación pues también ella es algo que procede de algo en virtud de algo. La pregunta por el “algo” en virtud del cual la educación se realiza o el hombre deviene educado, es la que nos sitúa ante la cuestión de la

---

<sup>8</sup> Suma Teológica, III, q. 41, a. 1.

<sup>9</sup> Cfr. GONZÁLEZ A., op. cit., p. 65.



causa eficiente, la cual se define como “el principio por cuya operación algo pasa del no ser al ser”.<sup>11</sup> La educación es una producción simultánea de la naturaleza y del arte, por la cual se produce una maduración cualitativa en el hombre. Maduración que no se explica como mera resultancia natural, sino a tenor de una formalidad teleológicamente establecida. Esto plantea una postura intermedia entre el Naturismo y el Historicismo, pues admite que el devenir perfectivo humano sigue una patrón natural y, al mismo tiempo, es creativo y esencialmente susceptible de ser comunicado a otro por medio del arte. El hombre tiende a la perfección educativa por naturaleza, pero alcanza esta determinada perfección procediendo según naturaleza. Lo cual significa que la educación, como producto, aparece en el término de un proceso de realización con intervención de principios activos intrínsecos al educando y de agentes extrínsecos al mismo. Ciertamente las formas naturales preexisten en la materia, pero no en acto, sino sólo en potencia. De ella son reducidas al acto por efecto de una causalidad eficiente en un doble sentido: por un principio intrínseco que no excluye, por otro lado, la participación de un agente extrínseco, sino que lo asume.

Así como se asume cierta relación entre la forma y el fin de la educación (conducción y promoción al estado de virtud), el texto tomista que se analiza, pasa ahora a establecer la relación entre la causa material y la eficiente dentro del proceso formativo, refiriéndose al concepto de “potencia activa”; la sola enunciación de este concepto basta para justificar la relación aludida. Se pasará, entonces, a la consideración de aquello en lo que ésta consiste.

Siguiendo con el texto *De Magistro*, Tomás de Aquino hace una referencia al principio material de la educación, que completa lo que anteriormente se dijo cuando se hizo referencia a este tema, y que posibilita la consideración posterior y directa de la causa eficiente. Menciona dos clases de formas naturales preexistentes en el sujeto o educando, según se refieran a las facultades propiamente educables, la voluntad o la inteligencia: “el hábito de las virtudes preexiste en nosotros ya antes de su consumación, en ciertas inclinaciones naturales que son como incoaciones suyas; pero, después, el ejercicio de las obras correspondientes lo lleva a la debida consumación. Sin embargo, si el ser humano puede ser sujeto y agente completo del proceso educativo, ¿en qué sentido puede hablarse del agente extrínseco antes aludido? “Cuando algo preexiste en potencia activa completa, el agente extrínseco no interviene más que como auxiliar del agente intrínseco, aportándole los elementos que le ayudarán a pasar al acto”<sup>12</sup>. En última instancia, la necesidad de establecer una causa eficiente extrínseca de la educación, no es formalmente absoluta, sino materialmente relativa a la condición humana en cuanto tal. En un sentido positivo, la ausencia de determinación humana respecto de su fin, la libertad, da razón de ser a esa ayuda que recibe del exterior para poder explicar exhaustivamente la realización del proceso educativo. Por otro lado, el hombre no es un ser perfecto, sino composición de acto y potencia, desde donde esencialmente requiere esta

---

<sup>10</sup> ARISTÓTELES, *Metafísica*, L. VII; cap. 7.

<sup>11</sup> GONZÁLEZ A., *op. cit.*, p. 101.

ayuda: las facultades humanas están en potencia respecto de su acto propio y su ejercicio necesita ser provocado desde alguna realidad exterior. Por tanto, la apelación a determinados agentes exteriores vuelve a hacerse imprescindible.

## FINALIDAD DE LA EDUCACIÓN: UN NUEVO PUNTO DE PARTIDA

Partiendo de la analogía establecida entre la generación y la educación, según la cual, educar es al estado de perfección de la prole, lo que engendrar es al ser de ésta, se puede afirmar la existencia de un fin propio y natural de la actividad educativa, y en cuanto tal, causa en estricto sentido. Esto no implica que la finalidad educativa propiamente dicha excluya la confluencia del resto de los sentidos en que se puede connotar la finalidad; por el contrario, se afirma que las diferentes acepciones en que se puede hablar de finalidad, adquieren especificación causal en relación a la noción de fin natural (*finis qui*) como analogado principal.

De la misma forma, el carácter necesario que el fin natural conlleva en la intencionalidad no excluye la necesidad moral de adecuación libre, sino que, por el contrario, la explica. Es decir, el fin de la actividad educativa se le presenta tanto al educador como al educando como moralmente necesario, puesto que tiene un fundamento natural, sin que por ello signifique que sea un fin naturalmente impuesto. Ciertamente esta tesis sustenta una continuidad de la intencionalidad natural a la moral, en donde el fundamento óntico y epistémico de la segunda es la primera: la causa final en la definición de educación que se analiza es el *estado perfecto del hombre en cuanto hombre, que es el estado de virtud*.

Como última y principal hipótesis de este ensayo procederemos a la consideración de los elementos de la parte final de la definición tomista de educación según el orden que marca su propia enunciación. En cada uno de ellos intentaremos plantear las objeciones que la filosofía contemporánea pronunciaría a estos asuntos, tomando en cuenta la situación de la metafísica después de Kant: el imperialismo de la física como paradigma científico, la resolución existencialista-vitalista y la denuncia nihilista del anti-racionalismo. Sin duda estas objeciones alcanzan lo mismo los principios constitutivos de la educación como la finalidad de la misma en el planteamiento tomista. Sin embargo, nos parece que es en la intencionalidad educativa donde estas denuncias cobran especial interés, sobre todo si se toma en cuenta que la educación hoy en día debe habérselas con paradigmas culturales fruto del pensamiento del siglo XX, y en ellos tiene su punto de partida. Pareciera que el educador y el educando deben enfrentar, más allá de las realidades humanas inherentes al proceso educativo, una estructura cultural que experimenta el *pathos elusivo* de la plasticidad postmoderna: "los hombres pagan el acrecentamiento de su poder con el extrañamiento de aquello sobre lo cual lo ejercitan"<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Ibidem.

<sup>13</sup> HORKHEIMER y ADORNO: *Dialéctica del Iluminismo*, Editorial Sur, Buenos Aires, 1969, p. 22

De ninguna manera tenemos la intención en este momento de refutar las objeciones que a continuación vamos a presentar. Con todo creo justificado el sentido de este ensayo en el planteamiento adecuado de éstas para futura investigación. Como bien dice Pieper "filosofar consiste en preguntar, en discutir preguntas"<sup>14</sup> y con ello nos disponemos a vislumbrar los caminos para fundamentar la tarea educativa enfrentando el contexto desintegrado, pragmático y relativista de nuestra sociedad actual. Con esto presentamos como un asunto substancial, el tratar de establecer un análisis crítico de las posturas que suponen como "dogmática" la fundamentación metafísica y su posibilidad epistémica.

Dicho lo anterior procederé a plantear las objeciones en el siguiente orden: en cada una de ellas primero plantearé la tesis que concuerda con la definición tomista planteada con anterioridad; en cursiva haré los comentarios de presentación y cierre de la objeción; por último en negritas se encuentra la objeción que determinado autor suscribiría a ese planteamiento en particular.

## 1. La objeción positivista

Retomando la analogía entre el engendrar y el educar, se intenta justificar el sentido exacto del *status* citado en la definición, frente a la noción de *esse*, en el mismo sentido en que el accidente se contrapone a la sustancia. Y, al mismo tiempo que se habla de una contraposición, se plantea una estructura condicional: el estado que persigue la educación supone necesariamente un sujeto actual, con posibilidad de recibir ulteriores determinaciones, y en orden a un fin. Dice Tomás de Aquino que "la perfección de una cosa se da de tres maneras. En primer lugar, por constituirse la cosa en su ser. En segundo lugar, por sobreañadirse a ella ciertos accidentes necesarios para su operación perfecta. En tercer lugar, la perfección de una cosa se da por el hecho de que ésta alcanza algo distinto de ella como su fin"<sup>15</sup>.

*Puede verse ya con meridiana claridad que, la perfección a la que el status de la definición hace referencia es la que Tomás de Aquino señala en segundo lugar. Sin embargo este planteamiento supone en primer lugar la posibilidad epistemológica de enunciar con sentido la noción de esse substancial, para luego manifestar la diferencia respecto del concepto de per accidens. Confrontemos, por ahora, las objeciones que el empirismo y el positivismo lógico anteponen a esta posibilidad, para establecer la dificultad de la demostración de tal enunciado:*

**"Tendría yo sumo placer en preguntar a esos filósofos que fundan tantos razonamientos suyos en la distinción de sustancia y accidente, e imaginan tener ideas claras de ellas, si la idea de sustancia se deriva de las impresiones de sensación o de reflexión. Si nos es aportada por los sentidos, pregunto: ¿por cuál?; ¿y de qué manera? Si es percibida por los ojos, tiene que ser un color; si por los oídos, un sonido; si por el paladar, un sabor, y así de los demás sentidos. Pero nadie, creo, afirmará que la sustancia es o un color, o un sonido, o un sabor. Por consiguiente, la idea de sustancia tiene que derivarse de una impresión de reflexión, si es que existe realmente. Mas las impresiones de reflexión se resuelven en pasiones y emociones,**

---

<sup>14</sup> PIEPER Josef: Defensa de la Filosofía, Editorial Herder, Barcelona, 1989, p. 14.

<sup>15</sup> Suma Teológica, I, q. 6, a. 3.

ninguna de las cuales tiene posibilidad alguna de representar una sustancia. No tenemos, por tanto, ninguna idea de la sustancia, distinta de la de una colección de cualidades particulares, ni tenemos otro contenido o significado cuando hablamos o razonamos acerca de ella".<sup>16</sup>

*El problema no sería entonces manifestar que la educación adviene al educando como un accidente a la substancia, sino el sostener que hay una substancia que recibe y da sentido a las cualidades adquiridas en el proceso educativo. La intencionalidad de éste queda en entredicho dado que el aparato explicativo de la definición que veníamos manejando, supone una íntima conexión entre la formalidad constitutiva del educando y la causa final de la educación.*

## 2. La objeción historicista

Una vez localizado el sentido de estado dentro de esta triple perfección, es conveniente recurrir a otro texto en donde Tomás de Aquino señala su definición, como "una diferencia de posición en cuya virtud algo se dispone, según el modo de su naturaleza, en una cierta inmovilidad"<sup>17</sup>. De lo anterior se resalta que la educación intenta una situación determinada, que no posee el hombre por el sólo hecho de serlo, pero que a nivel de sus facultades se adquiere en relación esencialmente con él. Por otro lado, las nociones de posición y disposición nos hablan de un acondicionamiento del que procede cierta inmovilidad, en el sentido de una reafirmación de la propia esencia, no ya como un proceso natural, sino como un perfeccionamiento intencional. La educación se realiza sobre la base de una maduración cualitativa, en donde el sujeto del proceso pasa de un estado a otro necesariamente mejor. Aquí la diferencia de posición aludida no se inscribe en la línea del *esse*, sino en la que define al *bene esse* de su propio sujeto; de donde se añade a la noción de acondicionamiento, la de perfección. "Se dice que algo es perfecto en la medida que es en acto"<sup>18</sup>. Lo cual tiene que ver con las consecuencias del proceso educativo como movimiento, pues el hombre que deviene de esta manera se actualiza al moverse. La noción conjunta de acondicionamiento perfectivo añade así a la de proceso como movimiento, una significación extra, un plus cualitativo, desde donde se entiende como desarrollo o actualidad progresiva.

*La objeción que aquí se presenta hace alusión a la concepción del devenir humano como una colección de eventos, sin un punto de partida definido y sin un destino prefijado. La idea de cambio como avance en el sentido de mejora cualitativa o progreso (promotio) tomando en cuenta una configuración preexistente -potencia en relación a un acto- carece de sustento. Para gran parte de la conciencia contemporánea, la disolución de la metafísica y el fracaso del proyecto de la modernidad, le otorgan la posibilidad de manifestarse en contra de cualquier posibilidad teleológica en el devenir humano:*

**" Las cosas no tienen por sí un ser. El ser surge como una necesidad que el hombre siente frente a las cosas. ¿Cuál? Esta. EL hombre no es más que vida. Vivir es encontrarse náufrago entre las cosas. No hay más remedio que agarrarse a ellas. Pero ellas son fluidas, indecisas, fortuitas. No hay modo de hacer pie en su inquieto elemento.**

---

<sup>16</sup> Hume David: Tratado de la Naturaleza Humana, cit. por ARNAU et.al. en: Temas y Textos de Filosofía, Editorial Universidad, México, 1995, p.198

<sup>17</sup> Suma Teológica, II-II, q. 183, a. 1.

<sup>18</sup> Ibid, I, q. 4, a. 1c.

De aquí que nuestra relación con las cosas sea constitutivamente inseguridad. El átomo, si como creía la física antigua obedece a leyes inquebrantables, no puede, aunque tenga "espíritu", sentirse inseguro. Lo que le pasa está prefijado inexorablemente. Por eso la existencia del átomo no es un vivir. En cambio, si la bala que el fusil dispara poseyese "espíritu" vería su existencia como una trayectoria segura. Todo en su marcha está predeterminado por la necesidad física. En ningún momento tiene ella que resolver lo que va a hacer, por tanto, lo que va a ser en el momento siguiente. Dicho en otra forma: su existencia -su trayectoria- le es dada ya hecha, no es problema para ella. El "espíritu" de la bala actuaría simplemente como espectador que contemplaría el desarrollo de su vuelo aéreo desde fuera de él, sin intervenir en él. Por lo mismo, la existencia de la bala no tiene el peculiar carácter de un vivir. Vivir es verse obligado en cada instante a decidir lo que vamos a hacer, por tanto, a ser en el inmediato futuro. La vida no nos es dada ya hecha, sino que tiene que hacérsela cada cual y el espíritu de ese hombre no es primariamente espectador de su existencia sino autor de esta: tiene que ir decidiendo de momento a momento...La vida es en su más primaria esencia interrogación".<sup>19</sup>

*No cabe duda que la distinción kantiana entre ley física y ley moral sigue permeando el concepto de necesidad con que se estructuran las propuestas de la intencionalidad humana. En ello aparece sin duda la concepción existencialista que identifica la potencialidad con la nada, con un no-ser absoluto consecuencia de la objeción positivista a cualquier planteamiento metafísico.*

### 3. La objeción nihilista

La educación, que fenomenológicamente ocurre como un movimiento, tiene que ver con una potencia o privación referida formal y teleológicamente a un acto o perfección: el del *hombre en tanto que hombre*. Esto significa que el hombre atraviesa por un proceso a través del cual se confirma a sí mismo. Esta afirmación procesal tiene sentido en el ámbito de la libertad, que al mismo tiempo, es la referencia directa de la noción de *hombre en tanto que hombre*. De esta manera, puede decirse que el *perfectum statum* que la educación persigue ayuda al hombre a conformar o comprometer su libertad de acuerdo a sí mismo, desde donde se hace una referencia intrínseca al principio formal constitutivo de lo humano y, por otro lado, se alcanza una referencia final extrínseca en el mismo sentido. La causa final de la educación consiste en que el educando logre la recta conformación de su libertad, en la medida en que éste es susceptible de responder a las exigencias naturales de su modo específico de ser. Sin embargo, aquí habría que aclarar que, el postulado tomista, según el cual, la manera de obrar sigue al modo de ser<sup>20</sup>, no se cumple indefectiblemente en el caso humano, ya que respecto a él, el perfeccionamiento se dice de dos maneras: natural e intencional. La educación, como proceso de perfeccionamiento cuyo fin es la recta conformación de la libertad, presupone simultáneamente determinación natural y libre orientación, intervención humana que aprovecha los factores naturales<sup>21</sup>.

*Es claro que la perspectiva tomista toma en consideración desde su fundamento que la finalidad de los procesos humanos es esencialmente diversa que la de los movimientos físicos. Sin embargo, asume un punto de partida y un fin que no pueden ser transformados poéticamente.*

---

<sup>19</sup> Ortega y Gasset, J. ¿Qué es filosofía? Alianza Editorial. 2a edición, Madrid, 1981, Pág. 230

<sup>20</sup> Suma Teológica, q. 188, a. 1.

¿Qué ha pasado en el fondo? El sentimiento de carencia de todo valor ha sido adquirido al tomar conciencia de que el carácter global de la existencia no puede ser interpretado por medio de conceptos tales como "intencionalidad", "unidad", o "verdad". No hay ninguna meta ni finalidad en la existencia; no existe ninguna unidad totalizadora en la pluralidad de acontecimientos: el carácter de la existencia no es verdadero, es *falso*. Ocurre simplemente que uno carece de todo fundamento para autoconvencerse de la existencia de un mundo *verdadero*. En suma, las categorías "intencionalidad", "unidad", "ser", categorías que empleamos para darle algún valor al mundo, las *volvemos a eliminar*; de modo que el mundo parece carecer de todo valor (...) uno no puede soportar este mundo, y no obstante uno no quiere renegar de él (...) no estimamos lo que conocemos, y no tenemos derecho a seguir estimando las mentiras que nos debería gustar oír a nosotros mismos"<sup>22</sup>.

*La profunda influencia de este autor y sus progresivas interpretaciones contextualizan el extrañamiento que abraza nuestra forma de representar al mundo y a nosotros mismo; como diría Deleuze "la tumba de Dios es también la tumba del yo". Es este nihilismo sirve como resorte para el perspectivismo desde donde la intencionalidad humana, incluido el proceso educativo, se entiende no ya como algo definido, sino como pura disolución.*

## Conclusiones

Cuando comencé mi trabajo anterior no tenía otro objetivo más que analizar cabalmente la definición tomista de educación y las fuentes que a ella se referían. El día de hoy que releo esa investigación, nos damos cuenta de la necesidad de justificar las tesis que en ella sostengo, sobre todo frente a la experiencia cotidiana en el análisis de las circunstancias que rodean la responsabilidad práctica de la tarea educativa. En nuestra situación, me he preguntado ¿cómo aplicar una definición medieval a las necesidades educativas del siglo XXI?; dicho en otras palabras ¿cómo saber hacia dónde vamos con la educación sin los criterios para definir un punto de llegada? La respuesta que hemos intentado formular en este ensayo implica el inicio de un camino que intenta afrontar las objeciones que se le presentan a la Metafísica, como fundamentación y justificación del quehacer humano. Y es que en definitiva, la educación representa frente a este quehacer, un paradigma que revela la necesidad de establecer una finalidad en sentido prático y poético: el educar es un arte supeditado a un deber ser, ya que lo que se intenta aún no es; sin embargo el educando no es sujeto pasivo de la transformación ni un proyecto cultural orquestado desde la convención. La orientación exclusivamente técnica de algunas propuestas educativas ha enfrentado descabros que las conducen a la reflexión sobre su jerarquización axiológica; una vez enfrentados con la intencionalidad final del proceso, surge la necesidad de buscar un fundamento para regular su acción.

---

<sup>21</sup> Cfr. GONZÁLEZ A., op. cit., p. 77, 78.

<sup>22</sup> Nietzsche, La voluntad de poderío, cit. por Hopenhayn M., Después del Nihilismo, Editorial Andrés Bello, Santiago de Chile, 1997.

**TEACHING PRAGMATICS WITH A COMPUTERIZED ACTION MAZE.** Tom Salsbury, Depto. Lenguas Extranjeras y Filología, Campus Ciudad de Mexico, ITESM; David Camps, Depto. Lenguas Extranjeras y Filología, Campus Ciudad de Mexico, ITESM; Rafael Ayala, Depto. Lenguas Extranjeras y Filología, Campus Ciudad de Mexico, ITESM; Annie Désaulniers Lavergne, Depto. Lenguas Extranjeras y Filología, Campus Ciudad de Mexico, ITESM

The presenters discuss the importance of pragmatics in foreign language instruction and present a prototype computer program focusing on pragmatics. It is generally accepted that a learner may have a high level of grammatical competence but a much lower level of pragmatic competence. Ideally, the classroom should provide language learners with practice in pragmatics, including why speakers of the target language select specific expressions as well as information about the content or level of imposition of requests, refusals, disagreements and other speech acts. However, not only do pedagogical textbooks often lack such information, but the need for careful attention to pragmatics, where students practice indirectness and modifications to their speech, is often absent in the communicative language classroom.

The presenters detail the development of a computerized action maze that provides instruction in the pragmatics of English. The computer functions as a platform from which the situations and participants are presented. Students come to a consensus in small groups as to an appropriate course of action. Students are aided in navigating the action maze through a help screen. In addition, the help screen contains a record of the dialogue that is developing between the participants in the situations presented.

The goal of the presentation is to share with the audience both the importance of pragmatics in foreign language teaching and to demonstrate a prototype computerized action maze that the presenters have been developing with the support of the *Fondo de Investigación* in the Humanities Division at the Tec de Monterrey, Campus Ciudad de México.

**Área: Humanidades**  
**Coordinador de área: Mtra. Blanca López Mariscal**

**Arte, religión, comercio e identidad nacional en la historia de  
México y España**

**Coordinadora de mesa: Dra. Claudia Reyes Trigos**



# RELATOS Y RELACIONES DE VIAJE AL NUEVO MUNDO EN EL SIGLO XVI: EL ESPACIO DE LA RECEPCIÓN

Blanca L. de Mariscal

En 1556, un año antes de su muerte, el geógrafo italiano Juan Bautista Ramusio publicó en Venecia el tercer volumen de su magna obra titulada *Delle Navigazioni e Viaggi*. La obra de Ramusio, como su nombre lo indica se encuentra constituida por una colección de relatos sobre viajes. Su tercer tomo, dedicado al Nuevo Mundo, está formado por una serie heterogénea de textos entre los que se encuentran lo mismo las *Décadas del Nuevo Mundo* de Pedro Mártir de Anglería, que las *Cartas de Relación* de Hernán Cortés; la *Relación* de Alvar Nuñez Cabeza de Vaca; una carta del Virrey Mendoza al emperador Carlos V; el texto del conquistador anónimo gentilhombre de Cortés o las narraciones de las exploraciones a la Cibloa y la búsqueda del Reino de las siete ciudades. Aparecen también en el volumen tercero, la *Historia natural de las Indias* de Gonzalo Fernández de Oviedo y su *Sumario*, así como la *Relación de la tierra por él descubierta* de Giovanni Verrazzano; discursos de Cartier, Diego de Godoy, Pedro de Alvarado, Nuño de Guzmán y Francisco de Xeres, que son seleccionados por Ramusio para formar su libro de las *Navegaciones y los viajes*. Posiblemente ésta sea la primera vez que un grupo tan nutrido y diverso de textos referentes al descubrimiento y la conquista de América se presentan publicados bajo el rubro de relatos de viaje.

En esta comunicación pretendo hacer una revisión de la forma como estos textos llega a manos de Ramusio y del proceso de recolección, traducción, edición e impresión llevado a cabo por este destacado miembro del Senado veneciano, humanista geógrafo y polígrafo del *cinquecento*.

Palabras clave Literatura, relatos de viaje, historia, discurso, siglo XVI, descubrimientos.

## 1. Introducción

Durante la primera mitad del siglo XVI las grandes ciudades europeas: Sevilla, Alcalá de Henares, Nuremberg, Amberes, Basilea, Roma, Florencia, Milán y muy especialmente Venecia, vivieron una intensa actividad editorial, dedicada tanto a la traducción y la edición de los textos clásicos como a la publicación de relatos en los que se narraban los viajes y los grandes descubrimientos que se estaban llevando a cabo al otro lado del mar. Desde muy tempranas fechas circularon en Europa continental cartas y pliegos sueltos en los que se divulgaba el nuevo conocimiento del mundo. Ya desde los primeros meses de 1493 se imprimió, y se reimprimió nueve veces, en Roma, París, Basilea y Amberes, la carta de Colón a Luis de Santángel, con el título *De insulis nuper inventis*. Otras de las cartas de Colón, fueron traducidas al italiano y al latín por Pietro Savorgnan; Nicolás Liburnio e impresa en Venecia y en Milán (1505, 1522 y 1522). Algo parecido sucedió con la carta de Américo Vespucio a Lorenzo de Médici (1502), de ella se conocen, sólo en la primera mitad del siglo XVI, unas cincuenta ediciones.<sup>1</sup> Las *Décadas* de Pedro Mártir de Anglería corrieron con una suerte similar; fueron copiadas y parafraseadas aún antes de que la primera edición saliera a la luz en Alcalá de Henares en 1516 y sucedió lo mismo con las *Cartas de relación* de Hernán Cortés. La segunda de ellas, escrita el 30 de octubre e 1519, que narra entre otras

cosas el encuentro con Moctezuma en la Ciudad de México-Tenochtitlan, fue publicada por primera vez en 1522 en Sevilla por Jacobo Cromberger, y en el mismo año de su primera edición fue reeditada en Italia y en Amberes. La segunda edición castellana apareció en Zaragoza 1523; y también de 1523 son una edición holandesa y otra latina publicadas en Nuremberg. Tenemos noticia de una edición más, italiana, publicada en Venecia en 1534 por Bernardino de Viario bajo el título de *Preclara narracione di Ferdinando Cortese della Nuova Hispana del mare oceano...*, y una más alemana del mismo año se publicó en Ausburgo.<sup>2</sup>

Es muy interesante reflexionar sobre los caminos que recorrieron estos relatos y cartas que nos dan noticias sobre los viajes de los descubrimientos y conquistas del Nuevo Mundo y sobre los procesos de publicación, circulación y apropiación de los textos que narran dichos viajes y observar la forma como estos textos rápidamente llegaron a la imprenta, aún y cuando en un principio estaban destinados a un interlocutor específico que en muchos de los casos era el mismo monarca o alguna de las figuras de los grupos en el poder, a las que el conquistador o el cronista se dirigían con el fin de informarle o de ganar reconocimiento por la empresa realizada. Los destinatarios de Colón son por un lado Isabel y Fernando y por el otro el escribano de los Reyes Católicos, Luis de Santángel; Vesputio escribe a los Medici; Pedro Mártir dedica las cartas que formarán sus *Décadas* en primera instancia al Cardenal Vicecanciller Vizconde Ascanio Sforza, al Cardenal Luis de Aragón, sobrino del Rey y a Iñigo López de Mendoza, Conde de Tendilla y Virrey de Granada;<sup>3</sup> y por último, Cortés envía su segunda *Carta de Relación* al emperador Carlos, que por esas fechas tendría veinte años de edad. ¿Cómo entonces, con tan ilustres interlocutores, las cartas fueron casi de inmediato del dominio público? ¿Cómo es que con una gran rapidez pasaron a manos de los impresores quienes a partir de su industria estaban transformando la forma en que se difundía el conocimiento en el Viejo Mundo? Javier Ordóñez en un interesante artículo sobre las ciencias en la época de Carlos V y sobre el advenimiento de la imprenta que había tenido lugar apenas en las últimas décadas del siglo anterior, apunta lo siguiente:

Aunque sea difícil valorar suficientemente la importancia que tuvo la industria de la imprenta en la difusión de los nuevos conocimientos, lo que sí se puede afirmar es que provocó por sí misma un terremoto cultural cuya onda sísmica afectó todas las formas del pensamiento.<sup>4</sup>

En algunos casos las cartas se publicaban sin la anuencia del autor. Pedro Mártir en su dedicatoria al príncipe Carlos se hace eco de esta realidad cuando refiriéndose a la *Década primera* asevera “que se había impreso sin contar conmigo...”<sup>5</sup> Pero en muchos otros casos, los textos impresos se encuentran acompañados de privilegios y de permisos de la Corona,<sup>6</sup> con lo cual podemos pensar que estas ediciones, que han tenido tan rápida difusión y penetración en diferentes países europeos se están utilizando como uno más de los medios que tenía a su alcance la monarquía para hacer evidente su poder.

Desde esta perspectiva no resulta entonces extraño que en la primera edición de la segunda carta de Hernán Cortés<sup>7</sup> el diseño de la portada contenga la imagen de un joven emperador, sentado con cetro y corona en una lujosa sala del trono por cuyos enormes ventanales se pueden contemplar campos cultivados y un edificio imponente en el horizonte (cf. figura 1). La cuarta carta<sup>8</sup> en cambio, así como los dos textos de Fernández de Oviedo<sup>9</sup> y la *Relación y Comentarios del Gobernador Alvar Nuñez Cabeza de Vaca*,<sup>10</sup> llevan en la portada de sus ediciones *princeps* el escudo de armas de Carlos V, enmarcado por grabados góticos y acompañados de leyendas como “Con privilegio imperial” o “con privilegio de la S. C. C. M.” (cf. figuras 2, 3, 4 y 5). Alguno de estos impresos consigna en la introducción que una vez examinado el texto por el Consejo Real de las Indias: “Su majestad mandó que fuese impreso porque a todos los hombres fuesen notorias tan grandes y maravillosas y nuevas cosas”.<sup>11</sup>

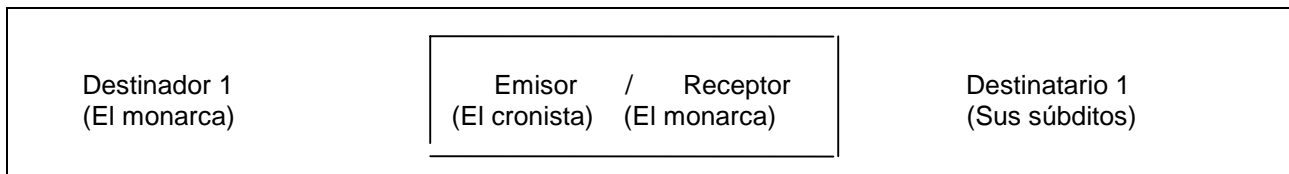
Es así como, de tener un destinatario explícito, que solía ser la figura con la más alta jerarquía, los textos, al convertirse en pliegos impresos, pasaban a ser del dominio público y formaban parte de una voluntad expresa del monarca para que a todos los hombres fuesen notorias las cosas que, en el ámbito

del conocimiento del mundo, estaban sucediendo bajo su real mandato. Los textos impresos estaban destinados no solamente de los habitantes de la península ibérica, sino también a todos aquellos súbditos de la Corona que se encontraban más allá de los territorios que formaban parte del Imperio, o a todo aquél que se sentía interesado por enterarse de los últimos acontecimientos en ultramar. A eso se debe la preponderancia de las casas editoriales holandesas y alemanas, y en segunda instancia la proliferación de ediciones sobre el descubrimiento en la península itálica y muy especialmente en Venecia.

Este hecho, el paso del ámbito de lo reservado al ámbito de lo público, presenta sin lugar a duda una situación enunciativa específica ya que, de un texto en el que tenemos un emisor y un destinatario explícitos y perfectamente identificables, se pasa a un segundo estadio en el que, la figura en el poder se convierte en el nuevo emisor cuyo destinatario es ahora un amplio público, ávido de conocer noticias sobre los viajes que se estaban llevando a cabo en el Nuevo Mundo.

El emisor de la primera instancia, el viajero, cronista o conquistador que rubrica el texto, tiene la característica de ser al mismo tiempo narrador y testigo de los hechos cronologados. Este narrador establece en la relación con su destinatario una convención referencial que sustenta la credibilidad de lo dicho en su calidad de testigo: “voy a contar lo que yo he visto con mis propios ojos”. Al usar esta fórmula, los narradores están utilizando un modelo textual consagrado desde la antigüedad: un viajero cronista que da cuenta de los territorios excéntricos (ignotos) a un emperador de la misma manera en que Plinio dirigió sus nueve libros de la historia a Vespaciano.

Ahora bien, en el momento en que el texto es destinado a la imprenta, se establece una segunda convención en la que el receptor, el príncipe, el monarca o la figura en el poder, se convierten en destinadores o emisores de segunda instancia del mensaje.



Por esta sola operación, el texto se resignifica, pasa a formar parte de otro nivel de transmisión del conocimiento y se convierte en parte del discurso del poder. De ahí que no sea extraño que en las fórmulas con las que se establecen estas convenciones enunciativas, que suelen encontrarse en los prólogos, prohemios o introducciones, se utiliza un lenguaje hiperbólico que está destinado a engrandecer tanto la figura del monarca como el referente del que se habla.

La quarta relación que Fernando Cortés [...] embio al muy alto y muy potentissimo invictissimo señor don Carlos emperador siempre agosto y rey de España nuestro señor.<sup>12</sup>

O bien,

Entre las cuales [ciudades] ay una mas maravillosa y rica que todas llamada Temistitlan: que esta por maravillosa arte edificada sobre una grande laguna: de la cual ciudad y provincia es rey un grandissimo señor llamado Muteezuma...<sup>13</sup>

Este destinador o emisor de segunda instancia, pone también en juego un mecanismo de validación de lo narrado, ya que al ser el monarca el primer destinatario del texto, no es de esperarse que el emisor de la primera instancia le reporte falsedades.

Lo cual yo escribí con tanta certidumbre, que aunque en ella se lean algunas cosas muy nuevas y para algunos muy difíciles de creer, pueden sin dudar creerlas [...] y basta para esto haberlas yo escrito a su Majestad por tal.<sup>14</sup>

Los receptores, tanto dentro como fuera de España, estaban acostumbrados a este tipo de textos y por lo tanto a las fórmulas convencionales que eran propias de las narraciones de viaje de la Europa medieval. La lectura de los libros de viajeros ilustres era una de las más socorridas en esos primeros años de la introducción de la imprenta a territorios españoles.<sup>15</sup>

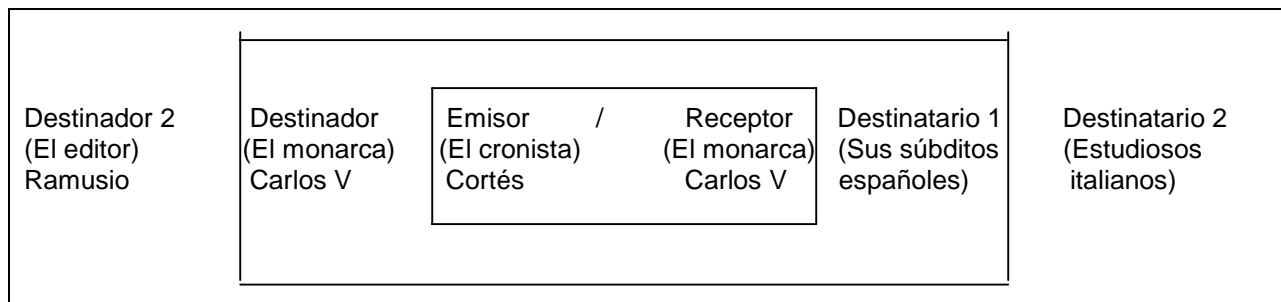
En las primeras décadas del siglo XVI el atractivo de estos libros provenía sin duda, de su afinidad con los sucesos históricos que se estaban desarrollando. Por algo el primero que se edita es el de Marco Polo y en el prólogo se dice explícitamente que es “un aviso para aquellos que ahora van para las dichas Indias”. Pero es evidente que los receptores no los tomaban solamente como guías o enciclopedias de conocimientos sobre aquellos mundos exóticos, sino también como modelos literarios.<sup>16</sup>

Tan pronto como, junto a las cartas en las que se narraban los pormenores del Nuevo Mundo, empezaron a aparecer los sumarios, las historias generales, las historias naturales y morales, y las crónicas, esos primeros textos (las cartas), dejaron de aparecer sueltos<sup>17</sup> y pasaron a formar parte de libros más extensos, verdaderas antologías en las que se reunían noticias sobre los territorios de ultramar. Las *Décadas* de Pedro Mártir se originan como una serie de cartas destinadas a diversos interlocutores que después fueron publicadas como un solo texto. La primera *Década* vio la luz en Sevilla el 11 de abril de 1511 en la casa del editor Jacobo Cromberger bajo el título *Occeanea Decas*, estaba acompañada de una serie de poemas del mismo autor y de una explicación de Antonio de Nebrija. Posteriormente, en la edición de 1516, el autor añade, también como introducción, un documento dirigido “Al ilustrísimo príncipe Carlos” en el que da de nuevo una explicación de cómo esta serie de cartas se transforman en un volumen cuyo eje conductor es la narración de las noticias desprendidas de los viajes al Nuevo Mundo. Es así como una serie de textos que se inicia prácticamente como una correspondencia<sup>18</sup>, (enviar información, de lo que está aconteciendo en España, a sus protectores italianos), se convierte con el tiempo en la primera narración histórica de los acontecimientos relacionados con el descubrimiento y la conquista del Orbe Nuevo.

Algo similar, aunque de mucho menor complejidad, le sucede a la *Cuarta Carta de Relación* de Hernán Cortés que en su primera edición de Gaspar de Ávila en Toledo 1525 se publica junto a “otras cartas y relaciones que los capitanes Pedro de Alvarado y Diego Godoy embiaron al dicho capitán Fernando Cortes.”

Ahora bien, estos primeros textos que narraban la travesía y las particularidades del Nuevo Mundo, no permanecen dentro de los límites españoles; rápidamente cruzan las fronteras y empiezan a ser ávidamente consumidos por el resto de Europa y muy especialmente por los italianos e ingleses.

Durante la primera mitad del siglo XVI, son coleccionados, traducidos, parafraseados, curados y puestos a circular por editores europeos, como Giovanni Batista Ramusio, que al publicarlos, prologarlos y hacerlos formar parte de nuevas colecciones en nuevos volúmenes y para nuevos destinatarios, una vez más, los resignifican:



Esta resignificación se logra a partir del proceso de enunciación. Al apropiarse del texto para convertirlo en un nuevo discurso, editores como Ramusio asumen el papel de emisor, referenciado a partir del pronombre personal “yo”:

...he estimado que sería valioso, fuerte y muy útil para el mundo el juntar las narraciones de los escritores de nuestra época, que han estado en las mencionadas partes del mundo y de las cuales han hablado detalladamente.<sup>19</sup>

Con lo cual postula automáticamente la presencia de un nuevo “tu”, el alocutorio a quien se dirige el discurso, que en Ramusio serán “aquellos estudiosos que quieran leer y entender detalladamente y en manera mejor las cosas producidas por la naturaleza en esas tierras”<sup>20</sup>. Cada acto de enunciación instituye un nuevo conjunto de relaciones en el espacio y en el tiempo cuyo elemento estructurante es el emisor, ya que al tomar a éste como punto de referencia, cada uno de los elementos del discurso adquieren su significación, o su resignificación cuando el discurso había tenido ya identidad en otro espacio enunciativo. Esta resignificación se puede observar a partir de las marcas que quedan en el proceso de la enunciación, y en el caso del destinador de segunda instancia, como hemos definido al editor, pueden ser de tres tipos. Ramusio, el editor y cosmógrafo veneciano resignifica los textos que publica en su *Terzo volume delle Navigazioni e viaggi*, a) al publicarlos bajo el rubro “relatos de viaje”; b) Al traducirlos, parafraseados y editados y c) Al prologarlos y destinados a un nuevo público lector.

Fue dentro de este ambiente de ebullición editorial que el geógrafo italiano Juan Bautista Ramusio publicó en Venecia entre 1550 y 1559 su magna obra titulada *Delle Navigazioni e Viaggi*. La obra de Ramusio consta de tres volúmenes que están ordenados a partir de una distribución regional, y destinó el tercer tomo a dar a conocer los viajes y las navegaciones al Nuevo Mundo. En él reúne textos muy heterogéneos, entre los que encontramos lo mismo cartas de relación que historias naturales y morales que relaciones de viaje propiamente dichas. En algunos casos se trata de textos que ya habían sido editados en España, pero en otros Ramusio publica relatos de los que no ha quedado ningún otro testigo y que conocemos solamente a partir de la publicación del veneciano, textos como el del Conquistador anónimo.

¿Quiénes son los personajes que le hacen llegar textos de difícil acceso? ¿Quién es por ejemplo el *gentiluomo del signor Fernando Cortese*, el conquistador anónimo, cuyo texto no tiene ningún antecedente en lengua española, y que llega hasta nosotros sólo a partir de la traducción que García Icazbalceta hace del texto italiano publicado por Ramusio?

Ramusio desde su puesto de secretario del Senado, tenía acceso directo a las fuentes, sobre todo a aquellos textos que estaban relacionados con sus intereses primordiales, la geografía, la cosmografía y la historia contemporánea. Un ejemplo de esto lo encontramos en la correspondencia que sostenía con Andrés de Navagero, quien en 1523 había sido nombrado embajador veneciano ante la corte de Carlos V, para negociar los términos del tratado de paz de la naciente “Liga defensiva” que se formó a instancias del papa Adriano VI, a raíz de la recientemente terminada guerra de las Comunidades. Tanto a lo largo

de la narración de las memorias de su viaje, como a través de la lectura de sus cartas, el lector puede percibir que Navagero tenía un encargo de su amigo Ramusio, con el que a él personalmente le interesaba cumplir.

Aquí no se encuentra impreso nada sobre las Indias, pero con el tiempo os enviaré tanto que os harte, pues tengo medio de enterarme de todo, así por mícer Pedro Mártir, que es mi gran amigo, como por el presidente del Consejo de Indias.<sup>21</sup>

Durante su estancia en España, Navagero conoció a Diego y Hernando Colón, a García Jofre de Loaysa, obispo de Osuna y presidente del Consejo de Indias, y como él mismo lo dice, llevaba una estrecha amistad con el primer historiador y cronista de las Indias Pedro Mártir de Anglería. El mismo Navagero es el traductor de las *Décadas del Nuevo Mundo* al italiano, obra que Ramusio publica por primera vez en *Sumario de la historia de las Indias occidentales* de 1534, y que posteriormente reeditará en el libro de las *Navigazioni*. Es importante hacer notar aquí que la traducción de las *Décadas* al italiano, se adelanta por mucho a la primera edición castellana completa de ese libro que fue elaborada y publicada por Joaquín Torres de Asensio hasta 1892.

Otro de los corresponsales de Ramusio es ni más ni menos que el gobernador de Santo Domingo e historiador de las Indias, Gonzalo Fernández de Oviedo, con el que debe de haber estado en contacto desde una fecha anterior a 1534 en la que publicó la primera edición italiana de su *Sumario*, traducida también por Navagero. Seguramente otro de los personajes importantes de los que recibió información sobre la conquista del Nuevo Mundo fue el embajador español en la corte veneciana, de Don Diego Hurtado de Mendoza, hermano del virrey novohispano Don Antonio de Mendoza, de ahí la inclusión en el tercer volumen de las *Navigazioni* de una de las cartas del Virrey Mendoza al emperador.

Para integrar sus tres volúmenes, Ramusio seleccionó los más diversos textos, y se valió lo mismo de material ya impreso que de obras inéditas que le proporcionaban sus amigos y conocidos, o textos que por algún motivo llegaban al Senado veneciano. Para Marica Milanesi es justamente ese lugar de privilegio que ocupaba, la secretaría del Senado, lo que le permitía estar en contacto con los representantes de Venecia en el exterior y los representantes del exterior en Venecia, aunado a su conocimiento de las lenguas modernas, su capacidad de hacer amigos y la disponibilidad financiera, lo que lo ponen en condiciones de convertirse en el centro de la actividad que tenía como objetivo el acopio y la difusión de los datos relativos al nuevo conocimiento del mundo.<sup>22</sup>

---

<sup>1</sup> Cf. Luigi Monga. “El nuevo mundo y los diarios de los viajeros italianos en España” en *Literatura de viajes: el Viejo Mundo y el Nuevo*, Madrid, Editorial Castalia, 1999, pp. 39-50.

<sup>2</sup> Base de datos de la Biblioteca Nacional de Madrid y Asociación de Bibliotecas Nacionales de Iberoamérica. Software Chadwyck-Healey, France S.A., 1995.

<sup>3</sup> Digo en primera instancia ya que una vez que los papeles van a la imprenta para conformar la edición de Alcalá de Henares de 1516, el autor antepone a la primera década una dedicatoria al “Ilustrísimo Príncipe Carlos, Rey Católico”, y la segunda y la tercera están dedicadas al Pontífice León X.

<sup>4</sup> Ordóñez, COMPLETAR CITA

<sup>5</sup> Pedro Mártir de Anglería, *Décadas del nuevo Mundo*, Madrid, Ediciones Polifemo, 1989. p. 6

<sup>6</sup> Al conceder privilegio a una obra, la Corona fijaba su precio de venta, autorizaba que el autor vendiera los ejemplares y prohibía la impresión no autorizada de la obra en cuestión durante un período determinado (de cinco o de diez años era lo más común). En ocasiones se prohibía también la importación de ediciones no autorizadas de la misma y se establecían severas penas por la infracción de estas prohibiciones. Cf. Frederick Norton, *La Imprenta en España 1501-1520*, Madrid, Ollero y Ramos editores, 1997, pp. 188-190.

<sup>7</sup> Hernán Cortés, *Carta de relación enviada a su Majestad del Emperador*, Sevilla, Jacobo Cromberg, 1522.

---

<sup>8</sup> Hernán Cortés, *Quarta relación que Fernando Cortes... embio al muy alto y muy potentissimo invictissimo señor Don Carlos...* Toledo, Gaspar de Ávila, 1525.

<sup>9</sup> Gonzalo Fernández de Oviedo, *Historia general de las Indias*, Sevilla, Juan Cromberg, 1535 y *Oviedo de la natural Hystoria de las Indias*, Toledo, Remón de Petras, 1526. (este último es el *Sumario*).

<sup>10</sup> Alvar Nuñez Cabeza de Vaca, *La relación y comentarios del gobernador...*, Valladolid, 1555.

<sup>11</sup> Gonzalo Fernández de Oviedo, *De la natural Historia de las Indias*, primera edición, Toledo, Remón de Petras, 1526, s.p..

<sup>12</sup> Hernán Cortés, *Quarta relación que Fernando Cortes... embio al muy alto y muy potentissimo invictissimo señor Don Carlos...* Toledo, Gaspar de Ávila, 1525, portada.

<sup>13</sup> Hernán Cortés, *Carta de relación enviada a su Majestad del Emperador*, Sevilla, Jacobo Cromberger, 1522, portada.

<sup>14</sup> Álvar Nuñez Cabeza de Vaca, *La relación y comentarios del gobernador...*, Valladolid, Francisco Fernández de Córdova, 1555. La primera edición de Zamora, 1542, Prohemio, s.p..

<sup>15</sup> La primera edición al castellano del *Libro de las maravillas* de Marco Polo se realizó en 1503 en Sevilla; de esta misma obra existe una edición de Toledo 1507 y otra de Sevilla 1518; hay una reedición también sevillana de 1520<sup>15</sup>. Alrededor de 1515 se publicó en la misma ciudad *El libro de los viajes del Infante D. Pedro de Portugal* del cual se hicieron múltiples reediciones, todas en pliego suelto, una de ellas catalana, realizada en Barcelona, 1506. Del *Libro de las Maravillas* de Mandeville, la primera edición en castellano que se conserva de 1521 es valenciana y existen tres ediciones más hasta 1540. Este mismo libro apareció por primera vez en Castilla en 1547. Lo mismo sucedía con el *Intinerario* del rabino Benjamín de Tudela (Amberes, 1575), *La embajada de Tamorlán* (1582), *Las Andancas y viajes de Pedro Taruf*. Todos estos datos nos revelan un interés sostenido de los lectores por los relatos de viaje.

<sup>16</sup> Sofía Carrizo Rueda. *Poética del Relato de Viajes*. Kassel, Edition, Reichenberg, 1997, pp. 159-160.

<sup>17</sup> Se trataba de ediciones conformadas por unas cuantas fojas impresas en negro y en muchos de los casos con letras capitulares góticas en rojo.

<sup>18</sup> Para esta idea de visualizar a Pedro Mártir como un corresponsal de los poderosos italianos en España, confróntese el sugerente artículo de Antonio Alatorre, "Pedro Mártir y el Nuevo Orbe", en *Reflexiones lingüísticas y literarias* (vol. II: Literatura), México, Centro de Estudios Lingüísticos y Literarios, México, El Colegio de México, 1992.

<sup>19</sup> Ramusio, *Navigazioni et Viaggi, op. cit.*, 1556, Discurso de M. Gio. Battista Ramusio, vol. I.

<sup>20</sup> Ramusio, *Navigazioni et Viaggi, op. cit.*, 1556, Discurso de M. Gio. Battista Ramusio, vol. III.

<sup>21</sup> *Idem*. p. 879.

<sup>22</sup> Cf. Milanese, *Navigazioni e Viaggi, op. cit.*, p. XVIII.

Mucho se ha argumentado sobre los conflictos que entre la Iglesia y el Estado existieron durante el periodo del México Colonial. Sin embargo, la evidencia documental de la época demuestra lo contrario. Se trató en realidad de un Estado monárquico que operaba a través de dos potestades, la eclesiástica y la temporal (secular), que armonizaban sus voluntades con las demandas sociales a través de un complejo aparato judicial. Los tribunales novohispanos eran el sitio en el cual se reconstruían los consensos que permitían la convivencia política y social, es decir, un marco continuado de dominación sin necesidad de recurrir constantemente a la violencia directa.



# DE LA CONVIVENCIA AL FRACASO DE LA CONVERSIÓN

## *Algunos aspectos de la Iglesia Católica que promovieron el racismo anti-Judío en la España de la Reconquista.*

Francisco Illescas Nájera

**1.- Resumen: DE LA CONVIVENCIA AL FRACASO DE LA CONVERSIÓN.** Francisco Illescas Nájera, Departamento Humanidades, División preparatoria, Campus Ciudad de México, ITESM.

Las persecuciones contra el judaísmo se dieron en función de anacronismos con respecto a lecturas del viejo testamento más que con respecto a las tradiciones y modos de vida propias del judaísmo. Conforme la Reconquista evolucionó, ligada a un movimiento católico, reemplazó las estructuras anteriores por nuevas. En este trabajo analizo el momento decisivo en la península Ibérica, cuando el emergente estado español, en su búsqueda de identidad, amplió la brecha en el entendimiento judeo-cristiano. La condición servil de los judíos constituyó prueba del cumplimiento de las profecías contra su comunidad. La influencia de la cultura judía constituyó una inquietud permanente para la jerarquía eclesiástica, que reaccionó de forma drástica ante el hecho de que parte considerable de sus fieles asumiera y observara ciertas costumbres, ritos y prácticas que procedían del judaísmo. La influencia eclesiástica sobre la legislación civil determinó que ésta tomara una dirección antijudía, que no se materializó en las medidas que prohibían las celebraciones judías y la conversión al judaísmo. Transformó a éste en delito especial para todo aquél que, sin ser judío de nacimiento, llegaba a profesar su credo. Además, se deterioró el status jurídico de la población judía dentro del reino cristiano de la España de la Reconquista.

Palabras clave: Convivencia, Antijudaísmo, Edictos Eclesiásticos.

### **2.- Introducción:**

¿Cuál fue la causa de la persecución en contra de los judíos? ¿Existió algún aspecto que haya llevado a la Iglesia católica a avalar la persecución de los judíos en España? Preguntas de un tema interesante y actual, pero cuya respuesta es muy compleja. Las explicaciones previas a esta investigación me resultaban muy variadas: una lucha de clases; envidias y resentimientos; historia mal interpretada; orgullo mal entendido; en fin propuestas todas que aportaban algo y se complementaban, pero seguía sintiendo que faltaba algo que no podía precisar. Así que, además de todas las propuestas para comprender el complejo problema del antisemitismo, debía haber algo que inspirara generación tras generación de cristianos, de diferentes tiempos y lugares, la agresión contra "el pueblo maldito". Asimismo, esto debió ser un error evidente en la visión de la Iglesia pues, recientemente, el Papa Juan Pablo II expresó su aflicción por el antisemitismo cristiano y pidió perdón por lo que llamó pecados de la iglesia católica a lo largo de la historia [1].

Quizá sea una imprudencia el buscar un tipo de razonamiento equívoco que haya llevado a la humanidad por caminos de los que solo hay que lamentarse, por otro lado, también es un tanto presuntuoso aspirar a señalar errores en la historia de la Iglesia. Considero que vale la pena debatir esta posición sobre el racismo ejercido por parte de los cristianos, ya que éstos, por su misma fe, deberían guardar en su memoria la historia de la salvación y con ella reconocer la grandeza del pueblo de Israel.

El vínculo que hay entre cristianismo y judaísmo es muy fuerte. La Iglesia debería tener siempre presente, que recibió la Revelación del Antiguo Testamento por medio del pueblo con quien Dios estableció la Antigua Alianza, como que se nutre de la misma raíz [2]. La elección, alianza, revelación y liberación son los fundamentos de ambas religiones. Cuando el cristianismo se convirtió en la religión mayoritaria de Europa, los judíos fueron perseguidos regularmente. Hubo períodos de calma en que se los toleró y períodos de persecución, así por ejemplo, en 1096, los judíos de Spira, Worms, Maguncia y Colonia, en Alemania, fueron masacrados a comienzos de la cruzada, o cuando el Rey Felipe el Hermoso expulsó a los judíos de Francia en julio de 1336 [3].

Esta hipótesis parte de como la Iglesia católica reemplazó a los judíos como el pueblo escogido por Dios. Desarrolló el conflicto entre judíos y cristianos de especial dialéctica: se encontró la competencia que ya no dió lugar o motivo a la existencia de un pueblo que fue reemplazado, este reemplazo implicó la eliminación del grupo, esto culminará en conversiones y expulsiones. Sin embargo, se entendió al cristiano como el opuesto al judío y de esta forma se explicó a sí mismo. Esta fue la razón para mantener viva la cultura judía. Los aspectos que trato alrededor de la Iglesia católica se circunscriben al período de cambio de actitud en la península Ibérica con respecto a los judíos, del tiempo de tolerancia, característico del medioevo español, al de persecución cuyo intento de conversión fracasó en el siglo XV.

No pretendo abarcar la visión de todo el cristianismo, ni siquiera de la Iglesia católica, sino de los embates, características económicas, sociales, históricas y de mentalidad que rodearon la vida de la Iglesia católica y del emergente Estado español en relación a la cuestión antijudía. Sobre la España de los siglos XIV y XV mostraré la ambivalencia existente hacia los judíos, y sus efectos desproporcionados ya que consideraron al judío como el “enemigo interno”. Así que, este trabajo trata de ayudar a explicar el fenómeno del antijudaísmo intentando resolver por qué se gestó éste en la España de la convivencia. Señalaré varios motivos que causaron en el tiempo la transformación del asunto religioso en situación de connotaciones económicas, y racistas, que fueron promovidas por la Iglesia Católica.

### **3.- Discusión:**

Todo se inició en lo que se recuerda como la convivencia ideal. La Península Ibérica, aislada del resto de Europa, fue el lugar donde se dió una rica mezcla de culturas: musulmana, cristiana, clásica y judía. Tres regiones geográficas distintas se enriquecieron económica, intelectual y estéticamente. Como resultado de este balance e interacción, emergió una cultura común que incluía la mezcla extraña de influencias religiosas. Este período se nombra nombrar *convivencia*, palabra que indica coexistencia e implica interacción creativa [4]. La convivencia señala también que no hay nada monolítico en cuanto a las relaciones judíos-cristianos, que judíos y cristianos, al igual que musulmanes, pueden vivir en concordia, respetando sus diferencias. La riqueza de la vida en la Península Ibérica en este período se debió parcialmente a su aislamiento del resto de Europa, que vivía un momento cultural pobre debido a la pérdida de la tradición clásica.

Así por ejemplo en Córdoba, bajo el mandato del califato islámico, los cristianos llegaron a ser bienvenidos y pudieron realizar sus servicios de culto religioso en la Gran Mezquita. Los judíos aprendieron el árabe de los musulmanes y pudieron estudiar el Corán (libro sagrado musulmán) al igual que las Escrituras Hebreas; matemáticas, astronomía y medicina. Se complementaron con el estudio de la filosofía, basada en Aristóteles y Platón. Los escritos judíos que datan del período de la convivencia señalan cómo muchos judíos dominaban estos conocimientos. Ejemplo de este periodo fue el cordobés Moses Ben Maimón, cuyos escritos señalan que el gran sabio Maimónides escribió en árabe y no en Hebreo [6].

Maimónides no habría sido Maimónides de no haber emergido de Iberia, ya que su natural genialidad, inteligencia y creatividad se nutrió de la diversidad más rica del mundo. Maimónides fue medida del valor de la convivencia en donde los musulmanes enseñaron a los judíos y los judíos enseñaron a los cristianos, como sucedió en Castilla y Cataluña. Las tres

religiones se diluyeron las diferencias de casta, región, trabajo e incluso de rol social. Para este tiempo, los judíos mantenían posesiones de poder tanto en el régimen islámico como en el cristiano. Los tres grupos religiosos estaban embarcados en un renacimiento espiritual y material. Hay vestigios evidentes de esta convivencia en el estilo de arquitectura que aún distingue las iglesias, mezquitas y sinagogas españolas.

Sin embargo, un desequilibrio rompió esta convivencia en el tiempo en que el fervor por las cruzadas barría el norte de Europa. Una secta de militantes musulmanes que rechazaban el intercambio con lo cristiano cruzó del Norte de África alrededor de 1145, evento histórico conocido como la invasión almohade [7]. Durante dos décadas, este contingente puritano musulmán peleó por regir los califatos ibéricos así como a cristianos y a judíos hasta que se estableció en el sur y en el centro. Para entonces, con el fervor de las cruzadas en efervescencia, los reinos cristianos del norte de la Península iniciaron un creciente esfuerzo de *reconquista* con la ambición de restaurar el control cristiano en toda la Península.

El poema épico *El Cid* data de este período (c. 1140). Esta obra, considerada como un canto a la resistencia cristiana a los musulmanes lleva, sin embargo, la esencia de la convivencia ya que el héroe cristiano terminó en medio de ambos bandos, asociado tanto con musulmanes como cristianos [8]. Sin embargo, para mediados del siglo XII, en pleno auge del espíritu de las Cruzadas, el tiempo de la tolerancia estaba terminando. Cuando el rey cristiano Alfonso VII conquistó Córdoba en 1146, ordenó que se colocara una cruz en la parte alta de la Gran Mezquita, en la cual, antes de los almohades se habían celebrado misas católicas. El rey Alfonso VII declaró que en adelante la mezquita sería un templo cristiano. Los musulmanes recapturaron Córdoba al poco tiempo y quitaron la cruz, ellos atacaron a los cristianos y a judíos por igual, con rudeza sin precedentes. La decisión de Maimónides de abandonar Córdoba fue señal del decaimiento de la convivencia debido a que los judíos eran convertidos o asesinados por los fanáticos almohades.

Los ejércitos cristianos derrotaron en forma decisiva a los almohades en 1212. Los musulmanes fueron vencidos en la Península excepto por un enclave en el sur alrededor de Granada. Cuando los cristianos retomaron definitivamente Córdoba, la cruz volvió a la Gran Mezquita. La Reconquista restableció el dominio cristiano por primera vez desde el siglo VIII. Muchos musulmanes retrocedieron a Granada y al Norte de África en tanto que otros se convirtieron al cristianismo, unos cuantos permanecieron musulmanes. La comunidad judía, que estaba bien establecida, permanecía en sus lugares conforme los cristianos avanzaron. Conscientes de los eventos contemporáneos en el norte de Europa, los judíos en España se consideraron seguros.

Aún se mantuvo el espíritu de convivencia en algunas formas y lugares. En Castilla, que se extendía del centro de Portugal hasta el reino oriental de Aragón, no se forzó a nadie a cambiar de religión. Fernando III, rey de Castilla de 1217 a 1252, se llamó orgullosamente "*rey de tres religiones*" [9]. La capital de Castilla era Toledo, ciudad medieval cuya población era de alrededor de 40,000 habitantes, la tercera parte de ellos judíos. La corte toledana fue conocida por sus sabios y médicos judíos, Toledo se identificó con la escuela de traductores en que colaboraron judíos, cristianos y musulmanes por cien años. De hecho el trabajo tripartito de traducción superó las fronteras españolas y, el resultado natural de la convivencia, se asoció a la actividad particular de los judíos trilingües. Fueron estos traductores quienes, a fines del siglo XII y XIII, tradujeron los grandes trabajos de Aristóteles, Averroës y Maimónides al latín haciéndolos accesibles al resto de Europa.

En 1260, la Escuela de Traductores recibió una carta del hijo y sucesor de Fernando III, el rey Alfonso X. Bajo la dirección de Alfonso X se generaron grandes trabajos en castellano y la creatividad en esta lengua vernácula le permitió florecer, así, los judíos intervinieron directamente en el desarrollo de la lengua castellana o española [10]. Alfonso X fue conocido como "El Sabio", su reino contrastó con los del resto de Europa. Por ejemplo, el rey San Luis mandó quemar el Talmud ( libro sagrado judío) en París y Alfonso X patrocinó su traducción. Yitzhak Baer en su *Historia de los Judíos en la España cristiana* apunta: "*Las amistosas relaciones entre Alfonso X, El Sabio, y los judíos se extendió más allá de la política. El rey mismo estudiaba y patrocinaba el aprendizaje, extendía una hospitalidad a los estudiantes*

*judíos como no se veía en las cortes de sus contemporáneos*” [11]. Cuando Alfonso X enterró a su padre, ordenó que se inscribieran en la tumba caracteres en hebreo, árabe, castellano y latín.

Pero el Cuarto Concilio Laterano emitió expresiones antijudías y las órdenes mendicantes de dominicos y franciscanos se desparmaron por la península Ibérica y Francia. El Concilio Laterano de 1215 llevó la expresión del odio hacia los judíos, cuatro de los decretos trataban sobre los judíos, se les puso la insignia de estar fuera de la ley pues decía: *“...en toda la cristiandad, y en todo momento, se les ordenó llevar una ropa o una insignia distintiva”* [12]. Esto afectará a Alfonso X, buscaba unificar a la península Ibérica y expandir el poder de Castilla hacia el norte.

Cuando Alfonso X empezó a perder poder tomó la ofensiva en contra de los judíos. Hacia el final de su reinado lo traicionó su hijo Sancho, quien lideró una revuelta en su contra (1280-1281). La fiera reacción de Alfonso X incluyó ataques contra los judíos. La convivencia desapareció rápidamente: los judíos de Toledo fueron aprisionados en sus sinagogas; los judíos ricos fueron obligados a pagar sumas exorbitantes; otros fueron torturados y forzados a convertirse. Aunque la siguiente generación de judíos intentó recobrar, el cambio estaba marcado..

Cuando el sueño del rey Alfonso X sobre un imperio empezó a derrumbarse con la rebelión de su propio hijo, los cabalistas contemplaron el drama como un acto de intervención divina a favor de Israel ya que su visión relacionaba los eventos divinos con los históricos sobre la tierra y se preguntaron si la humillación de Alfonso X significaba que las fuerzas del mal se habían debilitado [17]. Esto formó la literatura que tuvo el papel de defender al judaísmo en la continua disputa que se mantenía con los cristianos.

La convivencia no sobrevivió a la reconquista. La Iglesia se movilizó apoyando totalmente al rey. El régimen castellano persiguió a los judíos, particularmente a los ricos a quienes podía extorsionar o robar. En respuesta, un judío anteriormente asociado con Alfonso, Don Todros ben Yosef haLevi Abulafia, denunció, en una serie de sermones a las congregaciones judías de Castilla, al rey y decretó una época de separación y purificación basada en la observancia de la Torá. Don Todros ben Yosef haLevi Abulafia, dio forma, indirectamente, a la mística visión cabalística del conflicto cósmico entre luz y oscuridad cuando definió el conflicto entre la Corona e Israel [19]. Los judíos de corte que quisieron salvar su posición de influencia y sus fortunas fueron denunciados por Don Todros ben Yosef haLevi Abulafia, tan vigorosamente y una distinción de clase cruzó las fronteras de las religiones, algunos judíos fueron vistos como enemigos por otros judíos. *“La lucha apasionada por la libertad y redención era ahora una lucha contra los crueles ricos por las fuerzas de los justificados pobres”* [20]. Riqueza y pobreza, independientemente de otros factores, eran ahora categorías de juicio moral.

El Talmud fue quemado en Francia por su carácter herético según el Papa Gregorio IX. En forma similar, los sermones de conversión implicaban una pretensión de autoridad espiritual sobre la vida religiosa de los judíos. Dos años después del edicto del rey aragonés, el recién electo Papa Inocencio IV justificó la obligatoriedad para los judíos de escuchar los sermones cristianos [21]. La declaración de Inocencio IV marcó que el Papa podía juzgar a los judíos. Esta escalada de edictos provocó que se forzara la entrada a sinagogas para predicar y someter a judíos a la participación de debates cuyos resultados eran predeterminados. Arengaron la multitud a la violencia, el objetivo les pareció justificado: eliminar la presencia judía en la cristiandad, ya convirtiéndolos, ya destruyendo al judaísmo mismo. Esta postura deshizo la largamente establecida política de la Iglesia, que se remontaba hasta San Agustín, que señaló que a los judíos debía asignárseles un lugar protegido, aunque restringido, dentro de la Cristiandad. Al revertir esta política, el punto teológico giró hacia la valoración de San Pablo sobre los líderes judíos que no habían reconocido a Jesús como el Mesías porque el mismo Dios los había hecho sordos y ciegos [22].

En esta época de grandes movimientos del poder político, los Papas buscaron asegurar lealtad a través de reyes, obispos y el clero local. Como los reyes buscaban consolidar el poder sobre barones y otros nobles, los judíos probaron tener un peso decisivo en estos movimientos. El poder de los dominicos creció, uno de ellos fue electo Papa, Nicolás III (1277-1280). Su tiempo de Papado coincidió con el colapso de la convivencia en Castilla y con la emergencia de la Cábala cuyo carácter secreto pesó mucho. El Papa Nicolás III agregó a la Bula *Sicut Judaeis*, instituida para proteger a los judíos, un nuevo requerimiento para la totalidad de la Iglesia, mandó “*sermones y otros medios para la conversión de los judíos*” [24]. Los predicadores mendicantes estaban tan dispuestos en su labor de proselitismo tanto para con judíos como para con herejes. Conforme las herejías iban desapareciendo y sus esfuerzos fallaban en ir convirtiendo en masa a los judíos, apareció, inevitablemente con estos mandatos, una nueva actitud, acuñada también con la frustración por la falla en las conversiones.

En estos momentos, los frailes provenían en su mayoría de una nueva clase mercantil, y sus sermones en un clima que incrementaba los prejuicios de clases, particularmente en lo que se refiere al comercio y al préstamo monetario. Sus sermones dependían cada vez más de argumentos negativos respecto a los judíos que en argumentos positivos para con Cristo; el continuo rechazo de los judíos a ser convertidos, generó sermones no a los judíos sino a otros cristianos acerca de los judíos.

La presión hacia los judíos se incrementó. Ejemplifica lo anterior un sermón predicado por el dominico Giordano da Rivalto, en noviembre 9 de 1304 [25], éste después de acusar a los judíos de haber asesinado a Cristo, señaló que ellos repetían la crucifixión en sus corazones con mala voluntad por odio a. Giordano declaró en su sermón que los judíos robaban la Eucaristía para profanarla y aseguró ser testigo presencial de cómo Jesús se apareció para detener esa profanación, la población local de cristianos perpetró la matanza de 24,000 judíos [26] como si Jesús mismo los hubiera reclutado.

Un imprevisto trajo consecuencias inimaginables. En tiempos del prominente Samuel Halevy (1320-1360?), la violencia antijudía barrió Europa a partir de la plaga de la peste negra (1348) y la paranoia se enfocó en particular sobre los judíos de Toledo pues se decía que ahí se había originado. Entre 1348 y 1351, cerca de 20 a 25 millones de personas murieron conforme la enfermedad se esparció por Europa. Hubo sobrevivientes de ciudades que aseguraban que una conspiración de judíos había envenenado los pozos.

Algunos judíos escaparon al tormento aceptando el bautismo pero fueron los menos. La plaga aceleró el conflicto Judío-cristiano, fue un momento decisivo como el espíritu de las Cruzadas. Después de 1348, el estereotipo antijudío fue más fuerte y malicioso, los cristianos veían al judío como una amenaza. Después de la plaga, la obsesión de muerte creció, aumentó la fijación de la agónica muerte de Jesús y elevó en consecuencia la búsqueda del chivo expiatorio en los “asesinos de Dios”, los judíos. Papas, obispos y muchos príncipes, siguieron el liderazgo de Clemente VI, defendieron a los judíos de la violencia y la conversión forzada, pero también patrocinaron campañas de proselitismo coercitivas.

En la década de los 1380's apareció en Sevilla un predicador antijudío particularmente feroz llamado Ferrant Martínez, En sus sermones identificó a los judíos como obstáculo para la prosperidad y concordia que propia de los fieles seguidores de Jesús. Martínez estaba refrenado porque ni el rey ni el arzobispo toleraban llamadas a la violencia [29]. Pero en 1390 tanto el rey como el arzobispo murieron y la predicación de Martínez encendió la mecha. En junio 6 de 1391, en Sevilla, se inició una masacre de judíos sin paralelo en España así como conversiones masivas en sinagogas e iglesias. Este horror se extendió por toda España. Cientos de judíos fueron asesinados en los disturbios en Sevilla en junio de 1391, siguieron cientos más en Valencia y Barcelona en julio y agosto respectivamente [30].

De manera similar la comunidad judía de Barcelona fue diezmada y no se repondría. Los movimientos de exterminio de judíos se esparcieron a través de la Península. Los agresivos sermones habían influido no sólo en cristianos sino también en judíos. De esta manera y por primera vez en la historia, se vieron conversiones de judíos en gran número como

respuesta a la opción de morir o convertirse. Así, en el verano de 1391, los judíos “*acudían en tropel a las fuentes bautismales en Castilla y Aragón*” [31]. De igual manera hubo muchos judíos que prefirieron morir antes que negar su fe.

La decisión de muchos judíos de convertirse en cristianos en 1391 es un punto de inflexión en la historia. En esta época, algunos judíos educados, como su contraparte cristiana, habían sido influidos por el nuevo racionalismo que había hecho su aparición en Europa, entre los judíos le llamaron averroísmo [32]. Esta filosofía de método dialéctico abrió el racionalismo tanto a judíos como a cristianos y llevó a algunos a un marcado escepticismo. Como los judíos en España habían sido más asimilados que en cualquier otro lugar, ellos pudieron tener su propia versión de un anticlericalismo que prevaleció entre ciertos educados y prósperos habitantes y que los llevó a desdeñar los libros sagrados.

La conversión en masa de judíos refleja los efectos de la predicación. En algunos casos seguramente la conversión sí fue genuina, pero en la mayoría fue resultado de una experiencia traumática. No hay razón sencilla para explicar lo que pasó, pero la consecuencia es clara: la violencia generada en 1391 a partir de las predicaciones cambió todo en España. Se creó una nueva clase, los conversos, judíos que a partir de la crisis se convertían para no ser asesinados. Los predicadores vieron las conversiones de ese verano como el inicio del fin, y de hecho, el fenómeno estimuló otra ola de fervor que calmaría la disposición de los cristianos. Como la retórica se acompañaba con la amenaza de la fuerza, las predicaciones continuaron teniendo el éxito medido por el número de conversos.

En los primeros veinticinco años de ese siglo, de una tercer parte a la mitad de los judíos que habitaban la Península Ibérica, se convirtió al cristianismo [33]. El número de conversos era de cerca de 200,000. Parecería que los cristianos estaban muy satisfechos, pronto sin embargo, un aparente cambio, sobrecogedor pero clara continuidad de los eventos aquí señalados apareció en contra de los conversos evidenciando el fracaso del movimiento y propiciando la expulsión de los judíos en 1492.

#### **4.- Conclusiones:**

La fe cristiana estableció la pretensión de detentar la verdad definitiva transmitida de los propios labios del Dios-hombre que con su martirio redimió a la humanidad, y anuncia en el Evangelio de Marcos el mandato divino de predicar esa verdad hasta el último rincón de la tierra [34]. Este absoluto mandato de proselitismo universal facilitó que se entendiera, y justificara, a la religión cristiana como intolerante e hizo de su órgano difusor, la Iglesia, un instrumento de poder contra la libertad de pensamiento y expresión. Como consecuencia, se obtuvo como fruto de una labor incesante por parte de la Iglesia, manifestada en las ideas antijudías que se desplegaron en la literatura, la predicación eclesiástica y los cánones conciliares, imagen degradante del judaísmo. El reemplazo de los Judíos por los cristianos era evidente, también implicaba que los reemplazados podían, quizá incluso debían, ser eliminados.

El tiempo y lugar que analizo en el presente trabajo, hacen evidente cómo en el uso implacable de su hegemonía, el reino español se apoyó en la Iglesia católica y practicó la intolerancia ideológica contra paganos, herejes y judíos. Pero fue especialmente cruel con los que aparecían como disidentes en el contexto de la ortodoxia. El Estado asumió entonces la “verdadera religión” repudiando el error, no se defendió la libertad de profesar públicamente cualquier fe o religión, sólo la fe católica, considerando a las demás opciones religiosas como un mal social contra el que el Estado tenía el derecho y deber de defenderse. Es así como el Estado español cristiano se configuró como una fuerza intolerante que, bajo la influencia de la Iglesia católica, buscó la uniformidad en la identidad religiosa del Reino [35]. Incluyó como legal la violencia física y el uso de la fuerza pública.

El problema judío en el contexto de conformación de la sociedad española en los siglos XIV y XV determinó la reacción de jerarquía dominante que se apoyó en degradar la religión judía. Las consideraciones doctrinales en torno a la Iglesia católica sobre el rechazo definitivo

del judaísmo emergieron, como justificación teológica. Esta tensión llevó, de un aprovechamiento económico y cultural de los Judíos en la Península Ibérica a conversiones forzadas cuando ya no fueron tan necesarios para el manejo político y económico de los reinos cristianos, y sentaron las bases de una futura expulsión y genocidio.

Por otro lado, la cristiandad dependió para explicarse su esencia de la existencia de los Judíos, como un lado negativo o emergente y, por lo tanto, explicativo del mismo ser cristiano. Fue a través de la existencia de los Judíos, ya que lo que ellos negaban es lo que afirmaba al cristiano, como los cristianos pudieron explicar su esencia. Esta dinámica estuvo presente en la actitud de los papas y el pensamiento teológico-filosófico como el racionalismo de la Edad Media. Lo que resultó como respuesta cristiana a la presencia Judía fue entonces, resultado de la actitud de la Iglesia hacia los Judíos, esencial para formar su estereotipo futuro.

Los papas señalaron la soberanía sobre los Judíos, la teología, consciente o inconscientemente, proyectó afirmaciones negativas hacia el odiado judaísmo. La señal de que la Iglesia era la sociedad perfecta, infalible en cuestiones de Salvación y fe. En nuestros días el tema de la relación con los Judíos busca corregirse, aunque la disculpa o el pedir perdón, como lo hizo Juan Pablo II en la ceremonia de San Pedro (marzo 12 del 2000), es solamente una parte del problema, falta confrontar la fuente del antisemitismo así como la corrección de enseñanzas que motivaron dichas conductas. Estas conclusiones no pretenden cerrar la investigación sino mantener una reflexión. Un paso hacia el auténtico arrepentimiento o conciliación debe aplaudirse, el análisis de los patrones que se han dado en la historia dan luz al respecto, en otras palabras, identificar qué fue lo que causó las persecuciones, racionalizaciones y actos que les acompañaron.

## 5.- Referencias\_

- [1] Cfr. BBC Mundo, Jueves 23 de marzo 2000. Página <http://www.bbc.co.uk/spanish/news>
- [2] Cfr. GIRA, Dennis. Las Religiones. Bilbao, Ediciones Mensajero, S.A., España, 1994, p. 42.
- [3] Cfr. POLIAKOV, Leon. Historia del Antisemitismo, Tomo I, De Cristo a los judíos de las cortes. Buenos Aires, Proyectos Editoriales Editor., Argentina, 1988. Pp. 32-76.
- [4] El término "Convivencia", acuñado por Thomas Glick, fue citado y adoptado por la Mtra. Raquel Druker de Kleinberg, Universidad Anahuac, 2001.
- [5] Cfr. SPEISER, Werner. Architettura Islamica. Novara., Instituto Geografico de Agostini S.p.A., Italia, 1964, p. 39.
- [6] MUÑIZ-HUBERMAN, Angelina. La Lengua Florida. México, D.F., Editorial Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V., segunda reimpression, México, 1997
- [7] Cfr. FLETCHER, Richard. Moorish Spain. Berkeley, University of California Press, United States, 1993, p. 162
- [8] Cfr. DIEZ-ECHARRI, Emiliano. Historia General de la Literatura Española e Hispanoamericana. Madrid, Editorial Aguilar, España, 1960. Pp. 32-35.
- [9] MUÑIZ-HUBERMAN, Angelina. La Lengua Florida. México, D.F., Editorial Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V., segunda reimpression, México, 1997
- [10] Cfr. Ibidém. Pp. 17-19.
- [11] BAER, Yitzhak. Jews in Christian Spain, vol 1, p. 120. Citado en BEN-SASSON. Op. Cit.
- [12] TARNERO, Jacques. El Racismo. Madrid. Editorial Paradigma, primera impresion en español. España, 1997, p. 10.
- [13] Cfr. BRITANICA, Enciclopedia. Judaísmo. Microsoft® Online Enciclopedia 2001
- [14] Cfr. MUÑIZ-HUBERMAN, Angelina, Op. Cit., p. 189.
- [15] Cfr. SILBERMAN, Neil Asher. Heavenly Powers: Unraveling the Secret History of the Kabbalah. New York, Grosset / Putnam, United States, 1998, p. 90.
- [16] Cfr. Ibidém, p. 91.
- [17] Cfr. Ibidém, p. 92.
- [18] BEN-SASSON, H. H. Historia del pueblo judío, Tomo 2. Madrid, Alianza Editorial, primera reimpression, España 1991, p. 720.
- [19] Cfr. SILBERMAN, Neil Asher. Op. Cit., p. 98.
- [20] BEN-SASSON, H. H. Op. Cit., p. 98.
- [21] Citado por COHEN, J. de The Friars and the Jews, p. 66 en Poliakov, Leon. Op. Cit., p. 97.
- [22] Romanos 11,8
- [23] Citado por Gregerman, La discusión de Barcelona, 7.

- [24] SYNAN, Edward. A. Los Papas y los Judíos en la Edad Media. New York., Editorial Macmillan, Estados Unidos, 1965, p. 136.
- [25] Cfr. Citado por J. Cohen. The Friars and the Jews. En Ben-Sasson. Op. Cit., p. 239.
- [26] Ibidém, p. 239.
- [27] Citado por Marcus, The Jew in the Medieval World, p. 47. En Ben-Sasson. Op. Cit. , p. 747.
- [28] POLIAKOV, Leon. Op. Cit., p. 111.
- [29] Ullmann. The mystery of 1942, p. 331. Citado en Fletcher, Richard. Op. Cit.
- [30] Cfr. TURBERVILLE, A. S. La inquisición española. México D.F., Editorial Fondo de Cultura Económica, quinta reimpresión, México, 1971. Pp. 23-33.
- [31] GAMPEL. Jews, Christians, and Muslims in Medieval Iberia, p. 28.
- [32] BAER, citado de su libro Jews in Christian Spain, vol 2, p. 145, en BRITANICA, Enciclopedia. Judaism. [Microsoft@Online](#) Enciclopedia 2001.
- [33] Cfr. Ibidém, p. 29.
- [34] Mc. 16, 15-16
- [35] GONZÁLEZ, Salinero Raúl. El antijudaísmo cristiano occidental. Madrid. Editorial Trotta, S.A. España, 2000., p. 17.



## **Fragmentación espacial y social en la pintura novohispana del siglo XVII**

Dina Comisarenco Mirkin  
ITESM, CCM

Son muchos los prejuicios que deben superarse para evaluar con objetividad y rigor académico la pintura novohispana del siglo XVII. Los primeros investigadores que se dedicaron a su estudio, exageraron y sobrevaloraron la influencia indígena y el americanismo del arte novohispano. Gran parte de la literatura académica contemporánea la juzga en cambio, secundaria, periférica, repetitiva, y limitada a la aplicación de recetas europeas importadas. Como consecuencia de las manipulaciones ideológicas que el tema ha sufrido, son pocos los análisis estéticos y sociológicos independientes, que logran superar el necesario pero estrecho y ambiguo campo de las dataciones, las atribuciones y las influencias.

La perspectiva eurocéntrica vigente subestima la pintura novohispana como una mediocre prolongación del barroco español paralizando así la posibilidad de cualquier análisis sociológico más profundo. Es necesario partir de una óptica historiográfica alternativa que permita la apreciación de una manifestación artística importante de la historia mexicana con nuevos ojos. Una perspectiva académica rigurosa no debe implicar un juicio de valor a priori, sino una ampliación y profundización de nuestra comprensión histórica que permita reinterpretar el arte novohispano como una expresión válida y personal del complejo mestizaje cultural mexicano cuyas consecuencias permean incluso a nuestra sociedad contemporánea.

El problema de la representación espacial y sus profundas significaciones sociales en la pintura europea ha sido seriamente estudiado.<sup>1</sup> La heterogeneidad formal característica de la pintura novohispana del siglo XVII, que resulta extraordinariamente evidente en sus complejas escenografías espaciales, ha permanecido, en cambio, prácticamente inadvertida. En este trabajo, a través del análisis de algunas pinturas, interpretaré la representación espacial particular del arte novohispano como un reflejo de su idiosincrática manera de entender el mundo.

En la pintura de techos del barroco europeo el ilusionismo espacial confundía y abrumaba al espectador al fundir lo real y lo ilusorio al punto de hacer difícil sus lecturas independientes. La construcción de un tiempo y un espacio artificial sagrado, que parecía real, estimulaba la experiencia mística del espectador apoyando así, muy eficientemente,

el programa artístico e ideológico Contrarreformista. La mayoría de las glorias pintadas por los artistas italianos del siglo XVII, por ejemplo, creaban espacios que comenzaban con arquitecturas y esculturas simuladas, y a través del hábil manejo de una rica paleta, de fuertes contrastes de luces y de sombras, y del uso virtuoso de la perspectiva lineal con varios puntos de fuga, coseguían la tridimensionalidad del escenario celestial y el visionario efecto de espacios abiertos ilimitados e infinitos de fácil acceso a las masas de fieles para quienes dicho arte estaba principalmente destinado. Un ejemplo significativo de esta tendencia que convertía a las pinturas en verdaderas ventanas abiertas a lo divino son los frescos pintados por Giovanni Battista Gaulli (Baciccio) (1630-1709) entre 1672 y 1685 para la iglesia de Il Gesù, en Roma, centrados en el tema de *La Gloria del Sagrado Nombre de Jesús*.

Los importantes descubrimientos científicos desarrollados durante la época barroca muchas veces implicaron gravísimos conflictos de autoridad política y teológica y fueron pública y ferozmente reprimidos. Sin embargo, algunos de los descubrimientos más destacados de la época, como el entonces muy controversial telescopio de Galileo de 1609-10, siguieron su curso e influyeron también en la representación espacial ilusionista de la pintura, empeñada entonces en hacer sentir el mundo religioso, incluso las nubes pobladas de ángeles, como objetos con realidad física tangible y alcanzable. La pintura europea del siglo XVII comenzó entonces a representar los cráteres lunares y otros temas de candente interés astronómico, provocando cambios en la iconografía religiosa tradicional, que, aunque muy criticados en su momento, contribuyeron también a humanizar la religión de acuerdo con la moderna cosmovisión propia del siglo XVII.<sup>2</sup> Andrea Sacchi (1599–1661), por ejemplo, en su obra maestra, *La Alegoría de la Divina Sabiduría*, pintada entre 1629 y 1633, en el techo del Palacio Barberini en Roma, representó una visión heliocéntrica del universo basada en las teorías del mismo Galileo.

La realidad política y económica contemporánea de la Nueva España era muy distinta a la europea, y su sociedad tenía otro tipo de preocupaciones y aspiraciones. Consiguientemente, su producción artística no reflejaba la disolución de los límites del espacio y del tiempo características del arte europeo sino, en cambio, la heterogeneidad, la diferencia y la súbita irrupción de la divinidad. La diversidad física de la población india, blanca y negra, cristalizó en un complicado sistema de castas, establecido de acuerdo con el porcentaje de sangre europea y el lugar de nacimiento de cada individuo. Pertenecer a una u otra casta implicaba privilegios o estigmas sociales muy difíciles de superar pues la movilidad de la sociedad novohispana era sumamente escasa y las jerarquías prácticamente inamovibles.

En la Nueva España el poder civil y el eclesiástico estaban unidos y consecuentemente, la Iglesia católica controlaba muy eficientemente no sólo la vida

pública de todos sus habitantes sino también, y en gran medida la esfera de lo privado. La sociedad novohispana era providencialista, creía fervientemente que Dios orquestaba todas las acciones de este mundo y no se concebía ninguna actividad humana, grande o pequeña, fuera del seno de la Iglesia católica. La piedad y devoción eran entonces extraordinariamente intensas y el arte religioso una herramienta muy eficazmente utilizada para superar simbólicamente la asimetría de las relaciones entre los europeos e indígenas y las fuertes barreras socioeconómicas que los separaban contribuyendo así a la progresiva simbiosis cultural mexicana. Recurriendo a un análisis formal de las obras podemos observar, sin embargo, que pese a las intenciones conscientes de los principales patrocinadores de las artes, la pintura refleja, muy fielmente, la fragmentación social propia de la época como así también el fuerte impacto ideológico que significó la abrupta llegada e imposición de una nueva religión.

En la cultura novohispana confluyen dos tradiciones religiosas, ajenas la una de la otra en cuanto a contenido, pero acostumbradas ambas a utilizar al arte para hacer visible la imagen de los dioses y facilitar su veneración en el creyente. El arte prehispánico era eminentemente estilizado y simbólico. El arte religioso de raigambre europea era por el contrario antropomórfico e ilusionista, pero a través de medios y formas artísticas radicalmente diferentes, también aspiraba a expresar y hacer visibles las fuerzas divinas, es decir, a hacer visible lo invisible.

La heterogeneidad de estilos propia de la pintura novohispana del siglo XVII deriva en parte de la combinación de ambas tradiciones artísticas. La mayor parte de las figuras y del espacio representado en el arte novohispano sigue el criterio figurativo e ilusionista propio de la cultura europea pero, algunos detalles iconográficos y compositivos, especialmente la sorpresiva y frecuente inclusión de rompimientos de gloria que no logran integrarse con el resto de la pintura, parecen continuar el enfoque estilizado y simbólico característico del arte prehispánico y de las culturas religiosas primitivas. Tal es el caso de la obra *San Agustín escribiendo en el corazón de Santa María Magdalena de Pazzi*, figura 1, pintada por el pintor novohispano Juan Correa (1646-1716)<sup>3</sup>. La tela representa la visión mística de la santa florentina en relación con el verbo encarnado. El estilo de las figuras individuales incluidas en la obra es ilusionista, con la excepción quizás del extraño gesto que adopta San Agustín para llegar al corazón de Santa María, pero, la abigarrada composición geométrica que comprime el espacio acortando las distancias entre lo terreno y lo divino hasta hacerlas casi desaparecer, es, sin embargo, eminentemente abstracta. Lo simbólico y narrativo priman así por sobre el interés figurativo y realista.

En *Los Desposorios de la Virgen*, figura 2, del pintor sevillano Sebastián López de Arteaga (1610-1656?)<sup>4</sup>, el espacio celeste y el terreno son contiguos pero permanecen

completamente ajenos el uno del otro. Desde el Renacimiento, la tradición artística religiosa europea, utilizaba el espacio unificado como instrumento eficiente para acercar la religión a su sociedad contemporánea, que por su naturaleza racionalista, podía así relacionarse más fácilmente con la divinidad. En la pintura producida en la Nueva España, como la de López de Arteaga, por el contrario, el énfasis está en la nítida separación de ambas esferas.

El culto de las reliquias prosperó en el Nuevo Mundo y muchas pinturas fueron creadas con el afán de instruir a los fieles en las vidas ejemplares de los santos mártires cuyos restos materiales eran aquí venerados. En la pintura del artista novohispano José Juárez (1617-1660) <sup>5</sup> titulada *Los Niños Santos Justo y Pastor* de 1653, figura 3, por ejemplo, se representa en el primer plano a los niños que fueron martizados en tiempos del Imperio Romano, y que, ingenua y vivazmente, aparecen en la pintura vestidos a la usanza novohispana del siglo XVII. La escena del martirio propiamente dicha está relegada a un segundo plano, detrás de los arcos clásicos que separan muy nítidamente a ambos momentos. El Cordero Pascual preside la obra rodeado por ángeles que, envueltos en una simbólica luz divina, quiebran la formalidad y la nitidez de los arcos y bajan hasta la tierra donde se hallan representados los niños mártires, creando así una ambigüedad espacial sumamente inquietante. Mientras que el barroco europeo solía utilizar la perspectiva como recurso artístico para conseguir ilusiones visuales completas, la pintura novohispana como la de Juárez, evoca en cambio, un mundo repleto de milagros que coexiste pero que no se integra con la vida cotidiana.

Mircea Eliade señala que es propio de toda sociedad religiosa el percibir el tiempo como heterogéneo, dividido entre el lineal de carácter profano y el cíclico de carácter sagrado.<sup>6</sup> Los mitos y rituales que permiten acceder a la dimensión sagrada protegen al ser humano de la angustia existencial que provoca la experiencia de la finitud del tiempo histórico. La heterogeneidad espacial de la pintura novohispana es parte primordial de la experiencia religiosa de la hierofanía. Su representación pictórica frecuentemente va más allá de los requerimientos iconográficos concretos de los temas religiosos representados para sugerir la sorpresa e irrupción que toda revelación religiosa lleva consigo.

Tal es el caso de la pintura de Luis Juárez (1590?- 1639?) <sup>7</sup> titulada *El Nacimiento de la Virgen*, figura 4. En la tradición iconográfica europea dicho tema solía ofrecer a los artistas una excelente oportunidad para representar un espacio interior, íntimo, pleno de detalles decorativos propios del gusto burgués de quienes patrocinaban dichas obras. Algunas sutiles aureolas representadas sobre los personajes santos daban la pauta del contenido religioso del tema que por todo lo demás podía interpretarse como una escena de género profano. En la pintura de Juárez en cambio, el rompimiento de gloria que irrumpe en el espacio doméstico, en el ángulo superior derecho, con fuertes contrastes de

luces y sombras vivifica y dramatiza la escena provocando un paradójico sentimiento de revelación y ocultamiento, de sacralización de lo real y de diferencia. El brillo de las vestimentas, de la gloria en la esquina superior derecha y de las luces doradas distribuidas en distintas partes de la pintura son notables. La homogeneidad espacial es característica de la experiencia profana mientras que las diferencias cualitativas del espacio de Juárez sugieren admirablemente la inquietante irrupción de lo sagrado.

Las profundas fronteras sociales se reflejan en la pintura novohispana del siglo XVII en las que los misterios y las revelaciones parecen estar mediados por personajes intercesores. No se hacen visibles directamente a cualquier espectador atento, como era frecuente en la pintura europea contemporánea, sino, primero, a los personajes sagrados incluidos en la pintura y, sólo a través suyo, a los fieles que contemplan dichas obras. En *El martirio de San Ponciano*, figura 5, su autor, el pintor vasco Baltazar Echave Orio (1548-1620)<sup>8</sup>, incluye una serie de figuras que en distintos planos de profundidad y con variados gestos y posturas parecen mediar entre el público y San Ponciano que, como santo mártir, es el único que entra en contacto directo con la divinidad. Los espectadores somos testigos pero no figuras protagónicas de la hierofanía representada en la pintura. El orden jerárquico que rige a la sociedad novohispana parece reflejarse así en las representaciones religiosas.

En otras obras novohispanas del siglo XVII el rompimiento de gloria aparece exactamente atrás del personaje o de los personajes sagrados principales reemplazando así a la tradicional aureola o, aludiendo, muy abstractamente, a la presencia del Padre Eterno. Tal es el caso de *La Sagrada Familia con San Juan Bautista joven*, figura 6, del artista español Andrés de la Concha (?- 1612)<sup>9</sup>. En dicha obra, la inclusión de San Juan Bautista y de San José ejemplifica la continuidad de la tradición iconográfica pretridentina en gran parte de la producción artística Hispanoamericana. Ambas figuras, delicadas y pequeñas, establecen un contrapunto compositivo que enmarca a la Virgen y al niño ubicados, de acuerdo con sus jerarquías divinas, en la parte central de la obra. El rompimiento de gloria sugiere la poderosa presencia de Dios Padre cuya intervención queda así establecida pero, al mismo tiempo, permanece cualitativamente separado y distante de los demás personajes de la obra.

En el retrato de *Santo Tomás de Aquina* de 1639, figura 7, del pintor español Fray Alonso López Herrera (? – 1654)<sup>10</sup>, la representación del Espíritu Santo en forma de paloma aparece entre iluminadas nubes celestiales que parecen bajar hasta la cabeza del santo filósofo significando así la inspiración divina que según la tradición cristiana guió su vida y obra. El espacio terreno poblado de libros, escritorio, silla y elementos de escritura, deja pasar la sobrenatural gloria pero no se integra con ella más que a través de su rítmica

repetición en cuanto a valor lumínico en el escudo del santo que la lleva así a un primer plano.

También en *Santa Brígida*, figura 8, de Cristóbal de Villalpando (c1649-1714), uno de los pintores novohispanos más destacado, el espacio está interpretado como algo fundamentalmente discontinuo, construido a base de superposiciones y agregaciones que no integran en él a las figuras representadas. La escena se desarrolla en dos espacios diferenciados donde predominan enormes contrastes de luz entre el tenebrista primer plano en el que se ubica la figura de Santa Brígida con su crucifijo y la luminosa visión que experimenta de la Virgen María y otros personajes santos. Villalpando crea así dos focos de atención para el espectador y, consiguientemente establecen una relación espacial contrastada, en la que las figuras principales parecen yuxtapuestas y no orgánicamente unificadas e integradas al todo destacando las diferencias entre lo terreno y lo celeste de forma radical.

Es fácil observar que la rigurosa reglamentación gremial sobre materiales, técnicas y formas, el aún más estricto control iconográfico ejercido por la Iglesia Contrarreformista, y el aislamiento geográfico con respecto a los centros culturales más activos de la época, no crearon el ambiente más propicio para la innovación artística en la Nueva España. Sin embargo, la originalidad estilística no es el criterio más idóneo para juzgar una producción artística cuya función primordial no era la innovación creadora sino el fomento del proceso de colonización religiosa de la heterogénea población novohispana. La profunda religiosidad de la sociedad virreinal, la inseguridad y la angustia generadas por las circunstancias históricas, la utilización de la mano de obra local heredera de una tradición artística extraordinaria, y, muy especialmente, el innegable hecho de que el público novohispano para quien las obras estaban destinadas fuera muy distinto del español, favoreció la fusión de formas y significados y, en el proceso, la creación de otros absolutamente singulares.

En el presente trabajo he tratado de demostrar que dichas transformaciones van mucho más allá de las meras interpolaciones ocasionales citadas por la mayor parte de la literatura especializada. El anacronismo estilístico característico de la Nueva España y el sincretismo formal presente en la mayoría de las pinturas del siglo XVII no es exclusivamente el resultado de la pasiva dependencia cultural del virreinato respecto del centro de poder español sino, y más profundamente, el reflejo de la diversidad propia de la nueva sociedad en formación.

A través de los ejemplos previamente analizados podemos concluir que en la pintura novohispana del siglo XVII la representación espacial terrena y divina, entran en conflicto, generan tensiones y ambigüedades. Dichas contradicciones espaciales pueden ser interpretadas más que como malas transcripciones o mezclas de diversos modelos

Europeos más o menos pasados de moda, a través del establecimiento de conexiones con el pensamiento y con la cultura de la época, plena de contrastes sociales, económicos, y culturales. Las modalidades espaciales dispares que conviven en la pintura del siglo XVII son una puerta abierta a la mentalidad novohispana, un claro reflejo de su fragmentada, jerárquica y contrastada sociedad y de las dificultades que experimentó para asimilar la llegada de una nueva forma de entender el mundo a través de la religión cristiana. La pintura novohispana del siglo XVII tiene su propia especificidad y, consiguientemente, su estudio no debe circunscribirse a la identificación de influencias estilísticas europeas, sino, más bien, debe servir como una herramienta más, extraordinariamente rica en información sociológica, útil para comprender muchos de los sentimientos más profundos de la sociedad mexicana en formación.

### **Bibliografía**

- Creel Algara, Carlota, "Alonso López de Herrera" en *Boletín de Monumentos Históricos*, México, INAH, no. 41, 1970
- Fernández Justino, "Rubens y José Juárez", en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, México, IIE, 1939, vol. III, no. 10, pp. 51-57
- Gutiérrez Haces, Juana, et al., *Cristóbal de Villalpando. Catálogo razonado*, México, Instituto de Investigaciones Estéticas, Fomento Cultural BANAMEX, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 1997
- Moyssén, Xavier, "Sebastián Arteaga", en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, México, IIE, 1988
- Ruiz Gomar, Rogelio, *El pintor Luis Juárez, su vida y su obra*, México, IIE, 1987
- Tovar de Teresa, Guillermo, *Pintura y escultura del renacimiento en México*, México, INAH, 1971, pp. 114-127
- Vargaslugo, Elisa, Curiel, Gustavo et al., *Juan Correa: su vida y su obra. Cuerpo de documentos*, México, IIE, 1991
- Victoria, José Guadalupe, *Un pintor en su tiempo: Baltasar de Echave Orio*, México, IIE, 1994
- Victoria, José Guadalupe, compilador, *Una bibliografía de arte novohispano*, México, IIE, 1995

---

<sup>1</sup> Los estudios clásicos sobre el tema son: Panofsky, E., *La perspectiva como forma simbólica*, Barcelona, Tusquets, 1980 (1927); Francastel, P., *Pintura y sociedad*, Madrid, Cátedra, 1984 (1951); y White, J., *The Birth and Rebirth of Pictorial Space*, Londres, Faber and Faber, 1957

<sup>2</sup> Reeves, Eileen, *Painting the Heavens: Art and Science in the Age of Galileo*, Princeton, Princeton University Press, 1997

<sup>3</sup> Juan Correa, pintor novohispano y mulato, activo aproximadamente entre 1667 y 1716.

<sup>4</sup> Sebastián López de Arteaga, pintor nacido en Sevilla en 1610, y llegado a la Nueva España en 1640.

<sup>5</sup> José Juárez, hijo del pintor Luis Juárez, fue posiblemente el pintor más destacado nacido en la Nueva España.

<sup>6</sup> Eliade, Mircea, *The Sacred and the Profane: The Nature of Religion*, Londres, Harcourt Brace Jovanovich, 1959

<sup>7</sup> Luis Juárez o Xuárez, padre del pintor José Juárez arriba mencionado fue el fundador de la dinastía de pintores novohispanos de apellido Juárez. Como pintor existen datos de su actividad entre 1609 y 1639.

<sup>8</sup> Baltazar de Echave Orio fue un pintor vasco nacido en 1558 y llegado a la Nueva España alrededor de 1580.

<sup>9</sup> Andrés de la Concha, artista sevillano emigrado a América alrededor de 1570. Lo más importante de su obra está en Oaxaca.

<sup>10</sup> Alonso López de Herrera pintor nacido en Valladolid y emigrado a la Nueva España en 1608.





**XXXII CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN  
DEL SISTEMA TECNOLÓGICO DE MONTERREY**

*Generación, Transferencia y Aplicación del Conocimiento*

Para uso del comité organizador

**FORMA DE INSCRIPCIÓN**

Folio: _____
A _____ R _____
Mesa _____
Hora _____

Título del Trabajo:

***LA FORMACIÓN DEL ESTADO Y LAS FINANZAS MUNICIPALES. UN ACERCAMIENTO AL  
CASO DE VALLADOLID (MORELIA)***

Autor(es): Dr. Jorge Silva Riquer

Campus: Ciudad de México

División: Humanidades y Ciencias Sociales

Depto./Centro: Humanidades

Teléfono: 54-83-20-20 Extensión: 1355 Fax: 54-83-22-82

E-mail: [jsilva@campus.ccm.itesm.mx](mailto:jsilva@campus.ccm.itesm.mx)

Nombre y Curriculum Vitae del Expositor:

Dr. Jorge Silva Riquer. Licenciado en Sociología por la Universidad Nacional Autónoma de México, maestro en historia por La Escuela Nacional de Antropología e Historia, Doctor en Historia por El Colegio de México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1990, miembro fundador de la Asociación Mexicana de Historia Económica, y miembro fundador de la Asociación Mexicana de Historia Urbana. Es miembro del Comité Latinoamericano de Historia con sede en USA, miembro del seminario de investigación en Historia, Tradición y Cultura del Tecnológico de

Monterrey Campus Ciudad de México. Editor de la revista América Latina en la Historia Económica.

La contribución del trabajo se ubica principalmente en:

**XXX Investigación** \_\_\_\_\_ Extensión

Modalidad:

**XXX Trabajo en extenso** \_\_\_\_\_ Trabajo aceptado o publicado previamente

\_\_\_\_\_ Resumen \_\_\_\_\_ Poster

**Nota:** Los trabajos en extenso deben incluir los datos de personas capacitadas para evaluar su trabajo. Queda a juicio del Comité el uso de esta información.

#### EVALUADORES SUGERIDOS

Nombre	Institución	Teléfono	E-mail
Dr. Brian Connaughton,	Universidad Metropolitana,	57-23-64-07,	<a href="mailto:tani@xanun.uam.mx">tani@xanun.uam.mx</a>
Dr. Manuel Miño,	El Colegio de México,	54-49-30-00 ext. 5001,	<a href="mailto:mmino@colmex.mx">mmino@colmex.mx</a>
Dr. Juan Manuel de la Serna,	Cecydel-Unam,	56-23-02-11,	<a href="mailto:dlserna@servidor.unam.mx">dlserna@servidor.unam.mx</a>

#### Resumen del trabajo

(Ver instrucciones en la página del Congreso en Internet:  
<http://congresoie.mty.itesm.mx/congresos/xxxii/g-resu.html>)

**Se envía el resumen anexo al mismo correo de inscripción.**

# LA BÚSQUEDA DE UNA IDENTIDAD NACIONAL. ARQUITECTURA EN MÉXICO, 1920-1950.

La arquitectura mexicana de la primera mitad del siglo XX se destaca por el afán constante y apasionado de arquitectos, teóricos y políticos por crear una manifestación arquitectónica nacional. Sin embargo, como podremos observar, estas intenciones no fueron lo suficientemente fuertes como para poder argumentar una arquitectura que realmente representara a la mayor parte de la población de la República mexicana. Mientras que en los primeros años del gobierno de Álvaro Obregón, con José Vasconcelos en la Secretaría de Educación Pública, será el Neocolonialismo la imagen de la identidad nacional, bajo el Maximato se desarrollarán, casi paralelamente, la recuperación del indigenismo y la absorción del art decó europeo. Poco tiempo después la identidad mexicana se hará eco de las necesidades más básicas de su población, elementos que paliará la arquitectura funcionalista de Villagrán y sus discípulos, tanto los moderados como los radicales. Pero no será hasta la década de los cincuenta cuando se recuperen más fielmente los rasgos mexicanos, los que se conservan en la tradición vernácula, popular. Este interés vendrá de la mano de la Escuela Tapatía de Arquitectura, con su mejor representante, Luis Barragán, así como del esfuerzo conjunto que supuso la construcción de la Ciudad Universitaria.

La idea de esta ponencia es destacar las distintas etapas de la construcción de una arquitectura nacional mexicana mostrando la complejidad de este proceso histórico que se desarrolló entre 1920 y 1950.

Palabras clave: Arquitectura nacional, México, 1920-1950.

## 1. Introducción

El análisis de este estudio versa sobre los distintos intentos de configurar una arquitectura de identidad nacional, analizando los distintos ensayos que se dan cita entre 1920 y 1950, desde la arquitectura neocolonial a la funcionalista, pasando por el neoindigenismo, o el art decó.

El término de la revolución mexicana hacia 1920 ofreció al país una nueva oportunidad de encontrarse a sí mismo, de recuperar sus rasgos distintivos, su identidad, que había sido olvidada durante el Porfiriato que volvió la mirada hacia Francia.

Sin embargo, el problema no era simplemente recuperar y redescubrir la identidad del pueblo mexicano, sino también adaptarla a un nuevo siglo, a las nuevas técnicas y necesidades del siglo XX, que también habían sido definidas por otra revolución, la Industrial.

Por un lado, debían definir si la personalidad del pueblo mexicano residía en la cultura indígena, en la colonial, en ninguna de las dos, o en ambas. Y una vez resuelto este dilema, debían adecuarlo a los nuevos sistemas ofrecidos por la modernidad, como el concreto armado.

Nuestra ponencia marca como inicio el año de 1920, sin embargo, no podemos olvidar que los arquitectos, teóricos y políticos protagonistas de este momento se formaron en el Porfiriato, y fue en su seno en el que establecieron las diferencias. De este modo, la mayoría de los representantes del primer gobierno post-revolucionario desarrollaron sus ideologías en el Ateneo,

instrumento intelectual del Porfiriato. De aquí parte el esfuerzo por constituir una arquitectura nacional.

## 2. Metodología

Las conclusiones de este trabajo han sido el fruto del estudio de las fuentes teóricas de los creadores de la arquitectura mexicana entre 1920-1950, obras que custodia la Biblioteca Nacional de México. Pero evidentemente, las obras arquitectónicas son la fuente primera y primordial para acercarse a este período histórico.

Por otro lado ha sido muy importante la inmersión en el mundo mexicano, a través de visitas al centro de la ciudad, así como por viajes a lo largo de la República, y como no, gracias al contacto con mexicanos que han hablado de su cultura, sus intereses, traumas, nostalgias... ampliando el punto de vista de la investigación.

Es decir, la metodología se basa en el análisis de fuentes escritas, búsqueda de material fotográfico, trabajo de campo (visita a monumentos), así como entrevistas a mexicanos que han explicado su forma de entender el nacionalismo, así como temas tan interesantes y polémicos como el *trauma de la conquista*.

## 3. Discusión

El final de la Revolución supone el inicio de una nueva etapa tanto en la historia como en el arte de México. El año de 1920 se muestra como el final de una era de gobiernos extranjeros, y el inicio del autogobierno de los propios mexicanos. Esto implica que desde el gobierno de Álvaro Obregón (1920-1924) se propulsará la recuperación de las raíces. Sin embargo, como podremos observar a lo largo de este estudio, las raíces variarán según quién esté en el gobierno.

En el caso del estilo Neocolonial, será José Vasconcelos, Secretario de Educación Pública, quien fomentará la recuperación de las raíces coloniales, ya que a través de la gran tarea de alfabetización del país, llegando a todos los rincones de la República, trató de integrar a todos los mexicanos bajo un signo común: el idioma, el español.

En su opinión el elemento más significativo que les dejaron los siglos de la Colonia fue precisamente la unidad del territorio bajo la religión y la lengua [1]. Por esta razón defiende la necesidad de recuperar su pasado más inmediato, el de la Colonia, prescindiendo de cualquier renacimiento prehispánico, que considera un fraude.

Vasconcelos señala la importancia del mestizaje para lograr una nueva raza fuerte, invencible, una raza *cósmica*. Sin embargo, a pesar de la importancia que le confiere a la raza india, ésta siempre estará supeditada a la raza blanca en proporción, ya que la considera superior. Es por esta razón por la que en la arquitectura también destacará el protagonismo del factor colonial, relegando al anonimato la arquitectura prehispánica

*... donde todo es uniformemente bárbaro, cruel y grotesco. Ningún sentido de belleza en el decorado,... (las ruinas de Uxmal) no nos causan emoción estética alguna; sólo asombro [2].*

La arquitectura que desean recuperar como base de la identidad nacional será la del período barroco, especialmente del siglo XVIII, en función de los grandes ejemplos que todavía se conservaban en la Ciudad de México y sus alrededores, como el Convento de Tepotzotlán, gran ejemplo de “ultrabarroco” [3].

Hay dos teóricos que reforzarán las ideas de Vasconcelos para la creación de una arquitectura nacional. El primero, Federico Ernesto Mariscal Piña, (1881-1971) es uno de los teóricos más importantes de este momento en lo que se refiere a la configuración de la identidad nacional. En su obra *La patria y la arquitectura nacional*, recopilación de una serie de conferencias que impartió durante los años 1913 y 1914, hace un apasionado elogio de la arquitectura colonial como auténtica y única manifestación de la arquitectura nacional:

*El ciudadano mexicano actual, el que forma la mayoría de la población, es el resultado de una mezcla material, moral e intelectual de la raza española y de las razas aborígenes que poblaron el suelo mexicano. Por tanto, la arquitectura mexicana tiene que ser la que surgió y se desarrolló durante los tres siglos virreynales, en los que se constituyó “el mexicano” que después se ha desarrollado en la vida independiente [4].*

En la misma línea destaca el teórico Acevedo quien considera que todavía no es tarde para la arquitectura colonial, porque *...la tradición de tantas excelencias yace dormida en la conciencia de todos, pero no muerta. Ella, que es ancestral, corre en la sangre de nuestras venas y espera que cada uno la demuestre según su capacidad [5].*

Será Carlos Obregón Santacilia, uno de los arquitectos más interesantes del México de la primera mitad de siglo, quien lleve a la práctica las teorías del estilo Neocolonial defendido por Vasconcelos, Mariscal y Acevedo. En sus escritos explica la evolución de su obra que inicia, tras la Revolución, a partir de

*la búsqueda de las tradiciones abandonadas; recuerdo que casi nos obsesionaba a un grupo, el hacer arquitectura tradicional, discutíamos largamente sobre ello, pensábamos que los arquitectos de América teníamos la obligación de buscar para nuestra arquitectura las raíces de la tradición... pero nos dimos cuenta de que estaban completamente muertas y que era imposible su aplicación en nuestra arquitectura, que naturalmente la deseábamos hecha para las nuevas necesidades [6]*

Esa es la razón por la que seguirá investigando durante toda su vida, pasando por el *art déco* así como por el funcionalismo. Pero aunque más tarde se arrepienta de sus primeras obras, el Colegio Benito Juárez será el gran ejemplo de arquitectura neocolonial de este período. En esta obra será capaz de ensamblar la tradición de las construcciones religiosas coloniales (con sus patios y estructura central-biblioteca como elementos compositivos de la misma) con los materiales nuevos que ofrecía la modernidad, como el uso del concreto armado. Evidentemente esta exclusión de la tradición indígena nos lleva a pensar que no es válida como manifestación de la arquitectura nacional mexicana.

La siguiente etapa se desarrollará bajo el Maximato, período en que Plutarco Elías Calles (1924-1928), llamado Jefe Máximo de la Revolución después de haber terminado su mandato, mantuvo el control político del país a través de las presidencias de Emilio Portes Gil (1928-1930), Abelardo Rodríguez (1932-1934) y los primeros meses del gobierno de Lázaro Cárdenas (1934-1940).

En este período, al contrario que en el anterior del presidente Obregón, nos vamos a encontrar con que no existe un estilo predominante, sino que se van a suceder en el tiempo, e incluso se van a solapar tres estilos diferentes. En un primer momento, la necesidad acuciante de crear una identidad nacional, la misma que ya habíamos señalado tanto en el Porfiriato como en el Obregonismo, se refugiará en los modelos prehispánicos. Este estilo se dará principalmente en los primeros años, siendo su culminación la obra de Amábilis (tanto la obra teórica como plástica).

Manuel Amábilis, será el generador tanto de la teoría como de la praxis del estilo Neoindígena. Con motivo de la Exposición Iberoamericana de Sevilla, en el año 1929, Amábilis, junto con el escultor Tommasi y el pintor V.M. Reyes, se presentaron al polémico concurso de selección del Pabellón que representaría a México en España, y finalmente, tras un largo proceso de selección fueron elegidos para llevar a cabo esa tarea [7].

El proyecto de Amábilis se basa en los modelos prehispánicos para lograr una arquitectura plenamente nacional: *Somos tres artistas mexicanos que después de haber hecho nuestros estudios en Europa, hemos pasado largos años estudiando los antiguos monumentos de México y, conocemos, consecuentemente, nuestras artes precolombinas en todos sus detalles; pues era designio de nuestro gobierno y así lo expresó al conocer a los arquitectos, que el Pabellón de México en Sevilla fuera de Estilo Nacional* [8].

Es decir, del mismo modo que en el período anterior, en el que predominaba el estilo Neocolonial, en este momento se volverá a traicionar la historia, rescatando de una forma arbitraria la tradición y las raíces mexicanas. Mientras que el Neocolonial obvia las raíces indígenas, Amábilis pasa por alto la tradición última de la colonia. Por este motivo, ninguna de las dos manifestaciones puede considerarse nacional, ya que ambas discriminan una parte de la cultura mexicana.

En el caso del *art déco* la problemática es diferente, ya que se desentiende totalmente de su propio origen para asumir un estilo que engloba las manifestaciones artísticas desarrolladas en Europa entre 1920 y 1940. Este estilo, eminentemente decorativo, es una respuesta a una situación concreta, como la que estaba viviendo Europa en ese momento, es decir, el período de entreguerras.

El único elemento que pudo servir de conexión entre este estilo europeo y México era el uso indiscriminado de elementos prehispánicos como modelos de decoración abstracto-geométrica. Sin embargo, X. Esqueda defiende este estilo en México (habitualmente tratado como un estilo de transición), indicando que

*su grandiosidad reside, además de sus producciones en sí, en el hecho de haber creado un verdadero arte nacional con alcances internacionales, aportando a la historia del arte universal "el Renacimiento mexicano"* [9].

Evidentemente, en el discurso de este artículo no podemos admitir como ejemplo de arte nacional el art déco, ya que su origen surge en una corriente internacional que se caracteriza fundamentalmente por la decoración, y por otro lado, es un producto demandado por un grupo social de élite, en el que no se puede incluir a toda la República, y por tanto, pierde su esencia de nacional.

A partir de la década de los veinte será la personalidad y obra de **José Villagrán García** (1901-1992), los que dominarán tanto el ámbito teórico como práctico de los comienzos del funcionalismo en la Ciudad de México.

La importancia de Villagrán se refiere a la construcción de la primera obra funcionalista en México, el *Instituto de Higiene y Granja Sanitaria de Popotla*, en 1925, así como por la configuración de la teoría arquitectónica moderna en la Escuela de Arquitectura.

La novedad que debemos destacar de Villagrán es la importancia que le concede al programa en la arquitectura, en función de las necesidades últimas del hombre, afirmando que *a pueblos pobres como el nuestro, necesitados de instrucción, de salud y de techo, no hay que ofrecerles cortinas vítreas, ni paraboloides hiperbólicos ni mansardas sofisticadas o balaustradas de concreto, de igual manera que a quien padece hambre lo que debe proporcionársele es alimento, y no vajilla de plata, ni servicio de etiqueta* [10]. Por todo lo anterior, en la arquitectura no debe predominar *ni arcaísmo ni futurismo: (si no) actualidad* [11].

Las enseñanzas de José Villagrán García serán el origen de dos corrientes funcionalistas en México. La radical se caracteriza por la importancia de la función frente a la estética. El libro *Vers une architecture* de Le Corbusier, se convirtió, para tres arquitectos de ideas socialistas, en el modelo perfecto para aplicar al medio posrevolucionario y a la realidad de su país: Juan O'Gorman en las escuelas primarias, Juan Legarreta en la casa-obrera mínima y Álvaro Aburto en las casas campesinas [12].

Al igual que en los períodos anteriores, este tipo de funcionalismo estuvo propiciado por el Gobierno, tanto por el Secretario de Educación Pública, Narciso Bassols, quien también creía en los ideales del socialismo [13], y todavía con más intensidad, por el propio Presidente de la República, Lázaro Cárdenas, que estimuló tanto la actividad del partido comunista, así como la iniciativa de los artistas, que se reunieron bajo las siglas de la LEAR (Liga de Escritores y Artistas Revolucionarios), y la UAS (Unión de Arquitectos Socialistas), que tenía su sede en el despacho de Enrique Yáñez.

Sin embargo la esencia de esta arquitectura, que se basaba en el mínimo para alcanzar a la mayoría perdió como adeptos a sus propios creadores, ya que en la búsqueda de lo esencial se habían olvidado de la necesidad del elemento artístico en la vida del hombre. De este modo, el propio O'Gorman, desencantado con una arquitectura ajena al hombre, redescubre sus propias raíces para hacer más amable la convivencia del hombre dentro de la arquitectura.

Otro caso de reconducción hacia una arquitectura más moderada lo constituye A.T Arai quien construyó los *Frontones* de Ciudad Universitaria en un estilo claramente evocador del pasado indígena. No sólo por la disposición de la estructura, piramidal, sino también por su mística unión con el paisaje que lo circunda [14]. De nuevo nos encontramos con una selección de la historia de México.

Por otro lado, como discípulos de Villagrán, hay que destacar la línea moderada del funcionalismo donde destacaron varios arquitectos, como M. Campo, Marcial Gutiérrez Camarena, C. Vergara, o Enrique del Moral.

La obra más importante de esta línea, orientada a un funcionalismo moderado, es el conjunto de Ciudad Universitaria, en las postrimerías de la década de los cuarenta. Su importancia se refiere, por una parte, al hecho de que esta monumental obra es de un gran equipo, una gran colectividad de arquitectos [15], eso sí, todos ellos mexicanos, que a partir de los postulados del funcionalismo y el nacionalismo, trazarán una ciudad universitaria funcional, y al mismo tiempo, profundamente mexicana.

Ese factor mexicano se sostendrá en distintos factores: en primer lugar, la elección del lugar: el Pedregal de San Ángel. Poco tiempo antes, el arquitecto Barragán puso de relieve las posibilidades estéticas de ese mágico paisaje que emerge de las rocas volcánicas del Pedregal. Sin embargo, la especulación todavía no se había apoderado de estos terrenos, por lo que la Universidad aprovechó la oportunidad para levantar una Ciudad Universitaria moderna, actual, independiente. Por otro lado, ese paisaje volcánico era el mismo que había devorado a los habitantes de Cuicuilco, por lo que se presentaba como una continuación de esa civilización perdida pero no olvidada.

Las novedades de las que hacía gala el nuevo conjunto universitario se basaban en la reconquista del espacio por el peatón; accesos más convenientes, sin monumentalidad; desniveles marcados para rebajar la escala al hombre; volúmenes y orientación siempre tendentes a la horizontalidad para facilitar los accesos; estructuras, por lo general de ferroconcreto, aunque buscando siempre la diversidad; materiales y colores autóctonos, como la piedra volcánica y otros materiales que busquen la unidad; pórticos y pasos cubiertos, para la protección del sol y la lluvia; y por último, un pavimento que unificara todos los elementos [16].

En nuestra opinión la Ciudad Universitaria se muestra como un gran ejemplo de arquitectura mexicana nacional y moderna. Sin embargo queremos señalar otra vía de acción que llevó a resultados similares, nacionales y modernos. Se trata de la búsqueda del nacionalismo en la arquitectura popular y vernácula, en las tradiciones transmitidas de generación en generación, ajenas a teorías más intelectuales.

La primera muestra de interés oficial por el arte popular se refiere a la exposición impulsada por Gerardo Murillo, más conocido como el Dr. Atl, en 1921. Esta exposición tuvo sede en Los Ángeles, California, y en la Ciudad de México

El siguiente gran paso de afirmación de la importancia de la arquitectura popular fue la exposición organizada por el INBA en 1952, siendo Jefe del departamento de arquitectura E. Yáñez.

En ambas exposiciones se ponía al alcance del público la tradición última que los caracterizaba. Esos elementos que podemos señalar como los más auténticos de la tradición vernácula mexicana, fundamentalmente desarrollados en la arquitectura habitacional, quizá sean los que se refieren a la existencia de patios interiores, y a la pintura de los muros hacia el exterior. El primer elemento es una síntesis de las tradiciones indígena y colonial, mientras que la segunda es eminentemente prehispánica [17].



Fue la Escuela Tapatía de arquitectura - como se conoce a los "Tres de Guadalajara", Ignacio Díaz Morales, Rafael Urzúa y Luis Barragán- el primer intento consciente de incorporar los elementos populares en su arquitectura, una arquitectura que estudiaron en las aulas de la escuela Libre de Ingeniería de Guadalajara. Allí manifestaron su desacuerdo con el academicismo y la imposición neobarroca de José Vasconcelos [18], definiendo su arquitectura como contemporánea y vernácula al mismo tiempo.

La obra de estos tres arquitectos se resuelve con la aceptación de la tradición y las nuevas tecnologías [19], pero esa tradición no se refería exclusivamente a la indígena o colonial, sino que se sumergía en los antecedentes últimos de la tradición de los patios, jardines y fuentes, que les llevaban hasta el Mediterráneo. Este redescubrimiento vino de la mano de un libro de Ferdinand Bac [20], paisajista que conoció Barragán en su viaje por Europa, y que influiría en los tres arquitectos.

De este modo nos encontramos ante dos líneas de acción que han respetado y rescatado las tradiciones, pero asumiéndolas como elementos vernáculos, por lo que se adaptan perfectamente a su tiempo, a la modernidad. Tanto los espacios amplios como los colores, son elementos que tienen su origen en la arquitectura prehispánica, pero que se mantuvieron en la Colonia. Así, a pesar del lapso que supone el academicismo del blanco, podemos admitir que estos elementos son propiamente mexicanos.

#### **4. Conclusión.**

La creación de una arquitectura netamente nacional en los treinta años que comprende este artículo se muestra como una tarea ardua y desafiante. Sin embargo, desde el punto de vista del historiador, que maneja los datos desde una perspectiva ajena y alejada de sus coordenadas históricas, el problema de la configuración de ese lenguaje se muestra claro y preciso.

Podemos advertir cómo desde 1920 los teóricos de la arquitectura inspiraron en los arquitectos distintas señas de identidad que, como hemos señalado, se alejaban del verdadero interés por crear una arquitectura nacional.

Los ensayos de Carlos Obregón Santacilia no dejan de ser meros *collages* de la historia, una historia interpretada desde un punto de vista muy característico, el de la raza cósmica de José Vasconcelos.

Sin embargo, la siguiente propuesta tampoco abarcaría la tradición mexicana en su totalidad, centrándose únicamente en los valores que pretendía destacar el Maximato en sus primeros años: la figura del indígena.

Ambos intentos de configuración nacional pecan de marginar una parte fundamental del carácter mestizo que define a México. Siendo este elemento definidor absolutamente claro y necesario para comprender la realidad mexicana, ninguna de las teorías que apoyaban estas manifestaciones fueron capaces de admitir su condición multicultural.

En los años veinte pretenden introducirse en un clima europeo, el art decó, olvidando la realidad de su país. Se trata de un arte eminentemente decorativo, donde la cultura indígena surgirá como inspiración de formas geométricas abstractas, y el público al que será dirigido será, evidentemente, de una cierta capacidad económica. De nuevo, ajeno a la realidad socio-cultural del país.

A partir de la obra teórica y práctica de José Villagrán se tratará de dar soluciones a la gente más necesitada, alejándose de factores decorativos que sólo encarecían las obras. El funcionalismo debía paliar las necesidades últimas de los mexicanos. Pero este funcionalismo se bifurcará a la hora de establecer qué es lo estrictamente necesario para un ciudadano de escasos recursos.

Según los radicales la elección era clara: sólo debían incluir lo estrictamente necesario, prácticamente la caja como forma última de la arquitectura, de las formas frías e impersonales que habían deducido de las lecturas de Le Corbusier. De nuevo los arquitectos mexicanos caen en el grave error de olvidar a la gente, a las personas que, a pesar de sus necesidades esenciales, también añoraban espacios más agradables para la convivencia humana.

Este problema será solucionado por los moderados, que recurrirán a las teorías de Le Corbusier, recordando siempre que la sensibilidad humana es un factor fundamental en la arquitectura. Quizá el ejemplo más representativo de esta arquitectura moderada sea la Ciudad Universitaria, donde sintetizaron las enseñanzas del funcionalismo con las características de la cultura mexicana. A la misma conclusión llegarían los arquitectos tapatíos, pero a través del estudio sistemático de los rasgos populares de la arquitectura.

De este modo consideramos que la verdadera arquitectura mexicana surge en los últimos años de la década de los cuarenta para mostrar, a través de los rasgos populares y las técnicas modernas, una arquitectura nacional, fiel al semblante del México de aquella época.

## 5. Referencias

- [1] C, FELL: *José Vasconcelos. Los años del águila, 1920-1925*, UNAM, IIE, México, 1989, p. 668: "logró convencer al país de que la Revolución también concernía a la educación... a la educación de los que hasta ese entonces habían sido marginados del desarrollo nacional".
- [2] J. VASCONCELOS, *El desastre*, Ed. Trillas, México, 1998, p. 131.
- [3] J. FERNÁNDEZ, *Arte mexicano, de sus orígenes a nuestros días*, Ed. Porrúa, México, 1989, (1958), p. 84.
- [4] F.E. MARISCAL, *La patria y la arquitectura nacional*, Imprenta Puente Quebrado, 1970 (1913-1914), p. 12.
- [5] J.T. ACEVEDO, *Disertaciones de un arquitecto*, INBA, México, 1967, pp. 51 y 98.
- [6] C. OBREGÓN SANTACILIA, *México como eje de las antiguas arquitecturas de América*, Ed. Atlente, México, 1947, p. 82.
- [7] G. DE GARAY ARELLANO, *La obra de Carlos Obregón Santacilia*, SEP, INBA, México, 1979, p. 70: "En 1927 se efectúa el concurso para la construcción del Pabellón de México en Sevilla. En la memoria de su anteproyecto, Obregón Santacilia advierte su interés por hacer una arquitectura moderna, muestra del universal modo de construir y dentro de las tendencias actuales de la arquitectura. Quedó en segundo lugar".
- [8] M. AMÁBILIS, *El Pabellón de México en la Exposición Iberoamericana de Sevilla*, Talleres Gráficos de la Nación, México, 1929, p. 14.

- [9] X. ESQUEDA, *El art déco. Retrato de una época*, UNAM, México, 1986, p. 90.
- [10] J. VILLAGRÁN GARCÍA, "Setenta y cinco años de arquitectura mexicana, 1900-1975", citado por VARGAS SALGUERO, R., *Villagrán, teórico de la arquitectura mexicana*, ASINEA, México, 1993, p. 129.
- [11] J. VILLAGRÁN GARCÍA, "Apuntes para un estudio", *Arquitectura*, n° 12, Abril, 1943, p. 90.
- [12] I. RODRÍGUEZ PRAMPOLINI, *Juan O'Gorman. Arquitecto y pintor*, UNAM, México, 1982, p. 22.
- [13] *Ibidem*, p. 28 y 34: "El socialismo de Bassols fue uno de los intentos más honestos que se hicieron en México para solucionar el problema de la educación".
- [14] P. ROJAS, *La ciudad universitaria a la época de su construcción*, UNAM, México, 1979, p. 85: "La presentación de los frontones constituyó uno de los más celebrados aciertos de la Ciudad Universitaria, al haberse optado por la forma de la pirámide truncada para las paredes envolventes, labradas éstas con piedra volcánica del lugar, lo que tendría, en suma, el poder de sugerir inmediatamente, la armonía con los viejos motivos del paisaje del Valle de México, que son varios cráteres emergentes, además de recurrir a las formas habituales de los basamentos que sirvieron a los templos del mundo indígena".
- [15] E. YÁÑEZ, *Dieciocho residencias de arquitectos mexicanos*, Ed. Mexicanas S.A., México, 1951, p. 70.
- [16] *Ibidem*, pp. 79-87.
- [17] F.J. LÓPEZ MORALES, "El color en la arquitectura mexicana popular", *Color en la arquitectura mexicana*, COMEX, México, 1992, p. 11: "En el mundo prehispánico el color desempeñó un papel primordial y simbólico".
- [18] E.X. DE ANDA ALANÍS, "Tradición y nacionalismo como alternativas de identidad en la arquitectura moderna mexicana", *Arquitectura Neocolonial. América latina, Caribe, USA*, Coord. A. AMARAL, Fondo de Cultura Económica, México, 1994, p. 262.
- [19] AA.VV. *Arquitectura tapatía contemporánea*, ED. Ágata, México, 1993, p. 11.
- [20] *Ibidem*.

**LA PRESENCIA JUDÍA EN MONTERREY EN EL SIGLO XX. Ana Portnoy Grumberg, Departamento de Bachillerato Internacional. Campus Eugenio Garza Sada, ITESM.**

A pesar de una presencia criptojudía entre los primeros colonizadores del Nuevo Reino de León, la comunidad judía del Monterrey de nuestros días no procede de los judaizantes coloniales, sino de oléada inmigratorias procedentes de Polonia, Rusia, Lituania y Alemania que se estableció en el noreste de México entre los años 1920 y 1930, años de crisis económica e intolerancia contra las minorías, como consecuencias de la Primera Guerra Mundial. La vida judía en esos países se agravó bajo la influencia del nazismo a partir de 1932.

El objetivo inicial de los inmigrantes había sido establecerse en los Estados Unidos, pero las restricciones de las llamadas Quota Acts (de 1921 y 1924) que habían restringido la entrada a ese país a individuos procedentes de Europa Oriental los canalizó hacia otras naciones de América, entre ellos México, país que mantuvo hasta 1934 una política de puertas abiertas, si bien con paulatinas restricciones que condujeron finalmente a la Ley de Población de 1936 que frenó definitivamente la inmigración.

Moradores urbanos en sus países de origen, los judíos, al igual que otros grupos de inmigrantes en el Noreste, como italianos, españoles y aquellos procedentes de países árabes, tendieron a concentrarse en la ciudad de Monterrey que se convertía en un polo de atracción regional por su floreciente industria. Los judíos se enfrentaron a una nueva cultura ante la que tuvieron que adaptarse, al tiempo que procuraron mantener una identidad propia reproduciendo patrones comunitarios del antiguo hogar. En 1923 se instituyó el Centro Social *Hatikva* (Esperanza), que aglutinó a los inmigrantes y paulatinamente se establecieron otras instituciones comunitarias.

Para finales de los años 1940 la población judía en Monterrey empezó a desplazarse al poniente de la ciudad, en donde se ubica el Centro Israelita de Monterrey que concentra hoy día la vida comunitaria judía.

**Área: Humanidades**  
**Coordinador de área: Mtra. Blanca López Mariscal**

**De filosofía y política en literatura. El humor, la ironía y la  
incertidumbre en la obra literaria**

**Coordinador de mesa: Dr. Roberto Domínguez Cáceres**

# ***El diosero* de Francisco Rojas González: Obra literaria indigenista de corte antropológico**

María Eugenia González Ricaño

## **Resumen**

En este trabajo se analiza *El Diosero*, libro de cuentos de Francisco Rojas González. Se parte de la tesis de ser éste, el primer escritor indigenista mexicano que vincula la antropología con la literatura. A partir de esta tesis central, se estudia la visión del autor en el proceso de aculturación y el sincretismo religioso de los diferentes pueblos indígenas. En el ámbito literario, se describe la estructura y el estilo de los cuentos de *El Diosero*: el discurso narrativo directo, los planos espacial y temporal, los manejos del lenguaje literario. El propósito central del trabajo radica en propiciar la reflexión sobre la vida de siete millones de indígenas que pueblan nuestro país y su recreación en esta obra literaria.

Palabras clave: Literatura mexicana indigenista, visión antropológica, cosmovisión indígena, sincretismo religioso, discurso narrativo, estilo.

## **I) Introducción**

Desde el momento de la conquista, el indígena hace su aparición en la literatura. Como personaje extraño -muchas veces enigmático-, como parte exótica del paisaje exótico americano, como ser explotado, como hombre original. Se convierte en un símbolo sublimado o denigrado, olvidado o marginado, pero siempre como una veta inacabable y multiforme de inspiración literaria.

La presencia del indio en la literatura puede estudiarse a partir de dos criterios tradicionales: el indianismo y el indigenismo. Para Concha Meléndez, reciben el nombre de indianistas "todas las novelas en que los indios y sus tradiciones están presentados con simpatía. Esta simpatía tiene gradaciones que van desde una mera emoción exotista hasta un exaltado sentimiento de reivindicación social, pasando por matices religiosos, patrióticos o sólo pintorescos y sentimentales."<sup>1</sup>

Los elementos esenciales de esta narrativa, que surgirá plenamente durante el romanticismo en el siglo XIX, se encuentra ya presente en la literatura desde la conquista. Las *Cartas de Relación* de Hernán Cortés o *La historia verdadera de la Conquista de Nueva España* son un ejemplo de ello. En la mayoría de los escritos de los siglos XVI y XVII, sin embargo, la visión de los indígenas no deja de ser utópica: descripciones que semejan cuadros inamovibles y contemplativos donde se plasma la grandeza del pasado indígena: la admiración por el indio, por su paisaje, por su cultura, pero como entes lejanos, sin relación con los problemas reales y cotidianos que enfrentan los indígenas de esa época. *Flores de varia poesía*, cancionero recopilado en México donde destacan las composiciones de Juan de la Cueva y Francisco Terrazas; y *Grandeza mexicana* de Bernardo Balbuena que describe las excelencias de la capital de Nueva España, los frutos, las comidas, los indios, las danzas. Al respecto, Sylvia Bigas<sup>2</sup> considera que el término mismo de "indiano" parte de los días de la colonización española y que los ejemplos clásicos de obras indianas son los poemas épicos, desde la *Araucana* de Alonso Ercilla y Zuñiga hasta *Tabaré* de Juan Zorrilla de San Martín, obra ya plenamente romántica.

Son los religiosos que vienen a Nueva España, los que empuñan la cruz en lugar de la espada, quienes buscan aprehender la armonía de la América prehispánica a través de una mirada humana que logre penetrar en el alma y en la mente del indio, en su arte, en sus costumbres y en sus leyes. *La historia de los indios de la Nueva España* de Fray Toribio de Benavente o la *Historia de las Indias* de Fray Bartolomé de las Casas testifican la justicia cristiana. Son estos misioneros y humanistas quienes inauguran -también en el siglo XVI- la literatura indigenista que aborda al personaje indígena como un ser humano, con cualidades y defectos, que se debate y lucha entre sus impotencias y sus ideales en la búsqueda o reafirmación de una identidad que le permita sobrevivir. Se vislumbra como una literatura de lucha y de protesta, testimonio de la miseria y de la explotación indígenas cotidianas, Para Alberto Moravia, el indio se convierte en alguien más que "un protagonista, una figura, un motivo de creación estética. Significa la representación de una cultura, de un pueblo, de una raza."<sup>3</sup>

Importa destacar que, aparte del valor estético, la literatura indigenista tiene un sistema axiológico claro: promueve la justicia o la reivindicación; y, a diferencia de la indianista, no requiere de un tratamiento literario que busque la resurrección del indígena como un ser mítico, alejado totalmente de su esencia humana. El escritor adopta una posición y una actitud que buscan ser objetivas; pero, en el fondo, además del interés evidente, ya sea sociológico o antropológico, existe una toma de conciencia. Su obra, convertida en testimonio, proyecta algo más que admiración y simpatía; busca el consenso del lector que permita trascender su indiferencia. Después del romanticismo, hay dos obras indigenistas que marcarán el rumbo de la literatura indigenista: *Aves sin nido* de la peruana Clorinda Matto de Turner y *Tomochic* del mexicano Heriberto Frías. Para Jean Franco:

La literatura indigenista en América Latina iba a tener dos funciones distintas. Una era la de realizar un propósito social directo al despertar la conciencia general sobre las condiciones de los sectores oprimidos de la población. La otra, consistiría en establecer los valores de la cultura y la civilización como alternativa frente a los valores europeos.

Por razones que resultan evidentes fue en México donde este culto de los valores indígenas tuvo mayores alcances. La revolución no sólo había cambiado la actitud del pueblo hacia el indio: también le acordó un lugar prominente en la nueva mitología revolucionaria. El indio representaba lo nacional; lo patentemente no-extranjero. Incorrupto por las presiones imperialistas, era un símbolo de sufrimiento y pureza.<sup>4</sup>

La narrativa indigenista no corresponde a un determinado movimiento literario pues se encuentra en ella tendencias de tipos diversos: regionalista, costumbrista, realista o naturalista.

## II) La narrativa indigenista de Francisco Rojas González

Francisco Rojas González inicia la narrativa indigenista con tendencia antropológica. El avance de los métodos y técnicas antropológicos posibilita conocer, aunque sea de manera parcial, la realidad indígena. Datos recopilados en su labor científica sirven de base para el desarrollo de su obra literaria, principalmente en *Lola Casanova* (1947) y *El diosero* (1952). Es necesario mencionar que nuestro autor asiste a la cátedra de Etnología que imparten los maestros Miguel Othón de Mendizábal y Andrés Molina Enríquez en el Museo Nacional. Su dedicación pronto lo convierte en alumno dilecto del primero. Esta disciplina, así como la antropología, serán a partir de entonces su campo de estudio predilecto. En 1929, inicia su trabajo en el Departamento de Estadística Nacional que realiza el importante censo de 1930. Parte de su producción narrativa la da a conocer cuando se convierte en colaborador de *El Universal Ilustrado*. En 1939, contribuye a la creación de la *Revista Mexicana de Sociología*. A partir de 1932, realiza diversos trabajos de campo e investigaciones antropológicas: destaca su participación en el *El estudio de la población tarasca* en Michoacán, como coordinador del Comité Internacional para el Estudio de la Población en Oaxaca, se integra al Instituto de Investigaciones Sociales, editor de la Agencia Noticiosa Telegráfica Mexicana y colaborador del maestro Mendizábal en la realización de *México en cifras - Atlas estadístico*.

Respecto a la narrativa indigenista, el mismo Francisco Rojas González en un artículo titulado *El cuento mexicano*<sup>5</sup>, considera que el auge de este género en México se inicia a partir de 1920, pues varias generaciones de escritores han preparado el camino literario para ella, camino ensanchado del nacionalismo derivado de la Revolución y que permite descubrir una gran riqueza aprovechable literariamente. Entre los escritores que apoyan estas ideas, el autor menciona a: Cipriano Campos Alatorre, Jorge Ferretis, Efrén Hernández, Gregorio López y Fuentes, José Revueltas, Rafael F. Muñoz, César Garizurieta, Alfonso Fabila, Andrés Henestrosa, Mauricio Magdaleno, José Rubén Romero y Francisco Monterde.

Luis Leal expresa:

Un desarrollo lógico del colonialismo es el interés por la época prehispánica del México indígena. Dicha inclinación es más satisfactoria que el colonialismo, debido en parte a que permite al escritor desarrollar su obra dentro de la tendencia nacionalista que fue el resultado de la Revolución. Por lo tanto, algunos escritores que habían cultivado el cuento colonial (Abreu Gómez, Monterde, etc.) lo abandonan para dedicarse a este afán literario. Los indigenistas recibieron gran estímulo en 1935, año en que recibió el Premio Nacional de

Literatura la novela *El indio* de López y Fuentes. De ahí en adelante, el número de libros dedicados al estudio de lo indígena, desde todo punto de vista, es considerable.<sup>6</sup>

Si la literatura es ante todo un ejercicio creativo, entonces -nos dice Lancelot Cowie-:

Debemos distinguirla de la antropología, que es el estudio científico del hombre en relación con su medio ambiente. [...] La narrativa indigenista puede describir con veracidad la realidad sin perder por eso su perspectiva literaria. [...] ¿Podemos conocer a través de esta literatura algo de la mente del indígena, de sus creencias y ritos terapéuticos? ¿Le es posible a un escritor ideológicamente comprometido producir literatura de valor estético? [...] Aunque la literatura es ficción, ésta, en última instancia, es una interpretación de la realidad.<sup>7</sup>

El mismo Rojas González recibe el Premio Nacional de Literatura en 1944 por su obra *La Negra Angustias*.

### III) Percepción de la realidad indígena.

La primera lectura de los cuentos que integran *El diosero* produce la impresión de que el autor, como etnógrafo, ha dado primacía al material de este tipo presente en ellos; sin embargo, un análisis más detenido permite descubrir que el autor fija como línea temática rectora de los trece cuentos, su propio conocimiento sobre la realidad indígena desde distintos puntos de vista, pero que tiene como punto de referencia el sincretismo. Entendido éste, "no como una amalgama indiscriminada de elementos de diversas procedencias, sino como producto de un complejo proceso de apropiación mediante el cual, las diversas sociedades indias han hecho suyos los símbolos, signos y prácticas de la religión impuesta y los han reorganizado y reinterpretado en el seno de su propia matriz religiosa."<sup>8</sup>

La realidad indígena es un caleidoscopio que puede ser observado como:

a) un problema de enfoque, es decir, un cambio de actitud en el autor que se desempeña como narrador; presente en los cuentos *Hículi Hualula*, *El cenizontle y la vereda*, *El diosero*, *La venganza de Carlos Mango*, *Nuestra Señora de Nequetejé*. b) Como protesta del narrador ante lo observado o lo experimentado personalmente; presente en los cuentos *El cenizontle y la vereda*, *La cabra de dos patas*.

Estos diferentes enfoques son consecuencia de la convivencia del autor con las diferentes comunidades indígenas, lo que permite el vínculo cognoscitivo necesario para lograr la verosimilitud en los relatos.

En algunos cuentos, por ejemplo, el narrador se adentra en la realidad indígena con el propósito de investigar aspectos muy concretos, insertos en un esquema antropológico y metodológico preconcebidos, dado su carácter de investigador; el contacto de éste con el mundo indígena provoca un cambio sustancial: la realidad desborda el propósito inicial; seres, hechos, concepciones -la mayoría de la veces- no concebidos ni imaginados. El cambio de enfoque implica involucrarse ante la nueva realidad.

En el cuento *Hículi Hualula*, por ejemplo, se manifiesta claramente el carácter de antropólogo del autor al identificarse con el etnólogo que realiza una investigación en la comunidad huichola. El desarrollo del discurso narrativo, siempre en pasado, parece indicar que éste ha sido conformado con base en el recuerdo de las experiencias vividas. El etnólogo realiza cinco indagaciones con el objeto de esclarecer el misterio del "tío"; y en cada una de ellas, nos presenta una serie de personajes *tipos* (que representan a otros) -El patriarca, supremo gobernante de la comunidad huichola; Doña Lucía, patrona mestiza; Catarino, campesino huichol; Mateo San Juan, maestro rural y mestizo cultural; el cura de Colotlán-

Al inicio del cuento, los propósitos del investigador son solamente etnográficos, pero la indiscreción del patriarca de la comunidad huichola al pronunciar el verdadero nombre del "tío", *Hículi Hualula*, los transforma paulatinamente, convirtiéndose este nombre en el núcleo de la investigación: "Mas ya era tarde, el extraño término había quedado escrito en mi libreta; ahí estaba: <<Hículi Hualula>>, insólita voz que sólo estaba permitido pronunciar al más viejo y más sapiente." Y el interés por el "tío" adquiere mayor importancia en la medida que transcurre la investigación; la visión del hombre muerto y el sufrimiento del patriarca, el investigador siente el deber de aclarar el enigma el "tío": "No podía abandonar el sitio sin ahondar en el enigma de la palabra que, escrita en la libreta de apuntes, demandaba mi atención profesional imperativamente."<sup>9</sup> Y, al final, se ha transformado en obsesión, lográndose una simbiosis entre los elementos de la cultura huichola y los elementos de la cultura occidental. Esta simbiosis muestra el fracaso rotundo del antropólogo, incapaz de penetrar en el misterio.

Se evidencia el conocimiento que tiene Rojas González de los huicholes. La importancia que para ellos tiene el peyote y su hermetismo ante una visión occidental -torpe, insensible, considerada



superior-; su profunda desconfianza a los ladinos unida a un terror religioso exacerbado por el patriarca, convertido en el heredero de las fuerzas oscuras ancestrales y el vínculo necesario entre su pueblo y la divinidad.

El peyote -nunca admitido como el "hículi"- ocupa la parte toral de la vida de los huicholes. En su concepción religiosa, el peyote tiene una función sagrada. Su recolección está marcada por ritos tradicionales. En *Los indios de México*, Fernando Benítez lo describe:

Se habla de peyote como el cacto lanoso -su nombre azteca de *peyotl* y su nombre científico de *Lophora* derivan al parecer de este carácter lanuginoso-. En realidad el peyote se distingue por su carencia de rasgos singulares. Es una humilde y pequeña cactácea, un ser vegetal desprovisto de belleza y de utilidad práctica que debe la supervivencia a su aspecto insignificante y la fama, a sus ácidos particularmente perturbadores y peligrosos.<sup>10</sup>

Para Gandola, la palabra peyote tiene su origen en la lengua náhuatl y cada tribu le da un nombre peculiar. Los tepehuanos le llaman *camaba*, los huicholes *jículi* y los tarahumaras *bunami*. El sistema de recolección es importante, integra

Todo un proceso que se ajusta estrictamente a severos cánones que vienen de tiempos inmemoriales. Después de las lluvias, allá por el mes de noviembre, preparan todo lo necesario y se disponen a salir en busca del cactus. Los integrantes de la caravana son seleccionados entre los sacerdotes de las tribus y no pueden ser menos de ocho, ni pasar de doce. Se trata de números muy expresivos: ocho eran los planetas que conocía el hombre en la antigüedad y doce son los signos zodiacales.<sup>11</sup>

En *Hículi Hualula*, el indígena Mateo San Juan colabora con el no indígena, el etnólogo; colaboración que es posible por la aculturación de Mateo, maestro rural. Éste piensa que revelar la identidad del "tío" equivale a la salvación de la humanidad: "El mundo entero, y no sólo los huicholes, debe disfrutar de las mercedes del "tío", gozar su efecto y apreciarlo en todas sus bondades."<sup>12</sup>

El sincretismo se hace evidente en la explicación espiritual: el *hículi* es hermano de Dios, por eso le llaman *tío*. De manera velada, Rojas González critica el método de investigación que no respeta los secretos y temores de los indios. La atmósfera de misterio que rodea este cuento se precipita en un final inesperado; y con un dejo de humor involuntario, la historia termina con un investigador-narrador alucinado (y sin necesidad de peyote). Su proceder irrespetuoso al intentar obtener el sagrado "hículi" le ocasiona un extraño estado de alucinación y locura.<sup>13</sup>

En *El ceniztle y la vereda*, la investigación de los científicos tendiente a la comprobación de la teoría de un sabio europeo muestra una percepción externa de la realidad indígena y fracasa de acuerdo con los propósitos iniciales; sin embargo, la realidad inesperada que se les presenta, los obliga a encontrar una explicación fundamental sobre la misma proveniente del seno de una comunidad indígena y, como consecuencia, se opera un cambio cualitativo. El mismo término «vereda» plasmado en el título cambia; se convierte simbólicamente en camino, guía para llegar a la comprensión esencial de la realidad indígena.

La actitud arisca y de plena desconfianza por parte de los indios chinantecos se justifica ante la falta de sensibilidad de los científicos que no intentan penetrar en la cultura indígena ni comprender hechos que ellos catalogan tajantemente de ignorancia y estupidez; como cuando la única familia india, que acepta el vínculo con los científicos, llega a convertir las cápsulas de quinina en collares usados como amuletos contra el mal.

Uno de los aspectos destacados por Rojas González es la corrupción como un fenómeno que se da a nivel de «la autoridad» y no privativo de alguna raza. El viejo intérprete de este cuento quiere obtener ventajas de la situación desfavorable de los investigadores y del temor de su pueblo originado por el paso del avión: "Pero si quieres quedarte -agregó en tono confidencial-, dime a mí, a mi solito". Resulta interesante la actitud del viejo intérprete -buscado por los investigadores ante el desconcierto, el miedo y la desconfianza de los indios-: como viejo patriarca quiere proteger a su pueblo de los «comerciantes»; sin embargo, su actitud paternalista cambia al darse cuenta que puede obtener un beneficio personal y considera -como guía espiritual- que él debe poseer todo ese conocimiento; es, en palabras del narrador, no sólo el único hombre capaz en el pueblo de entender el español, sino que también tenía sobre los suyos una influencia determinante, basada en sus prácticas de magia y de hechicería. Su valimiento entre los chinantecos estaba sobre el de la autoridad civil, que en realidad no representaba para él más que un elemento para reforzar su dominio."<sup>14</sup>

A medida que transcurre el relato se acentúa el sentimiento de culpabilidad del narrador: contribuye al engaño y la utilización de la familia india con fines distintos a su enfermedad: me hallé culpable de engaño y de mentira, del uso de un expediente innoble, aunque necesario en aquellas

circunstancias... Entonces recordé que en nuestro botiquín podría encontrar algo que aliviara un poco las dolencias de los desventurados." <sup>15</sup>

La respuesta inesperada de la familia enferma ante el uso de los medicamentos acentúa el sentimiento de culpabilidad del narrador. La medicina proporcionada -la dádiva ingenua- subraya la distancia entre las dos culturas: las versiones encontradas de ciencia y magia en comprimidos convertidos por la fe en «piedras milagrosas».

Al final, los estudiosos se convencen que el problema fundamental radica en "aquellos hombres y aquellos sistemas que al aherrojar los puños y engrillar las piernas, chafan los cerebros, mellan los entendimientos, y anulan las voluntades, con más coraje, con más saña que el paludismo, que la tuberculosis, que la enterocolitis, que la oncocercosis..." <sup>16</sup>

En *El diosero*, el narrador recopila información sobre los indígenas lacandones y, por ello, su percepción de la realidad de esta comunidad es externa; sin embargo, la convivencia con los indígenas y las necesidades de una familia lacandona lo transforman en protagonista al involucrarse en dicha realidad y llegar a su comprensión. Así, al inicio, el investigador no puede comprender el porqué Jacinta y Jova no dejan de trabajar, mientras Nachak'in permanece inactiva: " -Y ésa -pregunté a Kai-Lan señalando a Nachak'in- ¿por qué no trabaja? El lacandón sonrío, guarda silencio, unos instantes; con ello da idea de que busca los términos apropiados para responder: - No trabaja en el día -dice al fin-, a la noche sí... A ella toca subir a la hamaca de Kai-Lan." <sup>17</sup>

Cuando la cotidianeidad de los indígenas se interrumpe con la tormenta y el chamán debe recurrir a sus concepciones mágicas, el investigador puede observar ampliamente lo que está oculto para todos, aun para las mujeres: el modelado de las deidades, el proceso de la creación. Al ocurrir la catástrofe en el caribal lacandón, el narrador se convierte en protagonista pues ayuda a salvar la sementera; se compromete con la comunidad indígena y muestra su agradecimiento. Al cruzar la frontera entre ambas culturas, el narrador accede al conocimiento de una serie de características antes ignoradas como los detalles de la organización poligámica, la división del trabajo con la temporalidad o sus creencias religiosas: animista, panteísta y politeísta; valores imbuidos de sabiduría nativa que abarca los elementos de la tierra y de la naturaleza.

El mundo sobrenatural desempeña, en esta cosmovisión, un papel de primera importancia. Las fuerzas fuera de control humano encarnan, para ser comprensibles, en un amplio repertorio de seres que las simbolizan: los dueños de los manantiales, de los cerros, de las cuevas; los gobernantes de la lluvia y del relámpago; el animal cuya vida y suerte están indisolublemente unidas a la vida y suerte de cada recién nacido; los aires; la tierra misma. La relación con la naturaleza se simboliza mediante el ceremonial destinado a propiciar a las entidades sobrenaturales que la representan. Esta en una manera coherente de expresar simbólicamente la participación del hombre en la unidad fundamental e indivisible del universo al que pertenece. <sup>18</sup>

Kai-Lan: el hacedor de dioses, el diosero: ".,, Ya está, es un bello incensario de apariencia zoomorfa; un ave barriguda, con el lomo hundido en forma de cazoleta; la figurilla se mantiene enhiesta sobre tres pies que rematan en pezuñas hendidas como las del jabalí. Dos astillas de pedernal brillan en las órbitas profundas. Kai-Lan se muestra muy satisfecho de su trabajo; lo mira de hito en hito, lo retoca, lo pule..." <sup>19</sup>

Las devociones indias son idólatras y panteístas (desde una visión occidental). En tiempos de desastre, de tragedia, el indio asume el papel de creador de dioses; recurre a las imágenes de piedra y barro para que lo protejan del peligro, del mal. Kai-Lan cree firmemente que los dioses que él mismo hizo pueden amagar la tormenta y abatir las aguas que se elevan en el río Jataté. Es necesario destruir los dioses viejos e impotentes y crear dioses nuevos con fuerzas para proteger. Así, ante la tormenta que no cesa en su empeño y el peligro del río que se hincha más a cada momento, Kai-Lan va hasta el ara, destruye el dios recién creado con furia y arroja los restos a los charcos fuera de su «charma»: "Dios inútil, dios negado, imbécil dios..." Y vuelve a fabricar dioses y a destruirlos. La noche ha caído, pero el hacedor de dioses no desiste de su empeño; la vida de los suyos, su propia supervivencia, depende del dominio creador del Sumo Sacerdote: "Modela un cuadrúpedo fabuloso: hocicos de nauyaca, cuerpo de tapir y cauda enorme y airosa de quetzal. Ahora mira en silencio el fruto de sus esfuerzos; ahí está, es una bestia magnífica, recia, prieta, brutal..." <sup>20</sup>

Colocada la figura en el templo, la tormenta amaina. El poder del nuevo dios está probado: ha sometido a los elementos naturales. El arco iris aparece y Kai-Lan se siente satisfecho.

A diferencia de los otros cuentos, aquí aparece la poligamia como organización familiar de los lacandones. Kai-Lan tiene tres mujeres llamadas «kikas», cuyas edades corresponden a las tres etapas de la vida del hombre: adolescencia, madurez, senectud. La primera mujer, Jacinta, una adolescente, madre ya, ha tenido que asumir demasiado rápido sus responsabilidades femeninas: "Jacinta, que carga sobre el brazo izquierdo a su hija, revuelve entre las brasas del fogón un faisán abierto en canal del que sale un tufillo agradable." Jova, la anciana, de aspecto desagradable, "arrodillada cerca del metate, trotea grandes ruedas de masa de maíz"; y entre ellas, aparece Nachak'in: "hembra en plenitud; su perfil arrogante como mascarón pétreo de Chichén-Itzá, los ojos sensuales y coquetones, el cuerpo ondulante, apetitoso, a pesar de la corta estatura y los ademanes sueltos, tanto, que llegan a descocados frente al desabrimiento de las otras dos."<sup>21</sup>

La convivencia de un hombre con tres mujeres presupone muchos problemas que, en el caso de la comunidad lacandona, se resuelven por medio de reglas estrictas que las mujeres no se atreven a romper.

*La venganza de Carlos Magno* es el cuento donde mejor se advierte el cambio en la percepción de la realidad indígena por parte del autor-narrador. Existe el cambio de la percepción externa a la interna, paso fundamental que marca -asimismo- la diferencia entre la literatura indianista y la indigenista.

Puede vincularse la falta de comprensión de las manifestaciones de los mazahuas con el ambiente: "La noche de enero se había echado encima; los luceros del cielo invernal de Chalma cintilaban, igual que los espejos y las lentejuelas que ornaban las monteras y esclavinas de «los doce Pares de Francia»."<sup>22</sup>

Al acceder a la información revelada por Tanilo Santos, se empieza a comprender el sentido profundo de este grupo indígena: sus manifestaciones mágico-religiosas vinculadas con el amanecer: "Amanecía en Chalma. Era el seis de enero, día de Reyes; por la vereda bajaban los de Xochimilco; un bosque de fragancias, una masa de colores y un eco de alabanzas los envolvía, en tanto los cohetes se elevaban hasta reventar en el cielo, como las urgidas preces de los mazahuas, de los tarascos, de los otomíes, de los pames, de los matlazincas..."<sup>23</sup>

Con frecuencia, la religión de los indios es un sincretismo de prácticas paganas y cristianas; percepciones y creencias en las que se mezclan componentes de la cosmogonía prehispánica y elementos del catolicismo. Este sincretismo permea la religión indígena.

En este relato, los indios se presentan como católicos fervientes; grupo de mazahuas que bailan y hacen ofrendas al Señor de Chalma con la esperanza de que el santo cure a don Donatito Becerra: "Es que don Donatito Becerra se ha puesto muy malito y no lo salvará más que un milagro del santo de Chalma [...] Este milagro sí que no nos lo negará el Señor de Chalma [...] Gastamos más de doscientos pesos en la caminata y en arreglar la danza [...] ¡ El Señor de Chalma es carero, pero cumplidorcito."<sup>24</sup>

Esta ceremonia pagano-cristiana en los alrededores del Santo Señor de Chalma es una de las más importantes para los creyentes del centro de México. De acuerdo a Fernando Horcasitas: "el altar está construido sobre la caverna de Oztotéotl, dios de la cueva, divinidad prehispánica, y se encuentra localizado a sesenta kilómetros aproximadamente de la capital del Estado de México. Los habitantes de varias poblaciones aledañas, entre las que destaca Milpa Alta en el Distrito Federal, hacen ofrendas año con año a este santo pidiéndole salud y prosperidad."<sup>25</sup>

Aunque al investigador se le dificulta la comprensión de la concepción humana y religiosa de los mazahuas: "La cosa está complicada, Tanilo Santos... Ésta llega finalmente, cuando el narrador logra vencer la desconfianza natural del jefe de los danzantes, tipo sorprendente "entre patriarca y santón, entre autoridad y hechicero con influencias absolutas sobre su gente y, por todo ello, magnífico informante"<sup>26</sup> que no se deja convencer fácilmente, ante la curiosidad evidente del estudioso: "- ¿Donato Becerra es amigo de los mazahuas? -torné a preguntar.- ¿Pa qué quiere usted saber? ¡ No sea curioso! Se lo cuento y a lo mejor va usted con el argüende a Atlacomulco."<sup>26</sup>

La historia de Donato Guerra, tan común en el ambiente rural mexicano, ladino que se aprovecha de los suyos y los explota a nombre de la Revolución; "y que la Revolución y que el pobretariado nacional y quesque el Sinarquismo, y al son de su argüende no sabe más que atornillarnos por onde puede..." Al final de cuentas, el famoso Donatito no era más que "triste jicarero de la casilla de mi compagrito Matías Lobato." Cacique que concibe a la comunidad indígena como peldaño en su ascenso económico-social; hacerse rico a costa de ellos; sin importar los intereses prioritarios de la región y de sus pobladores. Se

hace patente la demagogia de los políticos que se aprovechan de la ignorancia y buena fe de los pueblos indios que buscan, con su alianza, mejorar su situación de ancestral abandono:

Pero eso no es nada. L'otro año se le metió al endino quesque ser deputao; entonces si nos tráiba a los mazahuas muy consentiditos. Que Tanilo Santos pua'quí, que Tanilo Santos pu'acá... Yo, buen baboso, le arrimé harta gente... ¡ Millones, pa'qué's más que la verdá! Había que ver esa plaza de Atlacomulco llena de burros y de cristianos... Mucho pulque, buena barbacoa, hartas tortillotas de maíz pinto. Camiones y carretas a los pueblos pa'carriar a la raza; nos embriagó bonito y nos dio de tragar hasta que se nos hizo bueno, lo que sea hay que decirse... Pero áhi nomás que le sale otro candidato, a ese le decían el PRI, y naiden en todo el plan lo conocía... Pero de todas maneras a don Donatito ni los güesos le tronaron. Luego que pasó la cosa, don Donatito echaba lumbre por las orejas - ¡ viera usté nomás! - Y lleno de muina nos mandó en rialada. Ganamos a pata pa los ranchos...<sup>27</sup>

El desconocimiento político de los indígenas, evidente en las ideas poco claras de Tanilo Santos: el candidato a diputado triunfador se llama PRI... no impide, sin embargo, una actitud de rebeldía y sublevación ante las prácticas caciquiles, aunque para ello los indígenas se amparen en el anonimato y en la ayuda del santo caro, pero milagroso: "Vea su güena persona, semos millones..."

En este cuento, el sincretismo está subyacente en la venganza proyectada por los indígenas contra el cacique que abusa de ellos. Las manifestaciones de éstos en el atrio de la iglesia del Señor de Chalma, artísticas o folclóricas -desde un punto de vista externo- son en realidad modos peculiares de dirigirse a Dios. El atardecer, simbólicamente, se relaciona con el ocaso de la vida de Donato Becerra y con el momento en que Tanilo Santos -líder de los mazahuas- representa a «Carlos Mango» para pedir al santo: "Por la salú de Donatito Becerra... Todos los mazahuas de Atlacomulco hemos venido al Santuario no más ese menester, pa' qu'es más que la verda." La yuxtaposición de elementos culturales y religiosos unida a una evangelización incompleta constituyen los aspectos esenciales del poco conocimiento de la religión católica y la deformación subsecuente: sus ritos tienen un matiz mágico. Este aspecto también se evidencia en los propósitos vengativos de los indígenas en contraposición de las enseñanzas del evangelio; así como en la familiaridad con la que se le habla a la divinidad: "¡ Este diosito de Chalma no se va hacer el faceto...!"<sup>28</sup> en oposición evidente a los poderes totales que se le conceden.

Entre las manifestaciones artístico-religiosas destaca la farsa «Moros y Cristianos», batalla que establece un parangón con la lucha efectuada entre los indígenas y el cacique; y, al final, el triunfo de los cristianos simboliza también el triunfo de Tanilo Santos. La contradicción vida-muerte, la petición de la prolongación de la vida de don Donatito para lograr la venganza adecuada puede resultar incoherente y poco lógica a los ojos de los extraños; pero conforme transcurre el relato se hace convincente: a los indígenas de Tlacotepec les corresponde la primacía pues han sido despojados de sus tierras -y ya han herido gravemente al cacique-; a los de Orocutín en segundo término y por último a los de Atlacomulco, quienes desean con toda el alma que sobreviva a la venganza de sus antecesores para lograr ellos la suya. "Y si por el milagro que ahoy le venemos a pedir todos en junta al Señor de Chalma, don Donatito queda con vida, nosotros los de Atlacomulco seremos los que le suénemos, entonces sí, hasta que se le frunza pa' siempre... Ora si que, como dijo el dicho, «a las tres va la vencida»..."<sup>28</sup>

#### IV) Conclusiones

El nacionalismo constituye el marco donde se desarrolla la literatura indigenista, surgida como una búsqueda persistente de la identidad del mexicano.

Los antecedentes de este tipo de narrativa son la historia y la literatura de los cronistas y humanistas de los siglos XVI, XVII y XVIII, el creciente nacionalismo del México independiente, sobre todo en la Reforma bajo la influencia del liberalismo político y del romanticismo. La narrativa de la Revolución Mexicana pugna por el conocimiento de la identidad cultural de los grupos sociales, a veces tan distintos, a veces tan opuestos, que integran el crisol mexicano. En el México posrevolucionario, el tema del indio adquiere un interés primordial acentuado por la creación de organismos para el estudio de la problemática indígena, no sólo en México sino en América Latina.

La narrativa indigenista se sustenta en tres premisas fundamentales: 1) el tratamiento del personaje indígena deja de ser idealizado y se busca configurarlo en estrecha correspondencia con la realidad; 2) la protesta -implícita o explícita- del autor ante los abusos y la situación precaria en que han vivido durante siglos las diferentes comunidades indígenas; 3) la puesta en relieve de los elementos constitutivos de las diferentes culturas indígenas como resultados de estudios etnográficos y antropológicos y de las experiencias directas de estos autores.

Las obras de la nueva corriente indigenista se inician en México con *El indio* de Gregorio López y Fuentes. *El diosero* de Francisco Rojas González inaugura un nuevo enfoque dentro de esta narrativa: perspectiva antropológica fundamentada en los estudios y experiencias de este autor como etnólogo, y en las bases teóricas antropológicas de sus maestros Andrés Molina Enríquez y Miguel Othón de Mendizábal.

El Interés cognoscitivo del autor por los indígenas es compartido por otros escritores, su originalidad radica en la postura que adopta ante los problemas y asuntos presentados en su obra: una actitud derivada de su desarrollo profesional que busca el conocimiento veraz del indígena, pero no como objeto de estudio frío, alejado, sino desde un enfoque humano, resultado de la comprensión de la dignidad y de la integridad indígenas vislumbrada a través de la conciencia mestiza del autor. Con ello, Rojas González contribuye a la humanización del indio en la literatura mexicana y busca desentrañar la misteriosa e impenetrable personalidad indígena para hacerla más comprensible al hombre inmerso en la cultura occidental.

En algunos de sus cuentos como *El diosero* y *La venganza de Carlos Mango*, el indígena se sitúa en un plano mágico en el que el autor-narrador trata de comprender el sincretismo de concepciones y creencias, en las que se mezclan componentes de la cosmogonía prehispánica y elementos del catolicismo. El sincretismo religioso permea la creencia indígena; nuestro autor, la recrea de manera relevante.

Francisco Rojas González logra la transformación de una información antropológica, especialmente etnológica, en una creación literaria gracias a la combinación del discurso narrativo y sus planos temporal y espacial, el tratamiento del tema y los personajes, el uso de coloquialismos y figuras literarias. Esto permite un equilibrio del fondo con la forma; es decir, del contenido ideológico con el artificio técnico y literario.

## V) Bibliografía y referencias

- [1] Meléndez, Concha. *La novela indianista en Hispanoamérica*. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico, 1934, p. 185.
- [2] Bigas Torres, Sylvia. *La narrativa indigenista mexicana del siglo XX*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara, 1991, pp. 19-33.
- [3] Moravia, Alberto. "Mestizaje cuentístico" en *Revista de Imaginación: El cuento*, México: No. 57, 1964, p. 29.
- [4] Franco, Jean. *La cultura moderna en América Latina*. México: Joaquín Mortiz, 1971, pp. 118-119.
- [5] Rojas González, Francisco. "El cuento mexicano: sus evolución y sus valores" en *Tiras de colores*, México: Nos. 34 y 35, 1944, p. 37.
- [6] Leal, Luis. *El cuento mexicano*. Buenos Aires: Eudeba, 1966, p. 103.
- [7] Cowie, Lancelot. *El indio en la narrativa contemporánea de México y Guatemala*. México: INI-SEP, 1976, pp. 13-14.
- [8] Bonfil Batalla, Guillermo. *México profundo. Una civilización negada*. México: Grijalbo, 1989, p. 196.
- [9] González Rojas, Francisco. *El diosero*. México: FCE, 6a. ed., 1969, p.33 Todas las citas corresponden a esta edición. En adelante sólo se citará por el título de la obra.
- [10] Benitez, Fernando. *Los indios de México*. México: Ed. Era, 2o. vol., 1972, pp. 112-113.
- [11] Gandola, Isabel. *El Peyotl*. México: Orión, 1967, p. 42.
- [12] *El diosero*, p. 34.
- [13] Bigas Torres, Sylvia. *La narrativa indigenista mexicana del siglo XX*, p. 110.
- [14] *El diosero*, p. 50.
- [15] *El diosero*, p. 49.
- [16] *El diosero*, p. 53.
- [17] *El diosero*, p. 93.
- [18] Benitez, Fernando. *Los indios de México*, pp. 18-19.
- [19] *El diosero*, p. 98.
- [20] *El diosero*, p. 101.

- [21] *El diosero*, p. 92.
  - [22] *El diosero*, p. 54.
  - [23] *El diosero*, p. 71.
  - [24] *El diosero*, p. 68.
  - [25] Horcasitas, Fernando. *De Porfirio Díaz a Zapata*. México: UNAM, 1968, p. 134.
  - [26] *El diosero*, pp. 68-69.
  - [27] *El diosero*, pp. 69-70.
  - [28] *El diosero*, p. 68.
  - [29] *El diosero*, p. 71.
-

# La recepción del existencialismo camusiano en el teatro de Carlos Solórzano

David García Pérez

Fuera de la Literatura del Cono Sur, especialmente de la Literatura argentina, es poco frecuente encontrar en los escritores latinoamericanos una visión existencialista en sus escritos. Uno de estos casos excepcionales es el del dramaturgo guatemalteco Carlos Solórzano. En este trabajo se analiza, desde el punto de vista de la Literatura Comparada, la manera en que algunos tópicos y figuras míticas trabajados por Camus tuvieron una recepción muy marcada en algunas piezas de Solórzano. En especial, interesa examinar los temas de la angustia y de la libertad que cobran forma y esencia en los personajes dramáticos de Solórzano que responden a un espectro realidad de la realidad latinoamericana. El diálogo entre la obra de Camus y de Solórzano tiene lugar en el teatro, es en este espacio en donde el existencialismo se representa no como teoría, sino como una forma de vida.

**Palabras Clave: Literatura Latinoamericana: Teatro. Método: Literatura Comparada y Existencialismo. Carlos Solórzano y Albert Camus.**

## Introducción

Salvo la Literatura del Cono Sur, especialmente de la Literatura argentina,<sup>1</sup> es poco frecuente encontrar en los escritores latinoamericanos una visión existencialista en sus creaciones. Uno de estos casos excepcionales es el del dramaturgo guatemalteco Carlos Solórzano. En este artículo se analiza, desde el punto de vista de la Literatura Comparada, la manera en que algunos tópicos y figuras míticas trabajados por Camus, con ecos fuertes de la literatura griega clásica, tuvieron una recepción muy marcada en ciertas piezas de Solórzano, en especial en *Las manos de dios* y en *Los fantoches*. De manera particular, interesa examinar los temas del progreso, la angustia y de la libertad que cobran vida en los personajes dramáticos solorzianos, los cuales responden a un espectro muy amplio de la realidad histórica latinoamericana. El diálogo que sostiene la obra de

---

Mtro. David García Pérez, profesor de planta del ITESM, Campus Ciudad de México; Coordinador de Literatura en el Departamento de Lenguas Extranjeras y Filología.

Camus y la de Solórzano tiene lugar en el teatro, es en este espacio en donde el existencialismo se representa no como pura teoría, sino como una forma de vida.

### Métodología

El recinto teatral ha sido por excelencia, y desde siempre, un transmisor de la cultura, un medio por el cual la gente se educa, y se expresa el sentir popular. Los dramaturgos griegos de la época clásica, inventores de este género literario, así lo entendieron y eran los hacedores de la catarsis colectiva, porque hablaban de los problemas de su sociedad en su lenguaje y con sus mitos.

En Latinoamérica, el teatro ha sido y es también un medio por el que se manifiesta ese espíritu colectivo que adquiere formas simbólicas para opinar, para poner a discusión las estructuras que dan consistencia a la sociedad y para enjuiciar lo que, en muchos casos, la misma ley ha negado: que el pueblo sea parte funcional de un tejido social y no un mero instrumento del sistema.

A mi juicio, Solórzano así ha entendido el quehacer teatral porque, independientemente de su acertado manejo de los canones del drama, sus preocupaciones temáticas parten de los problemas sociales que limitan el desarrollo del hombre y que coartan sus libertades más elementales. Así, México y Guatemala han aportado a las piezas de Solórzano una gama de personajes representativos de las distintas clases y posturas sociales.<sup>2</sup>

Tales personajes se hallan dentro de una dinámica social en la que los oprimidos –los campesinos, los indígenas, los trabajadores en general- intuyen que existe la libertad. Si aplicamos la definición camusiana, algunos de ellos son hombres rebeldes que tratan de hallar un espacio de libertad dentro del reducido margen de maniobra que les deja la oligarquía o el sistema represor imperante. El rebelde es para este tipo de pueblo oprimido una esperanza fallida, pues es más fácil identificar a un revolucionario y seguirlo, que descubrir al verdadero rebelde: no hay que confundir al uno con el otro. El rebelde es aquel que dice *no* cuando juzga de pronto que otra nueva orden del sistema es inaceptable y lucha por un cambio.<sup>3</sup> El rebelde es solidario, honesto y no busca obtener el poder, sino arrancar de tajo la raíz de la injusticia; por esta misma razón, el hombre rebelde carece de un programa ideológico que guíe su lucha, es, simplemente, la justicia y la



solidaridad con los hombres lo que lo lleva a rebelarse. El revolucionario, en cambio, busca establecer un régimen de acuerdo con tal o cual ideología, y se convierte en aquello que decía detestar. Es en este último punto en el que Solórzano ha encontrado en Albert Camus una fuente fecunda para plantear el conflicto de la conciencia en los seres desarraigados.

#### Desarrollo

*Las manos de dios* es una pieza trágica que tiene como escenario cualquier pueblo latinoamericano, en donde la Iglesia católica y el gobierno oligárquico se alían y conforman un sistema para ejercer un poder ilimitado sobre el pueblo, quien no posee absolutamente nada, ni material, ni moral o espiritualmente. El pueblo ha sido despojado de sus tierras y también de su conciencia, o bien ésta ha sido tranfigurada de acuerdo con una serie de intereses creados. Esta situación es representada por el hermano de Beatriz, personaje sin rostro, por hallarse injustamente en la cárcel.

La lucha que se describe en *Las manos de Dios* se despliega mediante la división de los personajes en dos bandos; por un lado, el Cura y el Amo son las figuras de autoridad que crean un clima de terror por medio de la violencia política y espiritual; por otro lado, el Diablo y Beatriz son el símbolo de la rebeldía por su oposición al sistema vigente. El resultado es que los pobladores han perdido su esencia, aquello que los puede identificar como seres humanos desde el plano existencial. Son meros títeres, tal como los dibuja Solórzano en *Los fantoches*, otra de sus piezas dramáticas. Un ejemplo, a propósito, el Campanero, expone al Sacerdote y al Sacristán la manera en que el Diablo –él no sabe que se ha topado con éste- le ha dicho que no rece ni vaya a la Iglesia, porque son formas por las que el individuo aniquila su conciencia al dejar de confiar en sí mismo<sup>4</sup>.

Para los existencialistas el hombre está determinado por las circunstancias que le rodean, pero en él mismo existe, también, la capacidad de decisión, de modo que la religión, un elemento sistemático, no es la solución a los problemas de la gente. En efecto, ninguna ideología sería capaz de salvar al hombre, de hacerlo libre, pero trágicamente éste debe vivir, por fuerza, dentro

de un sistema, es decir, dentro de una organización social, puesto que si esto no fuera así, no existiría la raza humana. Los hombres desaparecerían porque nunca se pondrían de acuerdo.

Toda organización está fundada en la ideología y ésta impone reglas de convivencia. El hombre que está fuera de estas reglas se convierte en un rebelde. Solórzano asemeja la ideología con una máquina cuyos componentes mecánicos son los hombres; en efecto, el Diablo le dice a Beatriz que el Carcelero no tiene la culpa de que ella esté sufriendo por tener encarcelado a su hermano, pues él sólo cumple las órdenes del Amo, *es sólo una pieza de la maquinaria*,<sup>5</sup> y como tal puede ser desechado en el momento en que deje de ser funcional.

Ahora bien, la tarea que cumplen los personajes dentro del sistema maquina no garantiza la definición de su esencia, pues si lo que hacen es lo que los define, entonces su misma existencia ha sido impuesta y depende, en este caso, de la voluntad del Amo y del Sacerdote, porque el primero destruye materialmente y el segundo aniquila el espíritu. Así, al no ser más que piezas reemplazables, Beatriz y todos los demás personajes que representan al pueblo son una especie de extranjeros en su propia tierra.<sup>6</sup>

El primer rebelde de acuerdo con la tradición religiosa católica, a la que está tan apegada gran parte de la población latinoamericana, fue el Diablo, pues él se rebeló contra el sistema impuesto por Dios y fue echado del Paraíso, tal como lo plantea Solórzano:

*Diablo: ... Tu hermano se rebeló contra este Amo que lo tiraniza, así como yo me rebelé contra esa voluntad todo poderosa que me desterró del Paraíso donde nací, por enseñarles a los hombre los frutos del bien y del mal.*<sup>7</sup>

Desde entonces a él se le ha asociado con el espíritu del Progreso. Como el mismo Diablo afirma, él ha adoptado diversos nombres: Prometeo y Galileo son dos de ellos.<sup>8</sup> Albert Camus ofrece en *El hombre rebelde* muchos ejemplos más de este tipo de héroes que se enfrentan al orden establecido en busca de una libertad que parece que nunca será posible: Sócrates, el Marqués de Sade, Iván Karamazov, etcétera. Para Camus, la rebeldía occidental tiene dos grandes raíces culturales, por un lado la tradición griega que desarrolló en la figura prometeica el sentido del progreso humano, cuando el Titán se rebeló contra Zeus al darle el fuego al hombre y, por otro

lado, la tradición judía en la que Abel fue muerto por Caín como un acto de rebeldía en que aparece, por primera vez y de modo concreto, la lucha entre el bien y el mal entre los hombres.

La propuesta solorziana consiste, en cierta medida, en tomar la figura del Diablo como agente de progreso y a Dios como símbolo del atraso espiritual y socio-económico en el que se encuentra inmerso el pueblo. El Diablo solorziano es un filántropo y un ideal del progreso humano. Se trata del progreso que mueve a los hombres a buscar un modo de vida digno; esta premisa básica va contra la inmovilidad de la religión que profesa Beatriz. Cuando el hombre adquiere esa movilidad que es el progreso, la religión lo condena y lo arroja de su seno.

Como Prometeo, el Diablo fue arrojado al infierno por ayudarle al hombre a vencer el miedo a la vida y a la muerte,<sup>9</sup> *la angustia del ser y del no ser.*<sup>10</sup> Para vencer este miedo es necesario que el hombre tenga conciencia, lo cual implica un proceso trágico porque se trata de parir el conocimiento que enseña al hombre el camino de la libertad. En suma, el Diablo le otorga la conciencia a los hombres, Dios se la quita.

En efecto, los pobladores sí existen, pero carecen de una conciencia que les permita conocer sus derechos<sup>11</sup> o tomar decisiones en cosas tan elementales como el querer permanecer en ese pueblo que no les ofrece nada o buscar un mejor espacio de vida. Si acaso estos seres llegan a comprender que su destino es sufrir en este mundo para que en el otro les vaya mejor. La oferta de un Paraíso es una vana esperanza, pues sólo provoca que los individuos permanezcan pasivos ante las desgracias a las que se ven sometidos; la Iglesia justifica mediante la redención este tipo de sufrimiento al prometer a los hombres el Paraíso; así, desde esta perspectiva, la esperanza se muestra como algo positivo, cuando en realidad es una mascarada que no permite progresar al hombre y lo mantiene en una especie de ensoñación, tal como le sucede a Beatriz al pensar en la tierra de su madre<sup>12</sup>:

*No. Allá no hay ningún amo. Yo no conozco esa comarca pero me han dicho que ahí las gentes trabajan para sí mismas labrando una tierra que les pertenece, donde todo nace casi sin esfuerzo; el viento no lleva las heladas, sino la brisa cálida del mar. En las tardes, según me decía mi madre, después del trabajo, se tienden los hombres a cantar bajo el cielo, como si fuera su propio hogar.*<sup>13</sup>

Sin embargo, la esperanza puede adquirir su dimensión en el miedo. Éste paraliza a los hombres y los vuelve seres apáticos y pasivos. El miedo es cultivado y aprovechado por quienes detentan el poder. Se trata, entonces, de una situación irracional nacida en la inconciencia. A tal grado está arraigado este sentimiento que Beatriz llega a declarar que *es mejor tener miedo. Mi hermano no lo tuvo y por eso está preso.*<sup>14</sup> El silencio del pueblo es porque tiene miedo de que el Amo les quite la libertad y de que el Cura los excomulgue. Así, bajo estos dos fuegos, el razonamiento de Beatriz se justifica, aunque para el Diablo el problema va más allá, pues radica en la autonegación de estos seres. Como el rebelde metafísico de Camus, la afirmación del ser inicia con un simple *no*.

Así, el *status quo* que conforma la relación iglesia-oligarquía existe sí y sólo sí la esencia de los personajes ha sido confiscada. Solórzano presenta en *Las manos de dios* un mundo al revés, pues Dios representa el mal y el Diablo el bien, en medio de estos dos personajes que alcanzan dimensiones apocalípticas, está Beatriz, en quien es sembrada por el Diablo la semilla de la rebeldía. Beatriz hace lo impensable dentro del contexto en el que vive por salvar a su hermano ya no sólo de la cárcel, sino incluso de la muerte, pues como ya no cabe nadie en las celdas es necesario desalojar a algunos presos, matándolos, para que entren otros. Y uno de los desalojados –muertos- es el hermano de Beatriz, hecho que la orilla a escuchar los consejos del Diablo, por la sencilla razón de que la fraternidad le hace perder el miedo. La rebelión del hermano y la de Beatriz, luego, nace de una actitud que es absurda, que manifiesta las condiciones injustas a las que se ve sometido el hombre, el ir en contra de este modo de vida es lo que define al rebelde.<sup>15</sup>

Al escuchar Beatriz las palabras del Diablo quien le aconseja que tome algunas de las joyas que el dios padre que está en la Iglesia tiene en sus manos, se convierte en la rebeldía viviente. Y es en este punto en donde se da el proceso de agnición: en el escenario, Beatriz descubre que los ruegos que le ha hecho a Dios no han fructificado, y que los consejos del Diablo pueden ser más coherentes que la fe que desde siempre ha depositado en Dios.

La agnición que aquí se muestra cumple una doble función: por una parte, la ignorancia de Beatriz desaparece al reflexionar sobre el hecho de que Dios no necesita de las joyas, mientras que ella puede comprar con éstas la libertad de su hermano; por otra parte, los conceptos del bien y del mal se confunden y parecen tener en el fondo la misma raíz y, entonces, no todo tiene que

ser absoluto en la vida de estos personajes. Para Solórzano, el Diablo no es como lo pinta el catolicismo latinoamericano. La entrega ciega de Beatriz a una religión desaparece cuando se le presenta la oportunidad de alcanzar sus objetivos inmediatos. La eternidad celeste está tan alejada de su realidad cotidiana que comprende que vale la pena arriesgarse a tomar la joyas de las manos de Dios con tal de conseguir la libertad de su hermano. Beatriz ya no piensa más en ella. Su solidaridad cristiana se ha hecho efectiva por medio de la rebeldía que, paradójicamente, censura su propia religión.

Y es el sentido de rebeldía lo que le permite a Beatriz, a diferencia de los demás personajes, ver al Diablo. Los que tienen miedo no pueden ver al Diablo. *Tan pronto aparece el arrepentimiento* en ellos, no lo ven más.<sup>16</sup> A Beatriz le ha nacido la conciencia y puede ver al Diablo, es decir, alcanza a comprender las injusticias de las que ha sido objeto ella y todo el pueblo. Irónicamente, Dios no aparece en el escenario, su representante ciego, pues da la impresión de no creer tampoco consistentemente en él, es el sacerdote que, siendo su intermediario, manipula el sentido de la religión al adaptar a sus fines o a los del Amo la manera de enseñar y de practicar la religión católica.

El Sacerdote y el Carcelero son los emisarios de sus respectivos amos: dios y el cacique, de igual modo como ya en la cultura griega se apreciaba cuando Zeus enviaba a Hermes y a Hefestos para que ataran a Prometeo y fueran sus portavoces, los heraldos del sistema religioso imperante que se identifica con la tiranía. Dios no se enfrenta directamente con el Diablo: Luciano de Samosata en su *Prometeo* y Esquilo en su *Prometeo encadenado* presentan al agón entre esta deidad y Hefestos y Hermes. Como portavoces, estos dioses son incapaces de dar una razón clara por la que Prometeo ha sido juzgado y condenado. En el opúsculo de Luciano, incluso, Prometeo es el único que argumenta las razones por las que dio el fuego al hombre y los liberó del atraso técnico y social en el que vivía. De igual manera, tanto el Carcelero como el Cura repiten las viejas razones ya gastadas sobre el *status quo* que debe prevalecer y cuando ya no es posible sostener tales mentiras queda el recurso de la negación arbitraria, tal como se presenta en el Carcelero: *No estoy aquí para decir la verdad sino para cumplir las órdenes del amo.*<sup>17</sup> A esta actitud se le llama eficacia en un sistema totalitario.

¿Por qué la tradición occidental evita la presencia de dios en el escenario? Quizá por un temor que subyace en la conciencia. Se habla de Prometeo o del Diablo como seres que pueden estar cerca del hombre, manifestarse plenamente ante ellos, pero Dios permanece siempre distante. En *Las manos de Dios*, el Amo permanece también ausente, pero deja sentir el rigor de su poder y posee, desde la visión del Carcelero, algunas características de Dios:

*No se mueve la hoja de un árbol sin que él lo sepa. ¿Cómo se atreve tu hermano (sc. el de Beatriz, la rebelde) a gritar contra un Señor tan poderoso.*<sup>18</sup>

Algunos pueblos latinoamericanos parecen vivir su época medieval, en donde Dios otorga el poder terrenal a los amos para que a través de ellos se haga su voluntad, la cual se confunde con el poder político que puede desarrollar un gobernante. La visión del Carcelero claramente identifica, de acuerdo con la cita anterior, la omnipresencia y la omnisapientia de Dios con el Amo.

Ahora bien, en este último tenor, Solórzano describe al pueblo como autómatas: en la escena cuarta del tercer acto, se establece un agón entre el Diablo y Dios, cada uno de ellos trata de hacer entrar al pueblo en razón, en su razón. El agón permite a Solórzano presentar al pueblo como un muñeco de guiñol que sólo sabe decir *sí* o *no*, aunque para el Diablo esto ya es un triunfo, porque el pueblo ha dejado que se escuche su voz. Es el *no* titubeante del rebelde. Sin embargo, lo que se percibe en el fondo es que el pueblo sólo seguirá la voz de aquel que logre convencerlo de una vida mejor, pero no reflexiona ni se le pregunta críticamente sobre su futuro. Insistimos ha perdido su esencia y, por lo tanto, *sí* o *no* son monosílabos carentes de significado.

En efecto, la pasividad del pueblo lo coloca fuera del espíritu rebelde, pues no se trata de hacer caso a Dios o al Diablo, sino a su conciencia; o, como lo dijo Camus, rebelde es aquel hombre que está *situado antes o después de lo sagrado, y dedicado a reivindicar un orden humano en el cual todas las respuestas sean humanas, es decir, razonablemente formuladas.*<sup>19</sup> Y lo que diga el Cura o el Diablo son razones que, aunque creadas por los hombres, están situadas por encima de sus posibilidades. Por lo mismo, la característica más evidente para definir al héroe es aquella en la que se percibe el modo en que éste supera su naturaleza humana.

## Conclusiones

Así, el pueblo se halla suspendido entre los dos discursos, que a mi juicio, son resultado de una visión maniquea muy simple, pues los extremos a los que los hombres se ven sometidos no ofrecen una solución que reconcilie los distintos puntos de vista o que introduzca una tercera opción.

De esta manera, el hombre puede verse de pronto ante la anulación de lo bueno o lo malo frente al agón de Dios y del Diablo; así, como dice Camus,

*no siendo nada verdadero ni falso, bueno ni malo, la regla consistirá en mostrarse el más eficaz, es decir, el más fuerte.*<sup>20</sup>

Es obvio que Camus aboga por la definición del hombre a través de la rebeldía, pero en el marco en que Solórzano presenta esta postura, no hay espacio para la decisión del hombre rebelde. La derrota del mismo Diablo demuestra que la eficacia de la que habla Camus en este caso no se aplica al hombre, en particular, si no a los sistemas. El movimiento escénico que apunta Solórzano es que el pueblo cuando dice *sí* o *no* se desplaza hacia Dios o hacia el Diablo, como las olas que mueve el viento a su capricho. Los pobladores no son dueños de su conciencia, pues ni siquiera se han dado cuenta de que poseen una.

El Diablo ofrece, entonces, a los hombres el nacimiento de su conciencia, lo cual se traduce en el acto de conocer. La Iglesia condena que los hombres sean

*capaces de conocer todo y fue por eso que Dios los castigo haciéndolos mortales y al mismo temerosos de la muerte.*<sup>21</sup>

Conocer, entonces, es igual a maldad, por lo que es preferible para el Cura que el pueblo se sacuda de su conciencia que sólo lo condenaría. Es evidente aquí el eco bíblico, según el cual Dios arrojó a Adán y a Eva del Paraíso por haber accedido al fruto prohibido, símbolo del conocimiento negado a los hombres. Conocer conduce a la libertad, pero al mismo tiempo somete al hombre a un proceso trágico. El riesgo que se corre al emprender la búsqueda de la libertad es el de quedarse a medio camino como le ocurre a Beatriz. Como ya señalábamos, Beatriz, símbolo

de la humanidad, está en medio de la disputa entre Dios y el Diablo, entre la ignorancia y el conocimiento; la simiente de su conciencia le permite distinguir que puede optar por una vía u otra, pero cualquiera de las dos son tortuosas y el fin es mortal si no se llega a la meta.

En suma, de un lado o de otro Beatriz, y con mayor razón el pueblo, no conoce la felicidad que da la libertad y sólo es un instrumento en manos tanto de Dios como del Diablo. La agnición conduce a Beatriz a la desgracia, pues la raíz del problema de la libertad del hombre se halla en los sistemas que el mismo hombre ha inventado para ejercer el poder autoritario. El hombre es el lobo del hombre. La muerte fue lo que encontró Beatriz en la lucha por su libertad a manos de propio pueblo, pues su rebeldía no pudo ser comprendida y se le vio bajo el signo de la maldad diabólica. Si un epitafio habría que escribir sobre su tumba, nada mejor que algunas palabras que le dedicó el Diablo: Beatriz, *¿no sabes que los hombres nacen libres? Son los otros los que después los van haciendo prisioneros.*<sup>22</sup>

#### Bibliografía y referencias

---

<sup>1</sup> Pensamos en la tríada formada por Roberto Arlt, Ernesto Sábato y Juan Carlos Onetti, cuya literatura existencialista se enfoca más a los dramas pasionales de los hombres, a diferencia del existencialismo de Solórzano que apunta más bien a un compromiso con las causas sociales de los desarraigados.

<sup>2</sup> Carlos Solórzano ha desarrollado su actividad teatral en México, aunque él es guatemalteco de nacimiento. Nació en 1929 en San Marcos, Guatemala y reside en México desde 1939. Los temas que ha trabajado en el plano del folklor, son comunes con las formas de pensamiento del pueblo mexicano, sobre todo aquella parte del sureste que colinda con lo que la geopolítica denomina Centroamérica.

<sup>3</sup> Albert Camus, *L'homme révolté*, Éditions Gallimard, Paris, 1951, p. 27

<sup>4</sup> Carlos Solórzano, *Teatro*, UNAM, México, 1992, p. 154

<sup>5</sup> *Ibid.*, p. 161

<sup>6</sup> Escribió Carlos Solórzano: Forastero: Pero nadie se preocupa por ti (sc. por Beatriz). Nadie te habla. Nada te pertenece. Eres extranjera en tu propia tierra. *Ibid.*, p. 161.

<sup>7</sup> *Ibid.*, p. 165

<sup>8</sup> *Ibid.*, p. 155

<sup>9</sup> La primera noticia sobre la tarea prometeica de quitar el miedo a la muerte que tienen los hombres corresponde a Esquilo en su *Prometeo encadenado*, tópico que aquí retoma Carlos Solórzano en la figura del diablo.

<sup>10</sup> Carlos Solórzano, *ibid.*, pp. 162-163

<sup>11</sup> Albert Camus, *ibid.*, p. 24: La libertad de hecho no ha aumentado proporcionalmente la conciencia que el hombre ha adquirido de ella. De esta observación no se puede deducir sino esto: la rebelión es el acto del hombre informado que posee la conciencia de sus derechos.

<sup>12</sup> Cfr. también la tesis del mito del eterno retorno propuesta por Mircea Eliade: la madre carnal, la madre tierra como eje del origen de la vida al cual siempre ha de regresarse.

<sup>13</sup> Carlos Solórzano, *ibid.*, p. 167

<sup>14</sup> *Ibid.*, p. 163

<sup>15</sup> Albert Camus, *ibid.*, pp. 15-16

<sup>16</sup> Carlos Solórzano, *ibid.*, p. 169

<sup>17</sup> *Ibid.*, p. 158

<sup>18</sup> *Ibid.*, p. 159

<sup>19</sup> Albert Camus, *ibid.*, p. 24



---

<sup>20</sup> *Ibid.*, p. 11

<sup>21</sup> Carlos Solórzano, *ibid.*, p. 156

<sup>22</sup> *Ibid.*, p. 164

## Lacan y la fase del espejo en *El vuelo de la reina* de Tomás Eloy Martínez

Idalia Villanueva Benavides

El protagonista de esta narración es un hombre obsesionado por una mujer, Reina. Para él finalmente nada resulta más importante que ella. Ni su esposa, ni la enfermedad y muerte de su hija, ni siquiera su responsabilidad como director de un diario significan más para este personaje que su obsesión por Reina.

Ese deseo obsesivo que se apodera de él se convierte en uno de los temas principales de esta narración junto con el del poder político y el de los medios de comunicación, considerados el cuarto poder. En torno a este sentimiento y a esta idea de poder se asocian una serie de leit motifs a través de los cuales se hacen evidentes dos problemáticas que son la descentralización y, asociado con ella, el de la búsqueda de la identidad.

De acuerdo con el posmodernismo la realidad del ser humano, quien vive en sociedad y es definido por el lenguaje, es en esencia una realidad fragmentada y no homogénea y totalizadora. No existe un centro único alrededor del cual organizar y entender, en toda su complejidad, la realidad que personajes como el protagonista de esta novela está viviendo.

Esa realidad, en el caso de este hombre, se caracteriza por el ejercicio del poder el cual se practica en todas las instituciones que gobiernan y conforman esa sociedad. Entre esas instituciones estarían incluidas, por supuesto, el Estado, la familia y, en general, el individuo, que se encuentra en la base de todas ellas.

En *El vuelo de la reina* Camargo, como individuo, se enfrenta desde su infancia a una problemática que es la de la búsqueda de su identidad. Dicha búsqueda estaría encaminada, en este caso, a la resolución de un conflicto de carácter edípico. Para este periodista el abandono de su madre, y la posterior investigación que él realiza intentando descubrir el paradero de ella, se convierten en una obsesión, al igual que su afán de poseer a Reina.

Aún después de agotar la búsqueda de indicios en asilos y hospitales, de revisar listas y listas de cadáveres no identificados en la morgue y en los cementerios, y de estudiar los censos de las villas de emergencia y la nómina de ancianas que habían servido en los conventos, Camargo no quiso darse por vencido. (...) No lo acobardó la infinitud de los desengaños. Llevaba ya una serie larga de fracasos cuando se le dio por imaginar que, después de todo, tal vez la madre se había mantenido fiel a sus costumbres burguesas y que debía de vivir, casada o viuda, en alguna casa modesta de Palermo.  
(Martínez, 74)

La progenitora de este protagonista deja entonces solos a su esposo y a su hijo cuando éste era aún pequeño. Ese hecho, y la marca o huella que dejó en él, se convierte en un leit motif que permea todo el texto y le es inherente.

Lo que más sufrimiento le causaba era que la madre, al irse, había dejado los guantes del hospital dentro de la máquina de calor. Aquellos guantes sin manos le recordaban las caricias que ya nunca más tendría. (...). El único lugar donde la madre podría haberse ocultado era Buenos Aires, porque la ciudad era un espejo interminable donde las vidas se confundían y se repetían. (Martínez, 70)

Este leit-motif del abandono encuentra, por otra parte, su símbolo o representación en el espejo, en lo especular, lo cual nos remite a Lacan y lo que él denomina la fase del espejo o mirror stage.

Although Lacan says that human beings are always already enmeshed in the chain of signifiers, he also offers a story of entrance into that chain in his theory of three stages of human development, which he occasionally treats as if they actually occur diachronically but more often sees as a synchronous or at least overlapping: the mirror stage, the imaginary and the symbolic. Lacan's theory of subjectivity, based on these stages, displays phenomenological influence. The mirror stage, symbolized as the child's discovery of its image, establishes the idea of subjectivity by introducing the idea of alienation of the subject in the image, which becomes other to the self. The imaginary involves the child's simple dualistic relation with this mirror image. The symbolic is the entrance into language, where the subject is constantly deferred along the chain of signifiers. Thus the old "know thyself" becomes a naive simplification of a situation in which the subject is linguistically constituted elsewhere but never adequately. This concept of the subject is beyond the simple Cartesian subject and suggests that subjectivity is always (after entrance into the symbolic via the mirror stage) really an intersubjectivity formed in and as dialogue. This dialogue, which appears to be a version of structuralist difference, cannot end, except with death, because it is predicated on absence or lack and therefore desire. It is, in Freudian terms, "overdetermined". (733)

Según Lacan el hombre es, en síntesis, un ser alienado, escindido, fragmentado. Para explicar cómo se lleva a cabo esa escisión él hace referencia a tres etapas que son, como ya se vio, la de lo real, lo imaginario y lo simbólico.

Lo real está asociado con un estado natural y primario del ser humano en el que todas sus necesidades vitales están satisfechas, una especie de paraíso terrenal en donde nada falta y reina la unidad y la armonía, el Uno. Sin embargo, posteriormente se produce la caída y la expulsión y salida de ese Edén y se pasa a la siguiente etapa que es la del imaginario. En ese momento la unidad se rompe, se fragmenta en pedazos y el Uno ya no es eso sino otredad y alienación. Sin embargo, a través de un juego de espejos, se trata de mantener la ilusión de una

unidad y el individuo imagina que es uno, total y completo, sin darse cuenta que en realidad ya se ha producido la caída, la escisión y la fragmentación y que su percepción o su creencia en una unidad, en un todo armónico, es mera ficción, producto de la imaginación, es una simple ilusión, un espejismo. De acuerdo con Lacan en determinado momento se pierde la unidad o la unión con el cuerpo de la madre, es decir con el estado natural, para entrar en el ámbito de lo cultural, de lo social e institucional, de los códigos, de lo simbólico y de la ideología, pero nos protegemos del reconocimiento de esa falta o esa pérdida al pretender percibirnos y al imaginarnos erróneamente como seres completos, como realidad total y esencia plena. Cerramos entonces los ojos y caemos ciegos en el engaño de lo totalitario y la homogeneidad y exigimos la atención y la mirada de ese otro que es nuestro cómplice en esa farsa y a quien a la vez demandamos que todas nuestras necesidades sean satisfechas.

Ese otro cómplice en dicho juego imaginario estaría representado por un conjunto de personas e instituciones culturales, sociales y mitos que desempeñan un papel clave en la formación de la identidad del ser humano. A esta determinación de la identidad de un individuo se da a través de los mitos y las instituciones es a lo que Lacan identifica como lo simbólico. Y precisamente una de las instituciones que son la base de toda sociedad es la familia. Es ahí donde el padre, la madre y el resto de los integrantes de ese grupo le indican al niño cuál es el lugar que él ocupa dentro de dicha sociedad, al mismo tiempo que le hacen entender cuáles son las estructuras, mitos y tabúes que gobiernan el funcionamiento de esa comunidad. El respeto a esas estructuras y a las leyes que gobiernan ese funcionamiento es un valor básico que parece garantizar la posibilidad de poder asumir una identidad, de poder vivir una existencia total, plena, armónica, así como de que haya un orden. Sin embargo, la existencia de ese orden que surge y se organiza a partir del lenguaje, de un centro y del logos, es algo ficticio, algo irreal, algo imaginado o imaginario, como diría Lacan, un simple espejismo o un juego de espejos en donde el sentido de lo real y el origen se han perdido, y lo que hay ahora es el abandono, la soledad, la expulsión del Paraíso original y la consecuente caída, alineación y fragmentación en pedazos y por lo tanto una falta de unidad. La toma de conciencia de esa fragmentación y el alejamiento del origen produce en el individuo una sensación de falta, de carencia de un centro a partir del cual organizar una visión coherente del mundo y de sí mismo. Esa descentralización causa angustia pero también deseo. Ese deseo es precisamente el que lleva al mismo individuo a buscar, siguiendo huellas, ese centro, esa armonía, esa paz de la que gozaba antes de su expulsión y abandono del Paraíso, del estado natural.

No obstante, ese deseo, que el individuo trata de satisfacer, y que se hace patente mediante una infinita cadena metonímica de suplementos, no se puede cumplir.

Te encerrás en el armario en donde están las ropas  
de la mujer, Camargo, te dejás caer en la dulzura  
de sus lencerías, el perfume acre de sus botas de  
montar, aspirás sus zapatos, el ceñidor de sus  
medias, el fresco olor a tarde de sus sábanas, vas  
apoderándote de todas las huellas de su apariencia  
ya que ella te ha cerrado las puertas de su cuerpo.  
(Martínez, 239)

El hombre se ve así obligado finalmente, al cerrársele todas las puertas y cancelarse toda posibilidad de descubrir un centro, a no ser ciego y a entender que, como persona, es un ser fragmentado y por lo mismo complejo. Esa complejidad es lo que lo convierte en un ser difícil sino es que imposible de estereotipar y de tratar de hacer caber o ajustar a ciertos moldes, arquetipos o estructuras de carácter maniqueísta.

Y eso es precisamente lo que ocurre con el personaje de Camargo, protagonista de *El vuelo de la reina*. Para este periodista, como ya se explicó, el abandono de su madre, y la ruptura del núcleo familiar, se convierte en un hecho traumático que lo hace sufrir y lo deja marcado para toda su vida.

¿Pero por qué se había marchado sin él, sin el hijo? ¿Qué le había hecho Camargo? Jamás se quejaba, era obediente y estudioso, se planchaba él mismo la ropa y trataba de que nadie lo viera cuando lloraba. ¿Por qué lo había dejado, entonces? Mierda, las mujeres.  
(Martínez, 70)

¿Por qué? ¿Por qué ese trauma y ese sentimiento de abandono y de culpa? Porque la ruptura de ese centro o núcleo produce en él una fragmentación que lo lleva incluso a un cuestionarse cuál es realmente su lugar dentro de la sociedad y cuál es el papel ha representado y que él deberá seguir representando dentro de ese gran teatro que es el mundo. Necesita por tanto de un centro, de un ancla, a partir del cual constituir e integrar su yo y su propia visión del mundo y tratar de encontrar una respuesta a esos cuestionamientos y a esas interrogantes que se ha planteado. Y ese centro lo encuentra él en su regreso al pasado, a su madre, en donde están precisamente los orígenes de su vida misma. Pero ese centro y ese origen para él resultan inalcanzables puesto que ya no están ahí y lo que hay más bien es el abandono, el vacío, el descentramiento, la fragmentación, la ruptura, los pedazos y no la totalidad y la plenitud.

Era el fin del invierno y parecía ya el verano. Era todavía ayer y parecía pasado mañana. En la frágil noche, todo se rompía. ¿También la madre? Ahora que él tenía setenta años, ella andaría por los noventa y dos. El pasado se le iba cayendo a pedazos. Sólo el aroma de Reina seguía de pie, incorruptible como el sol.  
(Martínez, 82)

Esa figura materna, que generalmente se asocia con la naturaleza, con la tierra y las raíces, no existe, falta y está ausente. Esa ausencia es precisamente la que provoca que surja un deseo por encontrar ese centro, por poseerlo. En el caso de Camargo ese deseo de posesión se desplaza, se difiere y se proyecta en Reina y en esa obsesión que él siente por ella. El deseo surge así como una manifestación o evidencia de esa fragmentación y descentramiento. Pero finalmente ese sentimiento, esa necesidad asociada básicamente con lo femenino, resulta imposible de satisfacer ya que la comunidad en la que vive Camargo es un lugar en donde la lucha por el poder y lo que Lacan llama la ley del padre es lo que impera. Ese poder busca controlar, utilizando el lenguaje, los mitos y la ideología como innegables armas, tanto a los individuos como a las instituciones. La Argentina que se describe en esta novela se puede definir así como una sociedad patriarcal, enferma y en crisis, cuyos gobernantes son seres corruptos y que se sirven de su poder para manipular impunemente y para obtener grandes beneficios para ellos.

Por fin alguien tenía un gesto de dignidad. La Argentina estaba enferma hasta los huesos pero una sola muerte no cambiaría el orden de las cosas. (Martínez, 30)

Pero además, en esta narración se muestra al mismo tiempo cómo esta situación de abuso del poder se da no sólo en Argentina, sino también en países como México. Se menciona específicamente el caso del ex presidente Carlos Salinas de Gortari quien, al enterarse de la acusación de peculado que se estaba haciendo en contra de su hermano Raúl, decidió iniciar,

poniendo como testigos al pueblo y a los medios de comunicación, una huelga de hambre para, según él, protestar contra ese acto injusto que atentaba contra el honor de su familia.

Se veía a Salinas barbudo y ojeroso tendido sobre una humilde cama de Monterrey, con una bandera mexicana al fondo. A los pocos meses de haber abandonado el gobierno, su hermano había sido acusado de crímenes y desfalcos sin nombre. Para restaurar el honor de la familia y de su propia presidencia, a Salinas de Gortari no le queda otro recurso que la huelga de hambre.  
(Martínez, 85)

Hechos como éste, protagonizado por Salinas, así como los ocurridos en torno al gobierno de Argentina, son una muestra de la caída y la debacle que en determinado momento han hecho acto de presencia en esos países y que han llegado a producir, un vacío, una crisis, una ruptura y una fragmentación, que han tenido repercusiones no sólo en el ámbito político y el económico sino también en el social.

En qué abismos ha caído el pobre país, cómo va a levantarse de esa postración sin fin. ¿Podrá ayudar en algo lo que yo escriba?, se dijo Reina. ¿Ayuda en algo mostrar las llagas? Creo que de nada sirve, que nada ayuda, todos vamos a morir clamando en el vacío en este desierto de sordos.  
(Martínez, 112)

La sociedad en la que se desenvuelve Camargo es, por tanto, una sociedad compleja en donde más que el orden, reina el caos, un caos por el cual se deja atrapar este director, a pesar de que él siempre está en búsqueda de ese centro, identificado con la madre, que le permita escapar de esa situación y volver a los orígenes, al orden y a la armonía. Sin embargo, ese mundo aparentemente natural y relacionado con los orígenes resulta ser finalmente una ilusión, un espejismo producto de su imaginación, del imaginario, un simple juego multiplicador de espejos, los cuales se convierten, como ya se comentó, en un leit-motif de esta novela.

Ahora ha dejado de menearse y está contemplándose en el espejo. (...) Con la barbilla levantada, la pose de una reina, ella goza con la imagen de su cuerpo en el espejo. También él, enfrente, está mirándose a sí mismo. Un súbito destello de luna se ha posado sobre su cuerpo y le permite ver su perfil en el otro espejo, el del cuarto vacío. Lo que el espejo le revela, sin embargo, es un eco de su propio ser, y de ninguna manera él mismo. Un hombre no puede ser él mismo sin su pasado, sin la fuerza que irradia ante los otros, (...) Un hombre nunca es él mismo a solas, y este perfil no soy yo, (Martínez, 18)

Este juego de espejos, asociado a la búsqueda del yo y a la definición de un perfil, de una identidad, lo juega también en sus textos Borges.

Decididamente a Borges le obsesionan los espejos, que le evocan multitudes. Y no ha dejado de asociar ese horror personal, que lleva a la disolución del yo, a la pérdida de identidad, al extravío de la memoria, con cierta tradición fantástica que hace del espejo

el símbolo del Mal, del más allá o de otro mundo, como bien sabe Alicia, la de Carroll. (Nuño, 24)

Por otra parte, junto con el juego de espejos de carácter borgeano, se menciona además, en *El vuelo de la reina*, el telescopio que utiliza el protagonista para mirar y espiar a Reina y a través del cual este hombre siente que, de algún modo, puede llegar a poseerla, a poseer plena y totalmente su esencia. Esa posesión, a través de la mirada (the gaze, en términos lacanianos), llega a tener implicaciones profundas puesto que a través de ella se intenta aprehender una realidad, la realidad misma del protagonista y de su mundo, la cual finalmente resulta inaprehensible.

Pero Camargo no está consciente de esa imposibilidad e inevitablemente, y de manera trágica, queda atrapado en ese juego especular del que resulta de cierta forma él mismo víctima junto con Reina, quien en determinado momento trata de hacerle ver a él, y que él no sea ciego y comprenda, que todo es una ilusión, un engaño, un espejismo y que ella no es realmente ese centro que este director periodístico anda buscando y el cual este protagonista identifica con su madre, a la que intenta encontrar inútilmente.

-----¿Me mandaste espiar?-----te dice, alzando la voz-----.  
Si alguno de tus policías anduvo pisándome los talones,  
no entiendo por qué seguiste el juego todo ese tiempo.  
-----Porque para mí no es un juego. Yo no te voy a dejar,  
Reina, aunque vos quieras dejarme.  
-----Soy una persona, Camargo. No me podés tomar ni  
dejar. No te pertenezco. Soy de nadie. (Martínez, 214)

Pero no son sólo estos dos personajes, Reina y su amante, quienes sufren un trágico destino, sino también el pueblo argentino cuyos dirigentes políticos se complacen en engañar, realizando también ellos un juego de espejos lleno igualmente de impunidad, de traiciones, apariencias, ilusiones y espejismos. Un ejemplo concreto de esto es la forma en la que el presidente intenta manipular y emgañar a la gente, recurriendo a la religión y a los medios de comunicación, para encubrir sus defectos como gobernante así como los de su hijo.

-----Ya no es secreto. Supimos que el hijo del presidente  
depositó varios millones en un banco de San Pablo.  
Tiene veintiún años, no trabaja, gasta todo lo que le da  
el padre en autos de carrera. ¿De dónde crees que salió  
el dinero? (Martínez, 77)

Camargo estaba seguro de que el diario rival no publicaría una sola palabra sobre los escandalosos depósitos en el banco de San Pablo. Aunque lo averiguaran, lo ocultarían. En el último par de años el presidente los había colmado de favores, concesiones de ondas radiales y cotos de caza y pesca para turistas de lujo en la Patagonia. Calculó ese silencio pero no el efecto teatral de un título más llamativo. Visiones místicas. (Martínez, 84)

Otro objeto, además del telescopio y el periódico, que se encuentra asociado con este juego de imágenes y de espejos, que tanto el protagonista como los gobernantes argentinos juegan, es la fotografía que, al entrar al departamento de Reina, encuentra Camargo. Cuando él la observa cree descubrir que Reina es muy parecida tanto a la madre de él como a la madre de la misma Reina. Se confirma así una vez más la presencia de ese juego multiplicador de espejos al que ya se ha aludido antes. Un juego multiplicador en el que se hace difícil identificar el origen, el original, el centro, que en este caso está asociado con la madre del periodista.

La cuarta foto, que la mujer ha colgado sobre las otras, al centro, muestra a una niña de tres o cuatro años montada sobre un pony. Alguien que sin duda es la madre la sostiene por detrás: debía tener entonces la misma edad que la mujer tiene ahora, treinta y dos años, y se le parece con tanta exactitud, con un efecto de realidad tan persuasivo, que la hija de ahora bien podría ser la madre de aquel entonces, como si el pasado siguiera durando en el presente y se estableciera, entre las dos épocas, una férrea identidad. Comprendés de pronto que ese juego de espejos sucede no sólo en el tiempo sino también en el espacio. La mujer es un calco de su propia madre y a la vez es un calco de la tuya. (Martínez, 229)

Pero además de las fotografías en este mismo texto se habla de cómo, nuevamente en un juego multiplicador de espejos del cual ahora los medios de comunicación forman parte, lo mismo que le ocurrió a Camargo le sucedió a otro periodista.

El domingo 20 de agosto, a las dos y media de la tarde, Antonio Marcos Pimenta Neves, de 63 años, asesinó de dos balazos a Sandra Gomide, de 32. Ambos trabajaban en el mismo diario y habían sido amantes durante tres años. Desde hacía meses Sandra quería romper la relación, pero el obsesivo Pimenta, enfermo de desesperación y de despecho, no se lo permitía. Imaginaba que ella se había enamorado de otro hombre más joven, y para sorprenderla, abrió el correo de su computadora, la perseguía---ciego de celos---en automóviles que iba estrellando por las calles, vigilaba la sombra de su casa por las noches, como James Stewart en *La ventana indiscreta*. (Martínez, 50)

Las circunstancias de los dos casos, el de Camargo y el de Pimento, indudablemente son las mismas. El juego pareciera así que se va a repetir hasta el infinito lo cual hace igualmente imposible identificar dónde está el original y dónde las copias. Se produce de esta forma un descentramiento a causa, según lo explica Derrida, de la *différance*.

Ese descentramiento originado por la *différance* hace que, al no haber un centro a partir del cual entender, organizar y aprehender la realidad, ésta se vuelva un fenómeno más complejo en donde no hay estructuras ni jerarquías que ayuden a darle un sentido totalizante y único. Esa desjerarquización, muestra de esa complejidad y de la sinrazón en la que está sumergido el hombre, queda muy clara al final de la novela cuando se menciona que todo es ficción, incluso aquello que parece real.

Nota final. Todos los personajes de esta novela, aun los



que parecen tomados de la realidad, corresponden al orden de la ficción. Leerlos de otro modo violentaría su naturaleza. (Martínez, 297)

Como consecuencia de ese descentramiento, al lector, que es a quien va dirigido este juego, ya no le es posible distinguir entre la ficción y la realidad ya que la naturaleza de ambas se han entremezclado por lo que todo al final se ve reducido a un mero acto de escritura, a simple lenguaje, a ficción. Ese todo que se ve reducido a ficción nos incluye a nosotros mismos, como lectores, y a todos aquellos seres que pensábamos eran reales. De ahí que surja la pregunta: ¿Realmente existieron personajes como los políticos que se mencionan en este texto?. ¿Realmente en los periódicos, portadores de la verdad absoluta, se describen los hechos tal como realmente ocurrieron?

Aparentemente todo esto debería ser así, pero de acuerdo con lo que se dice, en la novela, con respecto a la realidad y a la ficción, ya no es posible asegurarlo.

Yo tampoco entiendo lo que pasa, se dijo Reina, dejando la radio sobre la mesa. O la realidad es una ilusión de los sentidos o el periodismo crea la realidad. Sin saber por qué le vinieron a la memoria tres versos de un soneto de Góngora: *El sueño, autor de representaciones,/en su teatro sobre el viento armado/sombras suele vestir de bulto bello.* (Martínez, 128)

Todo se ha convertido de esta forma en un juego de sombras y espejos en el que no se sabe con certeza qué es realidad y qué es ficción, un juego en el que el lector es un participante más. Este lector, junto con el resto de los personajes mencionados en esta trama, los cuales están inmersos en el mundo lacaniano de lo simbólico, llega a involucrarse en este juego y en ese cuestionamiento de la esencia del propio ser, de la propia identidad, que es complejo y es parte inherente de la condición humana en general, y latinoamericana en particular, la cual se describe magistralmente en esta novela de Tomás Eloy.

## Bibliografía

- Lacan, Jacques. "The Mirror Stage". *Critical Theory since 1966*. Tallahassee: Florida State University Press, 1992.
- Martínez, Tomás Eloy. *El vuelo de la reina*. Madrid: Alfaguara, 2002.
- Nuño, Juan. *La filosofía de Borges*. México: FCE, 1986

**LACAN Y LA FASE DEL ESPEJO EN *EL VUELO DE LA REINA* DE TOMÁS ELOY MARTÍNEZ.** Idalia Villanueva Benavides, Departamento de Lenguas Modernas, Campus Monterrey, ITESM.

En *El vuelo de la reina* su protagonista, Camargo, director de un periódico, sufre, desde pequeño, por el abandono de su madre, hecho que lo deja marcado para toda su vida. Otro personaje importante para este hombre es Reina, una reportera que trabaja bajo sus órdenes. Se completa así un triángulo que será determinante en esta historia y que forma parte de una búsqueda que este poderoso señor emprende tratando de encontrarle un sentido a su vida. Esta confusión, ese desorden y esa crisis que envuelven esa vida forman parte también de la problemática de su país, una problemática que se analiza en este ensayo bajo la óptica del posmodernismo y de las teorías psicoanalíticas de Jacques Lacan, en particular su explicación de la fase del espejo.

## **Los sistemas políticos latinoamericanos en la mirada de su Literatura**

En el siglo XX la Literatura Hispanoamericana ha expresado en un sinnúmero de novelas, el nacimiento, la construcción, la evolución y la crisis del estado nación.

Cada novela es un universo que se puede analizar bajo múltiples perspectivas, en muchas son identificables los elementos constitutivos del estado: los seres humanos que son representativos de un pueblo, un espacio, que es el territorio; el entorno físico, el poder político, que es la facultad de mando sobre la sociedad y la soberanía, que es su capacidad de autoobligarse y autodeterminarse sin sufrir interferencias exteriores

El presente ensayo tiene como objetivo analizar varios textos que plasman algunos reflejos del estado nación, en América Latina, sus tendencias históricas recientes y los atropellos al proceso democratizador. Todas ellas serán una reflexión sobre los sistemas políticos latinoamericanos y los mecanismos del poder.

Todas las novelas analizadas sobresalen por un discurso que sobrepasa las fronteras del texto para evocar un discurso ideológico abstracto que se encuadra con los valores específicos de una época, así tendremos diferentes asuntos históricos que abordarán la problemática política de cada país resaltado por su narrador o narradora. El código ideológico se confirmará y completará a través de "marcas" como son los personajes entendidos como entidades susceptibles de definiciones ideológicas y con los que el narrador establece relaciones de afinidad o distanciamiento. Así tendremos a la figura del dictador o del presidencialismo muy representativo de la crítica ideológica que proyectan algunos textos. Otra marca sobresaliente es el tema, el exilio, el desexilio, la locura, la muerte, la falta de identidad o la corrupción proyectada en las conductas, problemáticas que al abordarse cuestionan al sistema político que determina al ser y padecer de los pueblos latinoamericanos

En todas las novelas que se analizarán el código que se utiliza con mayor fuerza es la ironía. Esta figura del lenguaje retórico altera el significado directo. Un texto con intencionalidad irónica, requiere de un acto de lectura que tiene que tener trascendencia, ir más allá, exigiendo en el lector un desciframiento de la intención crítica e irónica del autor. El lector deberá encontrar la superposición estructural de contextos semánticos, es decir deslindar lo que se dice, de lo que quiere que se entienda, el elemento peyorativo que es propiedad de la ironía. El lector de las novelas revisadas en este estudio decodifica los textos de una realidad interpretada por los narradores y en el acto de desentrañar el significado de la ironía, su lectura será crítica, evaluativa y le permitirá hacer reflexión de ese pedazo de América Latina que cada autor está reconstruyendo.

La ironía exige la competencia del lector traducida en sensibilidad, perspicacia y en algunos momentos en complicidad que le permitan detectar los significados escondidos detrás de las palabras.

En este proceso intelectual y emotivo el lector puede ser seducido por el texto y lograr una homologación con los valores o antivalores que la crítica señala, cuestiona e interpreta.



Dr. Eduardo E. Parrilla Sotomayor  
Departamento de Estudios Humanísticos  
Campus Monterrey

## Resumen

En el ensayo titulado “Análisis del discurso y condiciones de producción de una novela polifónica” se demuestra la importancia de emplear el instrumental teórico del análisis del discurso en el análisis de una novela polifónica. La novela de referencia, Figuraciones en el mes de marzo, del escritor Emilio Díaz Valcárcel, es una obra narrativa concebida como un collage, y por su riqueza y variedad discursiva es un terreno ideal para emplear el instrumental del análisis del discurso. El autor del ensayo examina una diversidad de técnicas desde la perspectiva de la teoría literaria aliada al examen de la argumentación y de la implicación que deriva del análisis del discurso. Para rendir cuenta de la forma, el material y el contenido, el autor examina la importancia de estudiar la estética de esta novela a partir de registros, clichés, géneros discursivos y otros aspectos vinculados a la estratificación social de la palabra que estudia el análisis del discurso. Para concretizar en su análisis lo propio de esta novela, el autor se vale de un mapa conceptual en el que aparecen tres funciones estéticas básicas: testimonial, crítico-argumentativa y paródica. Su investigación es una descripción de una investigación de varios capítulos, por lo que se limita a enfocar en este ensayo los tipos de imágenes que encuentra, entre los que resaltan, las transtextuales, las intratextuales y las imágenes carnavalescas propias de la retórica carnavalesca, siguiendo a M.M. Bajtín. Con ello se deja establecido que el discurso en esta novela contrapone dos visiones de la realidad: una seria y patética y la otra vital y humorística que socava la primera. De esta manera se echa por tierra las ideologías que aquejan al protagonista de la historia y se abre la posibilidad simbólica de la liberación personal y nacional de Puerto Rico, sociedad de referencia.

# El Humor en una obra de Sabina Berman: *Entre Villa y una mujer desnuda*

Mtra. Adriana Ma. Hernández Sandoval

**Resumen:** En este ensayo presentamos a Sabina Berman, una de las dramaturgas mexicanas más importantes de las últimas décadas del siglo XX y del inicio del XXI; siempre se ha caracterizado por su incursión en temas vitales y principalmente referentes a la mujer, la sociedad mexicana y principalmente al humor a nuestro estilo, de igual manera incursiona en la psique social e individual de nuestra sociedad. Se recorrerá su texto buscando su postura sobre el humor y qué refleja a partir de ese recurso, pero el inicio es un análisis profundo para poder encontrar todas las vetas y señales que reflejan su postura a través del amor.

Palabras clave: teatro mexicano, humor, Sabina Berman, teatralidad, trama, Nueva Dramaturgia mexicana.

## I) Introducción

Para cualquier ser humano la risa es una necesidad tanto emocional como física y el humor es uno de sus detonantes; cada cultura lo desarrolla y presenta de diversas maneras; México, por ejemplo, se caracteriza por la gran variedad de manifestaciones al respecto; aquí nos ocupa una de las más interesantes: el teatro y en especial *Entre Villa y una mujer desnuda* de Sabina Berman. Primero presentaremos brevemente a la autora, luego expondremos el análisis de la obra y finalmente haremos hincapié en todos los detalles que hacen tan divertido ese texto dramático; así será nuestra primordial tarea mostrar la importancia del humor en esta obra, pues, aunque suene paradójico, es un instrumento de reflexión y abstracción para el espectador.

Sabina Berman nació en la Ciudad de México en 1953, estudió psicología y dirección escénica; su práctica va desde la tramoya hasta la dirección de cine, pasando por la actuación, la escritura de guiones cinematográficos y, obviamente, la creación dramática.<sup>1</sup> Sabina pertenece a lo que se ha llamado la Nueva Dramaturgia Mexicana.<sup>2</sup> Su escritura dramática supera la decena de obras y muchas de ellas han sido premiadas; por eso se ha dicho que:

*Tiene la capacidad nata de jugar con el ritmo tanto en el lenguaje teatral como en el literario; tiene ojo y oído finos en el foro como en el texto; puede narrar largas y complicadas historias utilizando un vasto vocabulario sin perder el interés del lector o el espectador en la butaca.*<sup>3</sup>

Aunque, aparentemente, nos encontremos frente a espectáculos ligeros o simples, las obras de Berman tienden a lograr la participación del público y no solamente durante la representación por ejemplo con preguntas directas de los actores al espectador, o con aplausos o gritos del público; también esa contribución con el texto o la representación consiste en levantarse de la butaca rumiando ideas y reflexiones que hacen ver la vida desde otro ángulo, desde otra postura:

*Berman, by confronting her audiences with the multiple realities, forces them to face concrete examples of her world -of the multiple, flexible, and unstable realities that people create around them.*<sup>4</sup>

Los temas y asuntos son tan variados como los alcances de la imaginación bermaniana, y van desde la crítica política hasta la crónica histórica o el humor vital. Esa riqueza y variedad muestran que el trabajo de Berman es inteligente, creativo y tan profundo como para tocar desde la superficie hasta las fibras de la esencia humana.

*Sabina vuelve a mostrar ese humor ligero y brutal, el manejo ambiguo de situaciones, también vuelve a mencionar el tema que mucho le preocupa: la mujer... pero su gran tema es el lenguaje. Escudriña a fondo el lenguaje del autoritarismo, del abuso del poder, del aplastamiento del débil, de la intolerancia.*<sup>5</sup>

Se incluyen también otros temas como la imposibilidad del amor, las difíciles relaciones humanas, el manejo del poder, la visión femenina, el psicoanálisis, la soledad, la conciencia y el humor. Precisamente es, siguiendo la huella de ése último, como encontramos *Entre Villa y una mujer desnuda*.<sup>6</sup>

*Entre Villa y una mujer desnuda* es una obra en cuatro actos; la historia gira en torno de una mujer madura que descubre su yo interior a partir de los problemas con suseudopareja. La división de los actos está íntimamente relacionada con el contenido significativo de la obra; el primer acto, dividido en 6 escenas, nos presenta la relación tempestuosa entre Gina y Adrián, los protagonistas; en el segundo, con 5 escenas, se presenta el problema existencial de esa pareja; la acción se acelera a causa de la angustia e inquietud interna de los personajes y la imposibilidad de contacto, de crecimiento se hace evidente. El tercer acto es el climático, por eso está constituido por una sola escena, para resolver el conflicto; finalmente el cuarto, usado como epílogo, tiene 3 escenas; aquí se abren y cierran posibilidades que cada personaje opta por resolver.

Dividiremos el análisis del texto en cuatro rubros principales: de inicio, la trama, para que el lector conozca los pormenores de la historia, así como el proceso de crecimiento y desarrollo del conflicto; esto nos lleva directo a la observación detallada de los personajes, nuestro segundo objetivo; como tercer aspecto, mostraremos el manejo del tiempo y el espacio; finalmente, analizaremos los signos que trabajan para sostener el texto y llegar al humor en la obra; éste último representa una porción formada por todos los elementos anteriores.

## II. La obra

*Entre Villa y una mujer desnuda* presenta una trama que, a simple vista, aparenta ser doble. Por un lado Gina, la protagonista, una mujer ejecutiva, divorciada y cuarentona se encuentra insatisfecha con la relación que lleva con un hombre también maduro y separado. Por el otro Adrián, el coprotagonista, un hombre inestable, historiador y mujeriego elabora una investigación sobre Pancho Villa para publicar un libro; su problema inicia cuando el personaje histórico cobra vida a través de la redacción de ese texto.

El asunto se presenta como metateatral: un plano es la vida de los personajes “reales”: la relación entre Adrián y Gina y el otro, que podríamos designar como secundario, es donde Pancho Villa injiere en la vida del personaje masculino. La superposición de planos logra que las tramas se fusionen hacia la mitad de la obra, a pesar de los tiempos, espacios, situaciones y personajes. Los momentos imbricados nos señalan entonces hacia dónde debemos mirar como espectadores: nunca perder de vista a Gina y a Adrián, Villa es sólo un metapersonaje. Por eso las dos historias se realizan a un tiempo, comparten el espacio. Una misma sala puede servir para escenificar un asesinato durante la Revolución o la discusión sobre el destino de la relación amorosa sin futuro. La escritura del libro sobre Villa camina paralela a la trama de la obra; cuando Adrián relata partes del libro o Gina mecanografía la historia, los pasajes aparecen en escena y los diálogos se comparten:

*VILLA: Es usted, de veras, requete bonita.*

*ADRIÁN: Era muy pero muy bonita.*

*VILLA: Es usted requete preciosa, que recondenada suerte.*

*MUJER: Tómese el té, mi general.*

*GINA: Y luego se duerme entre mis brazos.*

*MUJER: Y luego se duerme entre mis brazos.*

*VILLA: El general Villa sólo se duerme en brazos de la sierra y la noche abierta...*

*La Mujer extiende el brazo para tomarle la taza. Villa la observa. Con la mano con la que no sostiene la taza desenfunda la pistola. Mata a la mujer. Gina se queda boquiabierta*

*GINA: ¿Qué pasó? ¿Por qué la mató?*

*ADRIÁN: Porque tengo que irme... (pp.31-32)*

La historia entonces nos lleva desde la muestra de esa relación supuestamente “armónica” entre los dos amantes, hasta su doloroso rompimiento, pasando por todo el proceso de decisiones necesarias para llegar a la separación, lo que incluye uno que otro amante más, una que otra situación chusca.



Finalmente los personajes toman su camino y cuando la obra finaliza cada uno se hace consciente de su limitada o amplia situación.

El tratamiento de los personajes es muy interesante, porque Berman nos da vastas posibilidades para poder imaginarlos, aunque las únicas restricciones, por más abstractas que parezcan son elementos esenciales que no debemos perder de vista. Pueden ser altos, bajos o delgados; sin embargo deben poseer ciertos detalles que los hagan únicos. Esos pormenores se presentan a través de las acotaciones:

*Gina no tiene que ser especialmente atractiva, pero uno desearía de inmediato tenerla de amiga.(...) Adrián tampoco tiene que ser especialmente atractivo, pero cualquier mujer desearía invitarlo a cenar y averiguar si es cierta esa sensualidad que se le entrevé por la corteza sobria y áspera. (...) Andrea... tiene un encanto físico y una divertida tendencia mental a la ironía. (...) Ismael es un joven bien fornido... luce una desenvoltura que a veces se rebasa hasta la insolencia. (p.15)*

Los personajes, igual que la supuesta trama doble, se pueden clasificar en dos niveles: en el primero se encuentran Adrián, Gina, Andrea e Ismael (los “reales”) y en el segundo Villa, una mujer y doña Micaela, la madre de Villa (los “históricos, míticos, irreales”). Los del segundo nivel sólo existen y actúan a partir de la acción y pensamiento de los primeros.

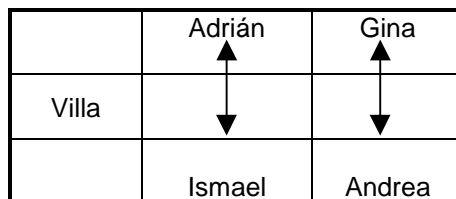
En su papel metateatral, Villa se entiende como la conciencia de Adrián, el macho, castigador y mujeriego conocido por los mexicanos a través de la historia oral y escrita que a veces raya en la leyenda. El peso de esa conciencia es tal que aunque Adrián trate, contra viento y marea, de demostrar su comprensión hacia la pareja, no puede librarse de la imagen de macho que le da seguridad y lo lleva por la vida demostrando su virilidad y principalmente porque el problema radica en que Gina es una mujer trabajadora, autosuficiente, independiente, segura, dueña de una fábrica, etc., que no necesita de un macho sino de un hombre a quien querer y quien la quiera, con quien compartir, con quien envejecer.

Sin embargo, aunque Villa le pertenezca a Adrián como conciencia, cuando Gina escribe sobre él le transfiere su sentimiento delicado y femenino, por ejemplo el llanto o la compasión. De ese modo Villa viene a mostrar esos sentimientos y deseos que los personajes se niegan a aceptar como propios, por un lado el machismo de Adrián y por otro la sensibilidad de Gina. Esto es, cuando Gina mecanografía parte del libro, la conducta de los metapersonajes es el reflejo del pensamiento de los personajes, por ejemplo, los deseos de establecerse con Adrián se ven reflejados en las ideas de doña Micaela y en su boca aparecen conceptos que son perfectamente compatibles con los de Gina: la mujer como reposo del hombre, el hombre como presencia constante en una relación, etc.:

*DOÑA MICAELA: ¡Jesús santo! (Se persigna) ¡Qué Pancho! Entonces como si ni una. Porque si son cinco, no hay quien le lleve de cerca el registro, m'hijo. No hay quien le cuide noche tras noche. No tiene con quien saber que va a morir en sus brazos...(p.39)*

Cada personaje tiene su contraparte: Gina frente a Andrea, su amiga y consejera; Adrián frente a Ismael un muchacho joven amigo del hijo de Gina. Estos pares van a servirle a la trama para enfatizar las virtudes y defectos de cada género, para que el espectador se vea reflejado y reflexione al respecto. También funcionan para la construcción del entramado emocional y diegético, pues la historia se construye a partir de movimientos dialécticos. Por eso las mujeres de la metahistoria son también la contraparte de las dos mujeres y Villa, a su vez, de los hombres. De modo que, las mujeres siempre aparecen como la constante amenaza para los hombres.

El esquema sería así:



Ismael entonces parece ser el elemento discordante y también amenazante para Adrián, Villa no lo toca, no significa nada para él, se podría decir que su *alter ego* no cae en las insinuaciones del machismo; por eso en realidad queda en medio, es el personaje ideal, la pieza que separa a los amantes y a la vez produce movimiento, por lo menos para Gina. Ismael siempre está presente señalándole las cosas que se niega a ver, por ceguera amorosa o por miedo. Cuando Gina, por ejemplo, está pasando en limpio un pasaje del libro de Villa, las acciones de la metahistoria se desarrollan en vivo; de manera imperceptible, Ismael se coloca en el centro, para constituirse en su papel de cuña entre las relaciones. Ismael está ahí, sin ver ni participar en la metasituación mecanografiada, señalando la posibilidad masculina de ser sensibles, un poder que obligará a Gina a ver, a sentir, a tomar decisiones:

*VILLA: No llore, amá, que entonces sí me quebra*

*Y se quiebra: Villa llora. Toma de la mesita de Gina la botella de tequila, bebe. Gina le toma la botella a Villa, y también bebe, igualmente llorando. Sin darse a notar, Ismael aparece de espaldas en el quicio de la cocina, está arreglando unas rosas rojas en un florero. p.(39)*

Y es precisamente cuando las amenazas se hacen reales que la conciencia machista recibe heridas reales:

*GINA: Adrián... Estoy enamorada*

*Larga pausa*

*VILLA: Ingrata...*

*Villa se vuelve. Trae una puñalada en la espalda.*

*ADRIÁN: General.*

*VILLA: No es nada, pinche cuchillito, orita me lo saco*

*...*

*ADRIÁN: ¿De quién?*

*GINA:...*

*VILLA: A ver si dan la cara, hijos de su madre. (p.59)*

La exacerbación de ese estira y afloja sentimental entre Gina, Adrián y Villa se presenta cuando Gina abandona finalmente a su amante, lo que da por resultado la muerte de Villa. La intensidad en la escena dramática sucede cuando el macho se rinde ante la mujer, le ruega y finalmente llora. Ahí acaba el *alter ego* villista: se muere de vergüenza. Adrián continúa en el desarrollo de la obra; pero con Villa muerto, las cosas se complican y cuando quiere vengarse de Gina acostándose con Andrea (precisamente por ser su contraparte pero por compartir el mismo género), aparece la imagen de un cañón que no puede elevarse y la bala cae en picada.

*Villa mueve la manivela para desplegar el cañón telescópico. Es inmenso, impresionante, cruza la escena entera. Villa prende la mecha del cañón... Dispara. Pero la punta del cañón se cae al suelo. (p.85)*

Esto se puede interpretar como autor implícito, en donde se dejan entrever pensamientos ya sea de un lado o de otro, femenino o masculino, y que vienen de una voz detrás de bambalinas. Berman deja ver los dos lados de la moneda, el joven con ideas de igualdad y el viejo machista; la mujer abnegada, insegura y la liberal e independiente, aunque al final del texto exista evolución en algunos personajes y se observen más reales. Por ejemplo, Ismael es el ejemplo claro de los deseos de Gina ¿o debíamos decir de Sabina Berman?:

*ISMAEL: Es que... en el fondo eso queremos los hombres: que alguien nos tumbe todas, todas nuestras idiotas defensas, que alguien nos invada, nos haga suyos; nos libere de nosotros mismos. Bueno, esa es mi experiencia. (p.44)*

Por esto podemos decir que las tres unidades aristotélicas tienen relación estrecha con Gina: la acción gira alrededor de ella, el espacio le pertenece, el tiempo representa el reflejo de su interior: lento a causa de su confusión amorosa y rápido cuando ya ha tomado la decisión de dejar a Adrián.

Gina le da especial significación al espacio; el único lugar representado es su casa, ahí llegan los amigos, recibe a su amante, convive con los personajes de la metahistoria. Es un espacio femenino que sólo le pertenece a ella. Por eso cuando sale de su casa hay un fallo eléctrico que causa un apagón, el espacio queda a oscuras así como los personajes que ahí se encontraban, el espacio pierde su sentido, se desvanece; de modo que cuando regresa Gina, también se restablece la luz. Esto se convierte en un signo dramático, Gina se lleva la luz consigo, la luz de la conciencia, de la decisión, de la mujer. Gina fuera de su espacio pierde su seguridad, sale del refugio al espacio masculino, donde tiene todas las de perder; esto nos recuerda el manejo del espacio en el teatro del Siglo de Oro, donde el adentro es femenino y el afuera es masculina, dentro la mujer protege su honor, fuera lo pierde.

En ese lugar hace el amor, sufre, llora, ríe y decide su vida. Los hombres se mantienen al margen y de igual forma que no pueden poseer a Gina, tampoco pueden apropiarse de ese espacio femenino. Al final, Andrea lo hereda, es decir, pasa de un personaje femenino a otro para continuar con el proceso de las decisiones femeninas vitales. Al final de la obra, Gina logra abandonar sus apegos, sus miedos, incluso su espacio y sale en busca de otro mejor, compartido, masculino y femenino a la vez.

Temporalmente, la obra es complicada y no por la fragmentación temporal sino por la yuxtaposición de planos a un solo momento. Los dos tiempos, el actual y el revolucionario se presentan al inicio de la obra en un mismo lugar, pero señalando su diferencia temporal. El desarrollo de la trama lleva a unir espacios y tiempos hasta que Villa se materializa como conciencia de Adrián. Villa pierde su temporalidad histórica (es decir la época de la Revolución Mexicana) y se trasplanta a la actualidad para compartir un mismo lugar y momento con su pupilo, para comunicarse y dialogar, para decirle cómo actuar frente a las mujeres. Es precisamente en el tercer acto cuando la acción se dinamiza, la aparición de Villa no es provocada por un libro o una narración, sino por el personaje masculino que lo trae a escena como su equivalente e inseparable compañero:

*ADRIAN: (En la histeria) Mira qué bueno, ya no. Está bien: ya no. Perfectamente ya no. Mucho gusto en haberte conocido. Ya no, ya no. ¡Vámonos!  
Adrián entusiasta porque “ya no”, abre la puerta para irse. Allí lo espera don Pancho Villa.*

*VILLA: Despacito, compañerito Pineda. Con calma. Con ternura ¿Pa'que las quiere si no es para la ternura? (p.58)*

La acción de la obra sucede de noche, excepto el tercer acto en donde se presenta el clímax; inicia durante la tarde y termina cuando ya ha anochecido para establecer un símil entre el final del día y el final de la relación entre Adrián y Gina. Podemos observar entonces que los personajes, el tiempo y el espacio están imbricados tan fuertemente que muchas veces es imposible el análisis por separado.

Ahora llegamos a los signos teatrales<sup>7</sup>. Primeramente los sonidos aparecen de manera sutil para cambiar de escena; durante el primer acto, el timbre de la puerta, el teléfono y la grabadora; durante el segundo, los relámpagos, y durante el tercero, aunque en menor medida, los boleros. Estas canciones adquieren importancia cuando se establece la relación entre su contenido (las letras), y lo que acontece en escena.

Los relámpagos no sólo organizan el paso de una escena a otra, sino que poseen un contenido semántico que el lector-espectador debe interpretar:

*ISMAEL: Hablo de tus insomnios, de los días en que no llegas al negocio, de cómo lo único que haces últimamente es copiar las cosas de ese tipo, hablo de que bebes como si te quisieras ir a la (Hay otro relámpago) (p.42)*

Por otro lado la iluminación, que también tiene que ver con el cambio de escenas, representa la presencia de la claridad mental. En el segundo acto encontramos que las escenas 3 y 4 son simultáneas en el tiempo, aunque continuas en su presentación. La luz es el elemento que las separa y Gina posee la capacidad de alumbrar la escena. La luz es entonces, como explicamos arriba, un signo teatral importante pues implica, por un lado, un cambio de escena, y por el otro, la necesidad de la presencia del personaje dentro de su propio espacio. Cuando Gina sale de su casa decidida a enfrentarse con Adrián la luz se apaga, Ismael y Andrea quedan a oscuras esperando a Gina; cuando finalmente llega, la luz se enciende de nuevo:

*5. En la oscuridad se abre la puerta. Entra Gina, sin cerrar la puerta. Choca contra un mueble tumbando un plato ruidoso: vuelve la luz (p.49)*

Finalmente, las rosas se convierten en un elemento simbólico para la conducta de Gina, primero porque las recibe de Ismael y luego las usa para desembarazarse de Adrián, constituyen el reflejo de la sensibilidad masculina, que para Sabina Berman, es posible y por el otro lado la línea final de la historia amorosa, la decisión de dejar a Adrián e Irse con Ismael.

## II. El humor en la obra

Las investigaciones de los teóricos determinan una relación entre el humor y la risa, entre el humor y lo cómico; por ello definen y manejan conceptos como chiste e hilaridad; sin embargo, el humor trasciende de estos estados que podríamos llamar primarios; el humor no se ubica en la superficie, no es sólo un estímulo de nuestros sentidos para producir reacciones como la risa, también provoca angustia y causa reflexión. El teatro de Sabina Berman precisamente se puede colocar aquí. La habilidad de la escritora se encuentra precisamente en que no sólo hace reír, también cuestiona, polemiza, debate sobre temas cotidianos, profundos y argumenta sus puntos de vista a través de la acción y de sus personajes.

Para Bergson el humor y lo cómico tienen los mismos efectos: hacen reír. Por ello se dice que entre la risa y el humor no existe frontera nítida.<sup>8</sup> Las investigaciones han demostrado que aunque la risa sea una reacción eléctrica, está producida por el cerebro, por la inteligencia; por ello se afirma que los humanos somos los únicos animales capaces de reír y, agregaríamos, principalmente de hacer reír.<sup>9</sup>

Sin embargo, si hablamos de manifestaciones del humor, encontramos tantas y tan diversas que sería muy difícil determinar una que lo abarque todo. Lo que queda claro es que el humor no sólo es una manifestación estética solamente, es una característica intrínsecamente humana y por ello es ambigua y contradictoria. No sólo está encaminado a la producción de risa o, por otro lado, a la simple agresión; puede causar diferentes estados sentimentales e intelectuales: sonreír, reír, posiblemente hasta angustiar o provocar el llanto. Podemos decir, por lo tanto, que el humor es un tanto anárquico pues se permite licencias lingüísticas, sociales y de otros tipos; por ello se dice que es más cercano a lo absurdo, a lo inesperado.

En el teatro existen varios mecanismos para la producción de la risa: la repetición, el esquema de la bola de nieve, la creación de personajes "tipo" y la personificación de las partes contrarias. En *Entre Villa* encontramos todos estos recursos, por ejemplo: la repetición de diálogos, de fragmentos, de escenas completas (como la 2 con la 5, la 6 del primer acto y la última de la obra). De inicio, el desconcierto que causan nos lleva directamente a la risa, sin embargo el contenido ideológico cae por su propio peso cuando nos internamos en la interpretación.

Las escenas repetidas, además de ser un instrumento humorístico establecen analogías: Villa visita a una mujer de clase alta para matarla y Adrián llega a ver a Andrea, la nieta de Calles, para seducirla. El servicio del té es el mismo, las dos mujeres actúan de la misma forma y sin embargo, los finales son diferentes: la mujer "perfumada antirrevolucionaria" muere a manos de Villa, y Adrián, con su ego muerto, queda mal con Andrea porque no puede tener relaciones con ella; su inconsciente lo ha traicionado: no puede dejar de pensar en Gina. El autor implícito está buscando explicar las incoherencias en la supuesta relación de pareja, la inconformidad de Gina, la animalidad de Adrián, a partir de la reiteración de sucesos, no cambia nada y peor aún los personajes se van sintiendo cada vez peor; por otro lado, la suplantación de personajes (Andrea por Gina) también nos lleva a pensar en el estatismo del personaje masculino, cambia de mujer (seudopareja) pero no ha superado el fracaso de su relación con Gina, mientras ella sí evoluciona, cambia y crece, él se mantiene igual, infeliz, entristecido, atribulado.

Si hablamos de la analogía entre Villa y Adrián como recurso humorístico debemos que tocar el punto de la caricaturización. Como dijimos antes, Villa es el *alter ego* de Adrián, pero exagerado. Ya no es el caudillo histórico, ahora es sólo una caricatura. Al final, no sólo es su conciencia, es su reflejo satirizado, el macho exacerbado que, contradictoriamente, está a expensas de los caprichos de una mujer. Cada desprecio de la mujer representa un balazo, hasta que el abandono determina la muerte irremediable. La muerte de Villa se produce en el momento en que Adrián cede, se sensibiliza y pierde sus defensas ante una mujer, para que el autor implícito pueda afirmar en boca de Ismael que los hombres necesitan que alguien "les tumbe todas -todas- sus idiotas defensas, que alguien los invada, los haga suyos." (p.44) y en ese caso sería una mujer.

En esta obra el esquema de la bola de nieve se observa, principalmente en la toma de decisiones de Gina, poco a poco se va enredando más y más en su confusión amorosa, hasta que finalmente, y ayudada por Ismael, decide dejar a Adrián y todo lo que va sucediendo a su alrededor se convierte en instrumento y herramienta del humor. El personaje tipo, por otro lado, se va construyendo a lo largo del texto y lo interesante aquí es que nace de la historia real, el general revolucionario Villa es el culmen del machismo mexicano, el mejor representante a través del tiempo, y en la obra poco a poco adquiere sustancia como conciencia de Adrián, hasta que se caricaturiza y se muere.

El humor es una entidad compleja que usa los mismos mecanismos que la comicidad, la ironía o la sátira para producir no sólo efectos de risa o sonrisa, sino también de reprobación, reflexión, catarsis e ilustración. Existe, entonces, una separación entre la risa física producida por efectos básicamente cómicos y la sonrisa intelectual causada por el humor. La risa se puede producir a partir de mecanismos muy simples, pero el humor necesita que tanto el emisor como el receptor compartan el mismo código, no sólo de lenguaje, también de conocimientos y experiencias, por lo menos, sociales. Por eso esta obra tiene como espectadores ideales a los mexicanos, porque el humor es una entidad social que se conforma con rasgos culturales, convenciones sociales, particularidades idiomáticas, vivencias históricas y educación. Seguramente sería necesario explicar muchos detalles a los espectadores de otros países pues no comparten nuestro código histórico o social, incluso lingüístico, no sólo por el castellano, sino por el habla específicamente mexicana.

El humor surge en el teatro, según lo afirma Hugo Argüelles<sup>10</sup>, a partir de Aristófanes, partiendo de la inversión de valores, la suplantación y la transposición. Para el siglo XX las investigaciones se dividieron entre la explicación psicoanalítica y la semántica del humor. Estos últimos años han servido para recapitular las ochenta teorías que aproximadamente existen sobre el término<sup>11</sup>; por eso Arthur Berger se ha dedicado a esquematizar y compendiar todo lo dicho, hasta obtener propuestas muy interesantes que veremos adelante con más detalle.

El principal objetivo de Berger fue hacer un esfuerzo por conjuntar a teóricos del humor como Jonson, Bergson, y Freud, entre otros, para establecer cuatro formas en las que se basa, primordialmente, el funcionamiento del humor:

- 1) la incongruencia
- 2) la agresión,
- 3) el sentimiento de superioridad, y
- 4) los signos y juegos del lenguaje.

La incongruencia dice que todo humor envuelve algún tipo de diferencias entre lo que se espera y lo que se obtiene, por eso tiene que ver con lo intelectual. El término puede poseer diferentes significados: inconsistente, caótico, informe y sin propiedades. El humor es, según Berger, una forma intelectual en donde se juega con lo que se espera escuchar o ver para sorprenderse con la aparición de lo contrario. En la obra de Berman esto se observa claramente. Gina espera cambios en su relación con Adrián pareciera que él tiene toda la intención de hacerlos. Aquí vemos el final de la segunda parte del primer acto:

*ADRIAN: Dije: está bien. Está bien. Está bien. Está bien*

*Adrián se aproxima*

*ADRIAN: Quiero una vida contigo . Eso es cierto. La vida contigo es buena.*

*Adrián la besa despacio. Se acarician*

*ADRIAN: Va a ser un niño de ojos grandes y despabilados.*

*OSCURO LENTO mientras siguen las caricias... (p. 52)*

Como espectadores le creemos a Adrián, sin embargo el inicio del siguiente apartado nos muestra que Adrián se desapareció tres meses y no piensa ceder ante las peticiones de Gina, de modo nos reímos de la desventura de Gina y cuando la historia da el giro, el objeto de burla será Adrián pues será abandonado por Gina y obviamente Villa se ocupa de ejecutar ese escarnio a pesar de estar del lado del personaje.

*ADRIAN: Gina... eres mi último amor...*

*VILLA: Qué va. Estamos heridos pero no juntos*

*ADRIAN: Nunca volveré a entregarme así*

*VILLA: Ya acabe con esto de una buena vez y me lleva al médico [porque está herido y sangrante]*

*GINA: Tal vez, si yo hubiera expresado mis deseos... Si no te hubiera dicho sí a todo, como dijiste antes...*

*[...]*

*VILLA: Qué agonía más lenta, hijos de su madre...*

*GINA: No Adrián, no llores Adrián*

*Otro balazo sobre Villa*

*VILLA: (Agónico) Qué ignominia.*

*ADRIAN: Estas lágrimas son de rabia (Respira con dificultad) A mí no me puedes hacer esto (Está sofocándose) A mí no. (p.67)*

El humor tiene como base lo cómico pero requiere mecanismos intelectuales, como el ingenio, para hacer reír. Freud decía que:

*El humor no resigna, desafía. Implica no solamente el triunfo del Yo, sino el principio del placer, que halla en él el medio de afirmarse, a pesar de las desfavorables realidades exteriores.<sup>12</sup>*

De modo que es principalmente expresión, es el efecto de diferentes causas, como la protección del "yo", la inseguridad, el simple deseo de placer, la necesidad de creación, etc. En este caso Adrián se trataba de proteger y quien paga los platos rotos es su propio *alter ego*, Villa. Y siguiendo las ideas de Freud el humor es entonces la manifestación más alta de los mecanismos de adaptación del individuo:

*El humor no es solamente algo liberado, como la broma o lo cómico, sino también algo grandioso y edificante: rasgos que no se encuentran en los otros dos tipos de obtención del placer por actividad intelectual. Lo que tiene de grandioso proviene sin duda del narcisismo y de la vulnerabilidad victoriosa afirmada del yo.<sup>13</sup>*

De ahí el ingenio de Adrián para poder salir del embrollo en que ha caído cuando Gina lo abandona: le extiende su libro que acaba de publicar y le dice que se lo dedicó, sin embargo cuando parece que Gina va a ceder de nuevo, se da cuenta que se lo dedicó ¡ a mano! ! Y esto detona el final.

*GINA: Ah, a mano. ¡Me lo dedicaste a mano! "A una querida amiga, apasionada como yo de Pancho Villa"*

*VILLA: No, está cabrón, güero.*

*GINA: NO Adrián ahora sí te voy a pedir que te largues.*

*VILLA: Mátela, no tiene remedio (p.69)*

El esquema entonces sería así:

Energía psíquica acumulada ----->liberación de material reprimido ----->produce risa

La catársis produce placer y lo que se guardaba en el inconsciente ha salido al consciente pero disfrazado, para evitar la culpa e inyecta al ego algo de seguridad. Todo comienza, según Grotjahn,<sup>14</sup> con la intención de herir, lo cual se reprime y se enmascara; por eso existen dos fuentes de placer la liberación de lo reprimido y el juego que se utiliza para hacer el chiste.

La represión libera energía ----->produce risa ----->libera satisfacción

*El humor es una alegría triunfante, representa la victoria del principio del placer.<sup>15</sup>*

El humor viene a ser el producto de un estímulo negativo que el individuo usa como mecanismo de defensa. Aunque al final, después de haber hecho el chiste, se encuentra con que se ha producido placer primero por defenderse, luego por ser ingenioso y finalmente por dirigir su agresión contra otro.

La agresión y el sentimiento de superioridad tienen que ver directamente con estas teorías psicoanalíticas. El humor puede partir de la negatividad de la existencia; el humorista busca los medios para salir del dolor, aunque no siempre sean de burla o desprecio. El acto humorístico tiene como finalidad reducir la importancia de esa negatividad. Es una forma de afrontar los problemas cotidianos y su desarrollo se debe principalmente a la creciente complejidad de la vida actual. Podemos ejemplificar diversas muestras esto. Adrián se siente amenazado por Ismael pues Gina se enamora de él, por tanto es su objeto de agresión:

ADRIAN: *¿De quién estás enamorada?*  
GINA: ...  
VILLA: *A ver si dan la cara, hijos de su madre*  
ADRIAN: *Del pendejito del arete, no sé para qué pregunto. El chamaco este tuberculoso y medio maricón. ¿Ezequiel?*  
GINA: *Ismael*  
*Una estampida. Villa salta y se vuelve. Tiene un balazo en la parte posterior del antebrazo.*  
VILLA: *Chinga'ó. Y yo aquí sólo con mi alma... (p.60)*

Villa como *alter ego* de Adrián es el primero que percibe el dolor del rechazo, sin embargo debe conservar su estatus de hombre macho, debe defenderse y “nunca rajarse”, el problema es que Adrián se rinde ante el dolor y con su patetismo mata a Villa. Obviamente el espectador no recibe ese momento climático de manera conmovedora, al contrario, está que se cae de la butaca de la risa.

GINA: *Adrián, por favor ya vete*  
VILLA: *Adrián por favor ya mátala...*  
*Adrián observa el lugar con extrañeza. Se aparta de Gina y Villa, se pasea nerviosamente.*  
GINA: *Adrián*  
VILLA: *Adrián*  
*Pausa*  
GINA: *¿Qué esperas Adrián?*  
VILLA: *¿Qué esperas Adrián?*  
*pausa*  
GINA: *¿Podrías ya irte? ¿Adrián?*  
VILLA: *¿Podrías ya torcerle el cogote, Adrián?*  
*Adrián corre hacia el ventanal y salta. Larga pausa. Gina corre al ventanal, lo cierra y se vuelve, boquiabierta.*  
GINA: *Pero si siempre he vivido en planta baja*  
*Villa se desploma, muerto por fin, de vergüenza. (p.71)*

El uso del lenguaje con motivos estéticos es uno de los aspectos más estudiados en los últimos años, en este terreno es muy importante la profundización en el humor porque estamos hablando en términos de comunicación. El humor verbal es el punto nodal de la obra porque él guía al espectador a lo largo de las peripecias de los personajes:

*Su gran tema es el lenguaje. Escudriña a fondo el lenguaje del autoritarismo, del abuso del poder, del aplastamiento del débil, de la intolerancia. En el fondo le interesa diseccionar el lenguaje de una sociedad que no ha sabido darle su lugar a la mujer.<sup>16</sup>*

La obra se erige sobre un ingenioso entramado lingüístico que no sólo caracteriza a los personajes (Villa, el macho mexicano; Adrián, el hombre conquistador; Gina, la mujer sensible; Andrea, la mujer fatal e Ismael, el hombre sentimental) también sirve para que el espectador se entere de lo que unos personajes piensan unos de otros. Al inicio Adrián, igual que Villa, es el macho que huye, que no se compromete, pero resulta humorístico cuando es Villa el pretexto para hacerlo:

VILLA: *Huyendo o atacando. Ese es el destino del macho, compañerita. (p.33)*

GINA: *¿Qué pasó? ¿Por qué la mató?*  
ADRIAN: *Porque tengo que irme.*  
GINA: *¿Por qué?*  
ADRIAN: *Porque tengo que irme.*  
GINA: *Quédate a dormir*  
ADRIAN: *Tengo que irme (p.32)*



Otro ejemplo:

*GINA: Bueno, no coincides con él políticamente, puedo aceptar eso. Pero como escritor*

*ANDREA: Ah, no, no, como escritor me parece notable su... su...*

*GINA: Estilo*

*ANDREA: No, no, su... su ortografía. Impresionante cómo pone los puntos y as comas. Con mucha virilidad, ¿no? (p.41)*

Berman retoma el habla característica del mexicano, por un lado regional, con interjecciones y refranes, como es el caso de Villa, y por el otro el habla de ciudad, con modismos y giros coloquiales que conllevan juegos de palabras y chistes:

*ADRIAN:... A mí él me tiene sin cuidado. Te digo: si lo amas a él, yo... lo acepto*

*VILLA: 'Ta cabrón, cabrones. Ora es desde nuestras mismas juerzas que disparan(p.61)*

La caracterización de Gina, sus sentimientos, pensamientos y presencia sería otra muestra, pero si hablamos de humor, también encontramos los dobles sentidos encubiertos por su inocencia, lo que permite que el efecto humorístico tenga mayor fuerza:

*GINA: (Lánguida, melancólica, melodramática) Ismael*

*ISMAEL: ¿Si, si?*

*GINA: Ismael, acércate...*

*ISMAEL. Sí*

*GINA: ... y enséñame tus cubitos...*

*Ismael se arrodilla junto a la mesita baja*

*OSCURO LENTO (p.35)*

La sexualidad y sensualidad de Gina unidas con el humor es una muestra del ingenioso manejo del lenguaje de Sabina Berman:

*GINA: Le abro la puerta. Hay cierto ritual. Le abro la puerta, se queda en el umbral, me mira, me mira. Me mira... luego se acerca: me besa. (Se toca los labios)*

*ANDREA: Tú a él no*

*GINA: No. Tiene que pasar un momento o dos o tres, antes de que algo... algo: el sentimiento, me regrese a la memoria. Entonces subo la mano a su cabello y... hasta entonces se me abren.*

*ANDREA: Se te abren... (?)*

*GINA: Los labios. La crema. Se me olvidó la crema. (Sale a la cocina...)*

*ANDREA: Los labios ¿Cuáles?*

*Suena la campanita de la puerta principal (p. 19)*

Y esta escena nos lleva directamente a pensar en los albuces mexicanos, en los dobles sentidos principalmente sexuales, en donde los signos están totalmente identificados por el espectador. De modo que los diálogos se unen con la teatralidad creando toda una escena erótica, a pesar de que sólo es un relato y no lo vemos escenificado:

*ANDREA: Directo a (Hace un gesto que implica hacer el amor) Eso es lo que se llama un hombre directo. Aunque dices que ya dentro de la cama es menos... O más... bueno ¿cómo dices?*

*GINA: No, ya dentro es... ay Dios... (Vierte la crema desde quince centímetros de altura, larga y lentamente) Ya dentro es...*

*ANDREA: ¡Mmmmm! ¡Mmmmm! Así está bien (de crema), gracias.*

*GINA: La Gloria Andrea. Ya adentro es la Gloria.*

*ANDREA: ¿Entonces cuál es el problema...?*

*GINA: Es cuando llega.*

*ANDREA: Claro, cuando llega.*

*GINA: No, cuando llega aquí al departamento*

*ANDREA: Ah, aquí al departamento... (p.20)*

La presencia de juegos de palabras, la ambigüedad y el doble sentido del lenguaje cotidiano mexicano le da sal a los diálogos y, sobre todo, refleja nuestro verdadero modo de ser o por lo menos la idiosincrasia que el autor implícito está mostrando y criticando a la vez:

*DOÑA MICAELA: ¿Y cuántos son ya mis nietos?*

*VILLA: Muchos.*

*DOÑA MICAELA: ¿Cuántos?*

*VILLA: Pos así, ciertamente... Cien... Ciento... Pos siento mucho no poder sacar las cuentas...(p.39)*

La evolución de la obra también está dada por diálogos astutos que inyectan velocidad a la acción y logran que el espectador se mantenga interesado, no sólo por el desenlace de los acontecimientos sino por las ocurrencias de los personajes:

*ADRIAN: Me muero si un día me dices: no, ya no, ya nada.*

*GINA: O si tú ya no llamas: yo me muero.*

*ADRIAN: No, yo me muero.*

*GINA: Está bien: si no me llamas, muérete. (p.22)*

Buscando otras vías del humor en la obra, llegamos directamente a la teatralidad. Por ejemplo los accidentes, como caídas, persecuciones y bailes.

Por otro lado la superposición de planos explicado anteriormente, también es un juego de la teatralidad, el humor se observa precisamente como llamada de atención al espectador: existen dos escenas, dos espacios, un sólo tiempo, la risa se detona cuando es quien observa el único que se puede pecar de ello:

*1. Aún está oscuro. Gina en su bata japonesa, sentada para escribir en máquina, consultando una libreta de Adrián.*

*[...]*

*Gina enciende un cigarro: Villa se alarma*

*VILLA: ¿Qué carajos...?*

*Gina exhala un chorrillo de humo sobre Villa*

*VILLA: Ah: hasta aquí llega el humo del campo de batalla (refiriéndose al tecleo de la máquina de escribir) Sí, como ese traqueteo: la maldita metralla... (p.37)*

De igual forma que es difícil desligar el tiempo del espacio escénico, es complicado hacerlo con el humor verbal y la gestualidad. En esta trama la ligereza es otorgada por los diálogos, sin embargo, existen escenas en donde los parlamentos no tienen sentido sin el movimiento, de modo que estamos en presencia del humor no verbal, del humor teatralizado:

*GINA: ...para siempre ¿Me oyes? Se acabó para siempre. (Intenta golpearlo con las rosas, pero él esquiva el golpe y ella desequilibrada, cae al piso.)*

*(Incorporándose). Puta; el tacón (Adrián se agacha para recoger el tacón que se saltó del zapato.)*

*GINA: A ver, tate quieto cabrón*

*ADRIAN: Tu cara Gina... tienes la cara herida. (Gina se palpa la cara: tiene trazos de sangre)*

*GINA: Es sólo sangre, Adrián. A ver, quédate quieto ahí cabrón.*

*Adrián obedece, se queda quieto bajo el paraguas, mientras Gina se pasea frente a él calculando el golpe. Le tira las rosas en la cara y gira en redondo y se va caminando - cojeando - bajo la lluvia...(p.47)*

Podemos concluir que el humor en esta obra se basa principalmente el lenguaje: humor verbal y en la teatralidad: el humor no verbal, ya sea por separado o articulado uno con otro. También podemos decir que de este recorrido se desprenden principalmente tres funciones del humor en *Entre Villa y una mujer desnuda*:

- a) El humor como efecto producido por el sentimiento de superioridad y agresión (Satisfacer instintos humanos como la venganza, la represión del otro, la defensa del yo, el miedo, etc.)
- b) El humor para reducir la importancia de la adversidad humana. Berman no minimiza la importancia de las relaciones (aunque éste nos lleve directamente al siguiente)
- c) Como herramientas de reflexión (funciona como espejo, a veces paradójico, para reconocer nuestras virtudes, pero sobre todo nuestros defectos)

Aquí nos alejamos de los absurdos de Arreola o Liera, pues el objetivo de Berman es lograr que el espectador se reconozca dentro de su propia realidad, no hay magia, ni surrealismo, pero si hay una lectura entre líneas que nos lleva a una profunda reflexión; hay un humor que nos caracteriza como mexicanos encabalgados entre dos siglos, hay instrumentos humorísticos que nos dan frentazos para reconocer nuestras fallas, nuestras debilidades, nuestros defectos. Hay detonantes de la risa que traen espejos a cuestas, para mirarnos, para reconocernos, para cambiar.

Berman plantea su postura ante las relaciones humanas, ante la pareja, ante el compromiso y la igualdad de géneros; pero nunca cae en el feminismo acendrado, mucho menos en el odio hacia el hombre; simplemente muestra la fragilidad humana, tanto de unos como de otras, expone nuestra debilidad que permite que el miedo nos arrastre y abortemos nuestra felicidad con el otro; según Berman, necesitamos primero estar seguros de nosotros para luego comprometernos con otro (que haya cumplido igualmente con el mismo proceso de autoconocimiento), saber lo que queremos, confiar en nosotros mismos y así, poder ser felices. El futuro no existe, no sabemos si Gina e Ismael fueron felices, sabemos que Adrián no lo es, no sólo porque perdió a Gina, sino porque no se conoce, no se tiene confianza, basa su seguridad en principios endebles, añejos e inservibles. Berman, plantea, como en muchas de sus obras, que la felicidad es posible, pero que se necesita voluntad y empeño para librar la batalla contra el miedo y como premio ser uno mismo.

---

#### Bibliografía y referencias

<sup>1</sup>Datos obtenidos del *Diccionario de autores mexicanos* editado por el Instituto de Investigaciones filológicas de la UNAM en 1985.

<sup>2</sup>Un término creado por Guillermo Serret durante los ochenta cuando la UAM apoyó con publicaciones e instalaciones a un grupo de dramaturgos, incluidos Berman, Liera y Urtusuástegui, entre muchos otros. Rascón Banda. "Nueva Dramaturgia Mexicana" en *LATR*, spring, 1985, p.89.

<sup>3</sup> Zabalegui, Roberto. "Sabina Berman y el lenguaje de la mujer" en *Escénica*, nov-dic.1991, núms. 8 y 9, pp.25-27

<sup>4</sup>Ronald Burgess. *The new dramatists of Mexico*, U.P. of Kentucky, 1991, p.91.

<sup>5</sup>Zabalegui, "Art.cit"., p.25

<sup>6</sup>La edición usada es de editorial Gaceta, colecc. Escenología, México, 1994.

<sup>7</sup> Concepto de la semiótica para designar aquellos objetos, situaciones, personajes, cosas, etc., que se pueden interpretar a partir de la articulación entre significado y significante; en el teatro son de suma importancia pues nos llevan a leer todas las posibilidades de interpretación expuesta de manera implícita por el autor.

<sup>8</sup>Bergson. *La risa*, Barcelona: Orbis, 1975.p.88

<sup>9</sup>Changueux, Jean Pierre. *Neuronalman*, Oxford: University Press, 1985, cap IV.

<sup>10</sup> Argüelles, Hugo " Variaciones sobre el tema del humor" en David Magaña *Humor y comicidad en México*, México: Universidad pedagógica nacional, 1991.

---

<sup>11</sup>Berger, Arthur. *An anatomy of humor*, New Jersey: Transaction publishers, 1993, p.57

<sup>12</sup>*Ibid* p.21.

<sup>13</sup>Cfr. Freud. *Obras completas*, vol.4, 1969, p.278.

<sup>14</sup>Grotjahn, *Psicología del humorismo*, Madrid: Morata, 1957. Grotjahn es un seguidor de Freud, obviamente psicoanalítico.

<sup>15</sup>*Ibid*, p.31

<sup>16</sup>Zabalegui, R. "Art.cit.", p.26

## IRONÍA Y LITERATURA EN MONTERROSO

La novela *Lo demás es silencio* del escritor Augusto Monterroso es un asalto, nos toma para después soltarnos al humor sin aviso. Conduce a pensar la ironía como una máquina silenciosa donde las palabras atrapan y, no se sabe justo en qué momento, uno como lector sonrío. Frente al texto escribible se establece su valor negativo –dice Roland Barthes-, lo que puede ser leído pero no escrito: lo legible[1]. La ironía cumple esta apuesta, puede ser leída como tal o pasar desapercibida, éste es su valor lúdico que si no es muy evidente, no será visto por todos.

Augusto Monterroso, autor guatemalteco que vive en México desde 1944 nos invita a mirar de frente la ironía, a sonreír de manera maliciosa con sus fábulas, cuentos y novelas. Sus obras, reconocidas a nivel internacional, tienen la virtud de una brevedad compleja que dialoga con infinidad de textos.

El propósito de este ensayo es compartir con ustedes la literatura de Augusto Monterroso y la ironía como un acto de experimentación lúdico en su novela *Lo demás es silencio*, y a partir del texto revisar el concepto de ironía desde los planteamientos de Gonzalo Díaz-Migoyo, quien marca al menos tres requisitos indispensables para que la ironía se produzca, y de Jonathan Culler, considerando su propuesta de diferenciación entre una ironía verbal y una situacional que se mostraran con algunos pasajes de la novela. Finalmente presento cómo en la construcción de un alter ego, el personaje Eduardo Torres, Monterroso ironiza sobre sí mismo.

*Lo demás es silencio* tiene como tema central la vida y obra de Eduardo Torres, filósofo y crítico literario de San Blas y sus alrededores. El libro inicia rompiendo esquemas, un epitafio hace de epígrafe para inducir al lector a un homenaje póstumo verdadero, idea permanente a lo largo del texto; aunque como última broma en el *addendum*, está escrito “Punto final” por Eduardo Torres que expresa su agradecimiento ante la recopilación de sus escritos y se siente conmovido porque la editorial Joaquín Mortiz (de la primera edición) y su director le han pedido autorización para que salga a la luz pública todo lo dicho por el autor, Augusto Monterroso.

En la Primera parte aparecen los testimonios de quienes conocieron a Eduardo Torres: un amigo, su hermano Jerónimo Torres (escritor que se anexa a la bibliografía), su secretario Luciano Zamora y la entrevista literal a su esposa. La Segunda parte son los textos que el compilador selecciona para

mostrarnos la obra de Eduardo Torres, donde se hace patente el alter ego de Monterroso a través de ensayos, fábulas y ponencias.

La Tercera parte está compuesta por una “breve” selección de aforismos, dichos, refranes y apotegmas presentados por un nuevo heterónimo de Monterroso, Manuel Carrasquilla. La Cuarta, corresponde a las llamadas colaboraciones espontáneas que en realidad constituyen una burla del análisis literario al analizar el soneto “El burro de San Blas (pero siempre hay alguien más)”.

Como si fuera poco Monterroso también ironiza sobre la presentación formal de las publicaciones porque incluye una bibliografía de textos que existen pero no están referidos en el libro a excepción del escrito por uno de los personajes, un índice de nombres que sí puede localizarse y un listado de abreviaturas ridículo dado su uso común (Dr., doctor; etc., etcétera; Sra., señora).

Con estas características es difícil no recurrir a la ironía como aquella “figura retórica que consiste en dar a entender lo contrario de lo que se dice” en la definición de la Real Academia, y como recurso literario que pretende, dejar a la vista de quien así lo decida, la construcción de un sentido alterno generalmente para ridiculizar lo dicho.

Para Gonzalo Díaz-Migoyo esta disyuntiva de la palabra escrita, entre lo que se dice y lo que se quiere decir, cumple con al menos tres requisitos:

1. tiene una engañosa apariencia de verdad
2. debe tener una posible contradicción de hecho, es decir, tiene que ser creíble pero no tanto que no pueda causar una incongruencia
3. a pesar de la incongruencia debe seguir manteniendo su apariencia de verdad y conseguir con ello, una significación paralela. [2]

Los requisitos enunciados pueden mostrarse en la novela de Augusto Monterroso si incluimos además, la perspectiva teórica de Jonathan Culler, que considera dos formas de ironía:

### **Ironía Verbal**

La ironía verbal depende de las expectativas que permiten al lector percibir la incongruencia entre un nivel manifiesto de *vraisemblance* [3] y otro en el que el significado literal podría interpretarse como irónico.

De esta manera, aunque la ironía dependa, en cierta medida, de la interpretación del lector, es necesario buscar indicadores semánticos, entre los cuales están: la superabundancia de detalles, la heterogeneidad del catálogo de la enumeración, la mezcla de lo general y lo específico [4].

En el texto de Monterroso podemos encontrar los siguientes ejemplos:

a) La mezcla de lo general y lo específico

... el Heraldo de San Blas, rotativo que, como la luz de esas estrellas que los astrónomos registran en su telescopio después de millones de años de extinguidas, sigue iluminando hogares samblasenses aún después de quince o veinte minutos de leído[5].

Aquí se aprecia cómo se utilizan términos de la literatura científica para finalmente contrastar los “millones de años” con los quince o veinte minutos de influencia que puede tener el Heraldo de San Blas.

b) La adjetivación impropia como característica de la ironía

... como el mismo E. Torres diría más tarde en *inolvidable oportunidad* que mi memoria *me impide recordar* en éste o en cualquier momento[6]

Contradicción en los adjetivos, lo *inolvidable* que no puede recordarse.

c) La ironía entre paréntesis y utilizando el recurso de la enumeración infinita para explicar cómo se dio nombre a San Blas, lugar de donde son oriundos los personajes.

La historia cuenta que Pedro de Enciso creyó hasta su muerte que en ese cerro había oro, así

...(los niños de la escuela saben que antes de expirar atravesado por la espada de su entrañable amigo Luis de Olmedo, quien más tarde fue hecho ahorcar por Diego de Duero, muerto por pelota de arcabuz cuando la deserción de Fernando de Oña, fallecido a su vez a consecuencia de la gangrena producida por la puñalada que le propinó su cuñado el famoso regidor Velasco en ocasión del levantamiento de Anselmo de Toledo que culminó con el degüello de los diecinueve traidores que siguieron la suerte de su jefe García Diéguez de Paredes, natural de Huelva, el célebre “Manos de Plata”, llamado así por su reconocida habilidad y buena mano para preparar el mejor chorizo de Huelva que se había comido en el Nuevo Mundo; los niños de la escuela saben, repito, que antes de expirar, Pedro de Enciso se incorporó trabajosamente en su lecho...) [7].

La enumeración y abundancia de detalles combinados dan por resultado esta suerte de maraña que pretende olvidar cuál es el sujeto del enunciado y que finalmente no explican el gentilicio.

d) Las listas que parecen tener orden: el alfabeto y la libre asociación que incluye lo popular, la ironía de presentar cualquier ocurrencia.

La etapa infantil se cierra con cierta curiosa y repentina regresión a la falta de control de esfínteres, atribuida entonces por miembros de la familia a las siguientes causas: a) falta de carácter; b) capricho; c) afán de molestar; d) sobra de carácter; e) frío; f) afán de llamar la atención; g) herencia paterna; h) herencia materna; i) falta de afecto; j) imitación de otros niños; k) mimo excesivo; l) calor sofocante; m) razones desconocidas; n) exceso de bebidas refrescantes, en su caso; o) exceso de comidas irritantes, en su caso; p) temores nocturnos; q) insomnio; r) sentimiento de abandono; s) fatiga; t) agresión; u) rencor contenido; v) simple deseo; w) alegría en el ambiente, x) nueva etapa anal; y) fantasía; z) todas estas causas juntas [8].

Al enlistar las causas, Monterroso recurre a lo popular, a las explicaciones psicológicas y finalmente a la herencia como explicación entre las familias para las situaciones imposibles de solucionar. Monterroso utiliza el sentido común para ironizar lo que pasa, de esta manera usa un escritor público (el saber popular y la costumbre) que provee razones necesarias e innecesarias.

### **Ironía situacional**

La ironía situacional se activa por la manera en que nosotros recuperamos los hechos, por el contexto. Culler propone que hay una lectura irónica si entran en contradicción nuestros modelos de comportamiento, si las expectativas sobre el género o los personajes no se cumplen y, más aún, si el texto nos invita a leerlo irónicamente [9].

En *Lo demás es silencio*, la ironía situacional está marcada notoriamente en la Tercera parte de la novela: dichos, refranes, apotegmas y aforismos tienen dedicatoria, contextualizan y critican las circunstancias de los escritores a quienes están dirigidos. Monterroso hace una aforística irónica que se puede concebir como creación literaria al interior del mismo texto, el juego de palabras se vuelve sentencia, recurre a elementos de negación, contrastes, contradicción, yuxtaposición y ampliación de sentidos.

Por ejemplo, el autor construye una especie de diccionario con apotegmas de los que se conocería mejor su sentido, si se enmarca la situación como un recado directo para el escritor que se cita.

#### **MUERTE (LUCHA CONTRA LA)**

Hasta hoy lo mejor contra la muerte es tratar de mantenerse vivo el mayor tiempo posible, siempre que no se haga un esfuerzo tan fuerte o prolongado que dé al traste con la idea original.

El Heraldo, "Dos o tres textos de Juan Rulfo"[10]

La alusión a las obras "El llano en llamas" (1953) y "Pedro Páramo" (1955) de Juan Rulfo es evidente, en éstas la muerte es personaje, idea y tema central. El título del supuesto artículo es también una referencia directa a la producción literaria de Rulfo.

### **Ironía en la construcción de un alter ego**

Quizás la característica más importante de la ironía es su capacidad de crítica aguda de la que no escapa ni el que ironiza. Augusto Monterroso hace gala de dicha cualidad, se ríe de todos, incluso de sí mismo. En un apartado especial, la novela presenta una crítica a *La oveja negra y demás fábulas*, el texto



se encuentra en la Segunda Parte del libro con las “selectas” de Eduardo Torres, se incluyen varias fábulas: “Día mundial del animal viviente”, “De animales y Hombres”, además de otros textos que ironizan tenazmente las ediciones críticas y los trabajos filológicos.

Monterroso se convierte en personaje del personaje que escribe a través de la crítica de sus textos

Pero no nos alejemos de nuestro tema, que, como puede suponerse, también tiene lo suyo. Decíamos que Monterroso va piano; pero debemos añadir que su parquedad corre pareja con su lentitud. De donde resulta que no sólo nos hace esperar sino que cuando se decide y nos da, nos da poco en cantidad. [11]

Incluso el comentario final de Eduardo Torres es “En cuanto al autor, sé, pues lo conozco desde hace años, que goza de cierta fama de burlón que (y perdónenme) no acaba de gustarme.”[12]

Monterroso escribe y sus personajes escriben sobre él. Esta eventualidad es para Barthes una incertidumbre irónica, en tanto “no detiene el juego de los códigos de manera que nunca se sabe si es responsable de lo que escribe; pues el ser de la escritura es impedir que se responda a esta pregunta: ¿Quién habla?”[13]. Pregunta vigente a través de toda la novela, contundente en la Cuarta parte donde se analiza el soneto “El burro de San Blas (pero siempre hay alguien más)” que mantendrían los siguientes supuestos:

- a) que el objeto del epigrama es Eduardo Torres
- b) que conozco al autor del epigrama
- c) que el autor del epigrama soy yo
- d) que el autor del epigrama es Eduardo Torres
- e) que el objeto del epigrama soy yo. [14]

Malabar o juego de espejos donde se refleja el oficio del escritor que permite a sus personajes pasear de un libro a otro, citarse como autoridad de dicción en otros libros y en las entrevistas, por ejemplo: Eduardo Torres aparece como epígrafe en *Movimiento perpetuo* y sirve también en una entrevista de *Viaje al centro de la fábula* para que Monterroso responda, de manera irónica, cuando le preguntan acerca de la “calidad inferior” de la literatura de humor “no han leído a Aristófanes, a Horacio, a Juvenal, a...Valle Inclán, a Joyce, a Kafka, a Eduardo Torres o a Borges” [15]

## Conclusiones

Augusto Monterroso anuncia un placer del texto, un acto de experimentación creativo y lúdico, de tal forma que siguiendo a Michel Foucault, no se trata de reírse del personaje loco sino de aprender a reírse, con él, de todo [16].

En la obra del autor que nos ocupa, las imágenes ofrecen la ironía como metáfora concreta, no podríamos decir que desarrolla una teoría de la ironía, sino, más bien, continúa de manera renovada, formas postuladas por autores clásicos de la sátira y la ironía. Lo consigue a través de la negación deliberada de la forma y la desestructuración de los conceptos sobre hechos que toca en sus textos.

La ironía en *Lo demás es silencio*, asesta un fuerte golpe a la “institución” del hombre de letras académico, tal vez sea éste el proyecto del libro. La ironía verbal y situacional se mezclan, como lo hemos mostrado a través de las páginas de la novela, en un continuo juego dónde lo literario aflora desde el extremo de su negación, en la crítica que también como un juego se convierte ella misma en literatura.

Monterroso lúdico, fabulista y con-fabulista se une a Eduardo Torres para conspirar y ponerse su armadura bufona haciendo frente a los molinos de viento de la tradición.

En todo caso, Monterroso se divierte.

## Referencias

- [1] Barthes, Roland. *S/Z*, Madrid: Siglo XXI, p. 2
- [2] Díaz-Migoyo, Gonzalo “El funcionamiento de la ironía” en *Humor, ironía y parodia*, Madrid: Fundamentos, 1980
- [3] La *vraisemblance* nos permite definir los distintos modos de examinar una obra o de ponerla en contacto con otros textos y así saber cómo se naturaliza.
- [4] Culler, Jonathan. *La poética estructuralista*, Barcelona: Anagrama, 1978, p. 223
- [5] Monterroso, Augusto. *Lo demás es silencio*. México: Era, 1991, p. 23
- [6] *Ibidem.*, p. 29
- [7] *Ibidem.*, p. 24
- [8] *Ibidem.*, p. 28
- [9] Culler, op. cit., p. 223
- [10] Monterroso, op. cit., p.147
- [11] *Ibidem.*, p. 117
- [12] *Ibidem.*, p. 175
- [13] Barthes, op. cit., p. 117
- [14] Monterroso, op. cit., p. 160
- [15] Monterroso, Augusto. *Viaje al centro de la fábula*, México: Era, 1989, p.93
- [16] Foucault, Michel. *Las palabras y las cosas*, México: Siglo XXI, 1998

**La incertidumbre de ser madre en *Lola de Beatriz y María Novaro*.** Maricruz Castro Ricalde, Departamento de Comunicación y Humanidades, campus Toluca, ITESM.

En toda la obra cinematográfica de María Novaro y en la experiencia de escritura vivida junto con su hermana Beatriz, la mujer es una constante, en sus diversas vertientes: la búsqueda de su identidad, la maternidad, la ausencia de la pareja y su interacción con la ciudad de México. En sus primeros largometrajes, *Lola* y *Danzón*, la paternidad prácticamente no existe. Las protagonistas de esos textos, Lola y Julia, viven su maternidad solitariamente y esto constituye una oportunidad para plantear cuál será su posición como mujeres. A través del cuestionamiento sobre qué es ser madre, Lola emprende un viaje hacia sí misma, *leit-motiv* recurrente en la obra de las Novaro (en *Lola* y *Danzón*, hay un desplazamiento de la ciudad capital hacia la costa; en *El Jardín del Edén* se ilustra el desplazamiento de los personajes hacia la frontera norte y en *Sin dejar huella* hacia la sur). En todos los casos se proyecta un movimiento hacia los márgenes, los cuales deben ser reconocidos, antes de que los sujetos puedan tomar conciencia de su identidad. La mirada de las hermanas Novaro dista, así, de parecerse al sinnúmero de historias del cine mexicano en donde la madre es una santa o cuya imagen es completamente omitida y sustituida por prostitutas o ladronas de hogares. Nuestra lectura del texto de María y Beatriz Novaro, publicada en el libro colectivo *Territorio de Leonas. Cartografía de narradoras mexicanas de los noventa*, gira en torno de la idea de la pluralidad subyacente en el personaje protagónico de *Lola*, alejado de un modelo cultural basado en la bipolaridad, en las oposiciones bueno/malo, correcto/incorrecto, aceptación/rechazo y, paralelamente, se analiza el vínculo cuerpo urbano/cuerpo del sujeto en la constitución de la maternidad.

## **MITO, HISTORIA Y HUMOR: ENTRE PANCHO VILLA Y UNA MUJER DESNUDA DE SABINA BERMAN.**

Maricruz Castro Ricalde, Departamento de Comunicación y Humanidades, campus Toluca, ITESM.

El propósito de este texto es fijar la vinculación entre género e Historia, al demostrar que los significados de ésta son también un producto de una construcción cultural. En la película que analizamos, *Entre Pancho Villa y una mujer desnuda* (1996), el humor y los recursos cinematográficos son procedimientos gracias a los cuales Sabina Berman debilita estereotipos y da voz a sujetos casi siempre silenciosos y/o silenciados. La película lima las diferencias de las duplas presentadas (Historia/historia, machismo/visión de género, pasado/presente) al cuestionar el poder conferido a los mitos. En el desdoblamiento de la figura de Pancho Villa se separa al ser humano del personaje histórico, pero también (y al mismo tiempo) se desacraliza la labor del historiador y el poder del discurso historiográfico. De esta forma, la Historia es puesta en duda como generadora de verdades totalizadoras y únicas, y propone al Arte como el intersticio a través del cual es posible ver más allá de los discursos oficialmente aceptados. En *Entre Pancho Villa y una mujer desnuda*, la vida privada se impone a la vida pública y se recupera el silencio de las otras voces de la Historia. A la permanencia y el orden de la Historia se opone la gratuidad del humor y su gozosa anarquía. El humor que permea todo el filme provoca una situación de extrañamiento en el espectador que le permite distanciarse de aquello que ha naturalizado y, puesto en perspectiva, lo invita a desmontar los sustratos culturales que lo conforman. Se pone en relieve la incoherencia de ciertos hábitos, conductas y pensamientos del pasado, al comprender que es tan fragmentario e imperfecto como el presente; enfoque contrario al del mito que apuesta por la intemporalidad y la sacralización.

**Área: Ingeniería**  
**Coordinador de área: Dr. José Arturo Ortiz Peralta**

**Temas varios en ingeniería industrial, sistemas y manufactura**  
**Coordinadora de mesa: Dra. Ileana Castillo Arias**

# PERCEPCIONES ACERCA DE CAMBIO EN LA CULTURA ORGANIZACIONAL EN LAS EMPRESAS DEL VALLE DE TOLUCA

Cuahtémoc Olmedo, Karla B. Valenzuela<sup>1</sup>

Las organizaciones necesitan líderes que puedan organizar y monitorear sus recursos, y que además puedan traducir su visión en objetivos específicos, ya que los datos de numerosos estudios demuestran colectivamente que, en muchas situaciones, los comportamientos que muestran los líderes son irrelevantes para el desempeño organizacional. (Robbins, [1]). Esto ha hecho que muchos administradores no sólo se concentren en modificar su comportamiento y los sistemas operacionales de sus empresas, sino que busquen la forma de preparar a los empleados para aceptar estos cambios. Es decir, que traten de modificar la cultura de la organización.

En este estudio se hizo una revisión bibliográfica y se evaluaron algunas hipótesis generadas a partir de esta revisión. Los resultados del análisis estadístico señalan que las relaciones más importantes en el cambio cultural corresponden a los factores *pertenencia de la persona que genera el cambio, presencia de un industria altamente competitiva, realización de un diagnóstico, reforzamiento de comportamiento y colocación de los individuos en situaciones nuevas*. Por razones de espacio no se incluye la descripción de todos los instrumentos ni todos los resultados, enfatizándose solamente los más relevantes.

Palabras clave: Cultura Organizacional, Cambio Cultural, Cultura de calidad

## 1. Introducción

La pregunta fundamental de este estudio es: ¿cuáles de los factores que frecuentemente aparecen en la literatura influyen en el proceso de cambio cultural para las empresas del área de Toluca?

## 2. Marco Teórico

Una cultura organizacional que se ha establecido puede mantenerse a través de diferentes formas. Según Kotter [2] los miembros de una organización pueden analizarse de acuerdo a qué tan bien sus valores y comportamiento se adecuan a lo que la organización quiere. Además, los líderes actúan de forma que ejemplifican la cultura de la organización y sus ideales.

---

<sup>1</sup> Dr. Cuahtémoc Olmedo Bustillo. profesor titular ITESM Campus Toluca, [colmedo@campus.tol.itesm.mx](mailto:colmedo@campus.tol.itesm.mx)  
M.C. Karla B. Valenzuela Ocaña, profesora de cátedra, ITESM Campus Toluca, [kvalenzu@campus.tol.itesm.mx](mailto:kvalenzu@campus.tol.itesm.mx)

Cada miembro nuevo en un grupo aporta un marco cultural adquirido de otros grupos, pero a medida que el grupo desarrolla su historia compartida, se generarán modificaciones a sus supuestos o se crearán nuevos (Schein, [3]). Según Schein [3], la cultura básicamente proviene de tres fuentes, siendo el más importante el impacto de los líderes.

Kotter [2] establece que las crisis pueden forzar a un grupo a reevaluar algunos de sus valores y prácticas; y nuevos retos pueden llevar a la creación de nuevas formas de hacer las cosas. También afirma que un cambio en los miembros claves, diversificación en distintos negocios, y expansión geográfica pueden cambiar la cultura de la organización.

Según Deal y Kennedy [4], existen ciertas sugerencias que se pueden hacer al iniciador del cambio cultural, entre las que están: mantener una comunicación permanente y efectiva, concentrarse en la capacitación de los empleados, permitir que haya tiempo para que el cambio se cimiente, poner a un héroe a cargo del proceso de cambio, reconocer una amenaza real proveniente del exterior, crear símbolos tangibles de las nuevas direcciones de la empresa, entre otras.

De acuerdo con Hersey, [5] existen ciertas sugerencias que arrojan los estudios realizados para analizar el cambio cultural en las organizaciones. Algunas de éstas son: el líder promueve el diálogo con la gente; el líder proyecta la cultura que desea en su comportamiento diario; convencer a los administradores más respetados (regularmente con varios años trabajando para la organización) del cambio que se pretende alcanzar. Estos administradores se transforman en modelos a seguir.

Lawrence y Lorsch [6] presentan ciertos métodos de cambio dependiendo del objetivo que se tenga. Así, si el cambio en el comportamiento es sencillo los mecanismos que se deben aplicar son diferentes a los que se requieren si es necesario un cambio fundamental en el comportamiento. Los autores proponen ir sumando los métodos a medida que se va profundizando en el cambio. Algunos métodos son: nuevos métodos para funciones de coordinación, nuevos canales oficiales de comunicación, programas de educación, nueva división de trabajo y estructura de autoridad, nuevos sistemas de recompensas. Lawrence y Lorsch [6] así como Deal y Kennedy [4] enfatizan la realización de un diagnóstico antes de intervenir en la organización para tener una mayor probabilidad de éxito en el cambio.

### 3. Metodología

A partir de la revisión de la literatura se propusieron una serie de hipótesis que se evaluaron estadísticamente. Los detalles metodológicos se describen a continuación

**Hipótesis 1:** El cambio cultural iniciado por una persona que pertenece a la compañía presenta un mayor grado de éxito que el cambio cultural iniciado por un individuo que no pertenece a ella. Prueba estadística: Para analizar estadísticamente esta hipótesis se utilizó la prueba *t-student* para comparar los dos subgrupos (empresas cuyo cambio es iniciado por una persona perteneciente a la organización y empresas cuyo cambio es iniciado por una persona externa a la organización).

**Hipótesis 2:** El entrenamiento y la educación guardan una relación positiva con el grado de éxito de un cambio cultural. Prueba estadística: Para analizar esta hipótesis se utilizó el coeficiente de correlación Pearson para determinar la relación entre las dos variables presentes.

**Hipótesis 3:** La intervención para lograr el cambio cultural se relaciona con la presencia de las condiciones siguientes: crisis drástica, rotación en el liderazgo, industria altamente competitiva y ambiente cambiante. Prueba estadística: Se realizó un análisis discriminante múltiple ya que se deseaba evaluar qué factores están presentes cuando se realiza un cambio cultural. Los factores están medidos métricamente mientras que la variable de respuesta es no métrica (si existió o no un cambio cultural).

**Hipótesis 4:** La realización de un diagnóstico de la situación interna de la organización se relaciona positivamente con el grado de éxito de un cambio cultural. Prueba estadística: El análisis utilizado fue similar al de la hipótesis 2, ya que también se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson para determinar esta relación entre las dos variables.

**Hipótesis 5:** El cambio cultural exitoso guarda una relación positiva con el reforzar a los individuos que presentan un cambio favorable. Prueba estadística: Se analizó utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, ya que se pretende analizar la presencia de relaciones positivas entre dos variables.

**Hipótesis 6:** El cambio cultural exitoso tiene una relación positiva con el colocar a los individuos en una situación en la cual nuevas conductas son requeridas de ellos. Prueba estadística: Se analizó usando el coeficiente de correlación de Pearson, para verificar las relaciones positivas entre dos variables.

**Variables.** A partir de las ideas de Kotter [2] y de Schein [3] discutidas antes, el *grado de éxito del cambio cultural* quedó definido como: grado en que los miembros de una organización perciben que comparten un comportamiento y valores con los líderes de la organización. Se definió a una persona que *pertenece a la organización* como aquella que labora en la misma de forma permanente. Por otro lado, una persona que no pertenece es considerada como aquella que externamente presta un servicio a la organización. La *existencia de un cambio cultural* se definió como el grado en que ha cambiado la cultura de la organización en los últimos cinco años. La definición para *entrenamiento y educación* fue: número de horas de capacitación que ha recibido un empleado por año trabajado en la organización. De acuerdo con la revisión de Kotter [2] realizada antes, los factores que se consideraron como relevantes al cambio cultural fueron: *crisis que vive la organización, rotación del liderazgo, industria en la que opera la organización y ambiente cambiante*. Se definieron los factores de la siguiente forma:

- (a) *Crisis:* estado en el cuál se encuentra la organización que genera un desequilibrio o disconformidad. Este desequilibrio que se muestra al analizar el incumplimiento con metas y objetivos propuestos por la organización.
- (b) *Rotación del liderazgo:* grado en el que el liderazgo cambia de una persona a otra.
- (c) *Industria competitiva:* grado de competencia que presenta la industria en la cual opera la organización.
- (d) *Ambiente cambiante:* grado en el que la organización no puede pronosticar los cambios que se presentan en el ambiente en el cual opera.

El *diagnóstico* realizado en una organización se definió como el grado en el que la organización utiliza diversos mecanismos para obtener información sobre su situación interna. Estos mecanismos se definieron como encuestas, contacto directo con empleados, información de campo y estudio de quejas. El *reforzamiento de los individuos* se definió como el grado en que la organización fomenta (a través de premios, incentivos, promociones, etc.) el comportamiento deseado en un individuo. El *colocar a los empleados en situaciones nuevas* se definió como el grado en que la organización coloca a los individuos en situaciones que requieren nuevas conductas por parte de ellos.



**Muestra** En vista de que se deseaba estudiar el cambio cultural en las empresas en el área de Toluca la muestra se tomó de las zonas industriales cercanas o pertenecientes a este municipio. El tamaño de las empresas a considerar para la muestra fue el que define el Diario Oficial de la Federación del día 30 de marzo de 1999, en la página electrónica del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM). Se incluyeron las microempresas a fin de tener diversos contra ejemplos para llevar a cabo las pruebas de las hipótesis correspondientes.

En cuanto a las variables primarias de medición, ya que la mayoría de éstas estaban medidas en una escala de seis puntos, no fue necesario hacer una selección para establecer cuáles se utilizarían en las fórmulas para el cálculo del tamaño de muestra.

El nivel de confiabilidad que se utilizó fue el de 0.05 ya que es aceptable en la mayoría de las investigaciones y los resultados del estudio no fueron considerados como críticos. El error marginal aceptable para una investigación social con datos continuos, en general, se fija en 0.03 pero se considera aceptable hasta 0.05 (Krejcie & Morgan en Bartlett, 2001 [7]; Cochran 1963 [8]; Bartlett y Kotrlik 2001 [7]). Por limitantes de recursos se definió el error en 0.045.

Para tener una última aproximación del tamaño de la muestra se consideró la tabla que presentan Bartlett, Kotrlik y Higgins [7], en donde para una población de más de 4000, con un error marginal de 0.03 y un valor de alfa de 0.05 la muestra debe ser de 119. Tomando en cuenta esto, confirmamos que el tamaño de muestra debía ser 120.

**Instrumentos.** Se utilizaron dos instrumentos para evaluar las hipótesis: un cuestionario para administradores, consistente en 10 preguntas, y otro para empleados, consistente en 10 preguntas. A continuación se describen algunos de los reactivos utilizados, seleccionados por razones de espacio.

Los reactivos que aparecen con la viñeta “ $\oplus$ ” representan reactivos medidos en forma directa, mientras que los señalados con “ $\ominus$ ” se miden de forma inversa, es decir tienen una connotación negativa. Los reactivos que aparecen anteceditos por una letra “E” corresponden a preguntas del cuestionario de empleados, mientras que los que tienen una letra “A” corresponden a preguntas del de la administración.

#### 4. Resultados

*Hipótesis 1:* Acerca de la persona que genera el cambio cultural en una organización, se encontró que la diferencia entre las medias de la variable éxito del cambio cultural fue significativa. Adicionalmente, la media del grupo de empresas cuyo cambio fue iniciado por una persona interna fue mayor que la del otro grupo. Esto implica que la pertenencia de la persona que propone el cambio influye en el éxito del cambio cultural, lo que nos lleva a decir que para tener un mayor éxito en la intervención para lograr el cambio cultural ésta debe iniciarse por un individuo que sea parte de la organización. La Tabla 2 muestra la media de los dos subgrupos y se observa que la media del grupo CAMBEXPE (grado de éxito del cambio cultural que se refiere al grupo de empresas cuyos cambios están impulsados mayormente por personas que pertenecen a la organización) es mayor que la del otro subgrupo (CAMBEXNP: grado de éxito del cambio cultural en empresas cuyos cambios están impulsados mayormente por personas que no pertenecen a la organización). Adicionalmente, se realizó una prueba ANOVA, para corroborar esta conclusión, cuya tabla no se incluye por razones de espacio.

<i>Variable</i>	<i>Reactivos</i>	<i>Escala</i>
<i>grado de éxito del cambio cultural</i>	⊕ 4E: En general, los valores que poseen los empleados han cambiado. ⊕ 8E: Ahora siento que embono más con el ambiente de la organización en que trabajo. ⊕ 12E: Mi comportamiento ha cambiado y se ha adecuado al comportamiento que presentan los líderes. ⊖ 21E: Mis valores personales son más importantes que los valores de la organización. ⊕ 22E: Siento que ahora coincido más con la forma de pensar y valores de la organización en la que laboro. Píense usted en la cultura de su organización y responda lo siguiente: ⊕ 62A ¿Qué tan benéfico ha resultado este cambio para la organización?	Likert (1 a 6)
<i>pertenencia a la organización</i>	38E: En su mayoría, los cambios que se han dado en la organización han sido impulsados por gente: que no pertenece a la organización que trabaja en la organización	0: Si no pertenece a la organización; 1: Si pertenece a la organización
<i>existencia de un cambio cultural</i>	Píense usted en la cultura de su organización y responda lo siguiente: 61A: ¿Qué tanto ha cambiado la cultura de la organización en los últimos 5 años?	Likert (1 a 6). Respuestas 1, 2 y 3: 0 no hubo un cambio cultural. Respuestas 4, 5 y 6: 1 sí hubo un cambio cultural.
<i>crisis que vive la organización</i>	⊕ 23A: Actualmente la organización vive una situación de crisis.	Likert (1 a 6)
<i>rotación del liderazgo</i>	⊕ 27E: El liderazgo cambia constantemente de una persona a otra.	Likert (1 a 6)
<i>industria en la que opera la organización</i>	⊕ 29A: La industria en la cual operamos es altamente competitiva.	Likert (1 a 6)
<i>ambiente cambiante</i>	⊖ 22A: ¿ En qué medida se pueden pronosticar los cambios en la industria en la cual opera su negocio?	Likert (1 a 6)

**Tabla 1.** Ejemplos de variables y reactivos usados

	Media	$\sigma$	EMS	Intervalo de confianza de la diferencia (95%)		t	gl	sig
				inferior	superior			
Par 1: CAMBEXPN-CAMBEXPE	-0.7818	0.9629	0.2335	-1.2768	-0.2867	-3.347	16	0.004

**Tabla 2.** Prueba t-student ( diferencias pareadas) para empresas con intervenciones provenientes de *personas externas e internas* a la organización

*Hipótesis 2:* Con respecto a la relación entre el entrenamiento y la educación y el éxito del cambio cultural, al analizar el coeficiente de correlación se determinó que estas dos variables no tenían ninguna relación significativa. La hipótesis se rechazó, y esto implica que el entrenamiento y educación no afectan el cambio cultural en una organización. Es necesario tener cuidado en esta afirmación, ya que la variable ‘entrenamiento y educación’, la cuál fue medida como las horas de capacitación recibidas durante un año, presentó una variación muy grande (desviación estándar = 164). Esto puede ser ocasionado por la diversidad de personas que contestaron la encuesta ya que se tienen desde secretarías hasta directores generales o dueños de las empresas. Pero creemos que no sólo esto influyó, sino también la diversidad de empresas en cuanto a giro y tamaño. La prueba de esta hipótesis se realizó utilizando el coeficiente de correlación de Pearson que permite establecer la relación entre dos variables. En este caso, estas dos variables fueron el grado de éxito del cambio cultural (variable CAMBEXIT) y el entrenamiento y la educación recibidos por los empleados de la organización (variable CAPACITA). Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Variable	Estadístico	CAMEXIT	CAPACITA
CAMBEXIT	Corr. Pearson	1.000	0.037
	Significancia (2 colas)	...	0.742
	N	89	81
CAPACITA	Corr. Pearson	0.037	1.000
	Significancia (2 colas)	0.742	...
	N	81	81

**Tabla 3.** Coeficiente de correlación de Pearson para las variables *grado de éxito del cambio cultural y entrenamiento y educación.*

Observamos que la correlación entre las dos variables es muy baja (coeficiente de Pearson = 0.037) y no es significativa, por lo que rechazamos la hipótesis 2, que establece que hay una relación positiva entre el grado de entrenamiento y educación y el grado de éxito de un cambio cultural.

*Hipótesis 3:* Con relación a los factores que generan la necesidad de un cambio cultural (crisis, rotación del liderazgo, industria altamente competitiva y un ambiente cambiante), al realizar el análisis discriminante, se encontró que sólo el factor de “industria altamente competitiva” representaba una diferencia entre las empresas que han intervenido para lograr un cambio cultural y las que no lo han hecho. Aunque esto no implica que no se hayan presentado los demás factores al intentar realizar un cambio cultural en una organización, sí establece que el factor que diferencia a un grupo de otro es el de la presencia de una industria altamente competitiva en la que se desenvuelve la organización.

Se utilizó el análisis discriminante para establecer qué factores generan un cambio entre los subgrupos: empresas que han realizado un cambio cultural y empresas que no lo han realizado. La Tabla 4 muestra los valores de la lambda de Wilks y que indica las variables cuyas medias son más diferentes entre los dos subgrupos. Los factores corresponden a las siguientes variables:

- |                                     |          |
|-------------------------------------|----------|
| a) Crisis drástica:                 | CRISIS   |
| b) Rotación en el liderazgo:        | LIDERAZG |
| c) Industria altamente competitiva: | INDUSTRI |
| d) Ambiente cambiante:              | AMBIENTE |

	Lamda de Wilkis	F	gl1	gl2	Signif.
CRISIS	0.949	4.917	1	91	0.029
LIDERAZG	0.971	2.711	1	91	0.103
AMBIENTE	0.913	8.658	1	91	0.004
INDUSTRI	0.802	22.412	1	91	0.000

**Tabla 4.** Prueba de Igualdad de Medias de Grupos; valores de lambda de Wilks para factores que propician un cambio cultural.

Las dos variables que se muestran significativas son el ambiente cambiante (variable AMBIENTE) y la industria competitiva (variable INDUSTRI), las cuáles tienen el valor de lambda más bajo. Las tablas 5 y 6 muestran un análisis ANOVA para corroborar los resultados del análisis discriminante. Se observa que para la variable industria competitiva (Tabla 5) se tiene que los subgrupos difieren en cuanto a su media. La Tabla 6 muestra que no existe una diferencia significativa entre los subgrupos cuando se trata de la variable de ambiente cambiante. A continuación se utilizó el método de paso a paso (*stepwise*) para observar qué factor es más importante para establecer una diferencia entre los subgrupos. Se muestran en la Tabla 7 los resultados obtenidos.

	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrados medios	F	Signif.
Entre grupos	3.314	5	.663	3.977	0.002
Dentro de grupo	18.498	111	.167		
Total	21.812	116			

**Tabla 5.** ANOVA. Resultados de la comparación entre grupos con respecto a la presencia del factor *industria competitiva*.

	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrados medios	F	Signif.
Entre grupos	1.217	5	0.243	1.468	0.207
Dentro de grupo	16.084	97	0.166		
Total	17.301	102			

**Tabla 6.** ANOVA . Resultados de la comparación entre grupos con respecto a la presencia del factor *ambiente cambiante*.

Variables que entraron/salieron<sup>a, b, c, d</sup>

Paso	Entra	Lamda Wilkis							
		l	gl1	gl2	gl3	F exacta			
						F	gl1	gl2	Sig.
1	INDUSTRI	0.802	1	1	91.0000	22.412	1	91.000	0.000

En cada paso, la variable que minimiza la  $\lambda$  de Wilks es la que entra.

- Número máximo de pasos es 8
- El valor máximo de la significancia de F para entrar es 0.05
- El valor mínimo de la significancia de F para salir es 0.10

Paso	Variable	Tolerancia	Tolerancia mínima	Significancia de la F que entra	$\lambda$
0	CRISIS	1.0000	1.0000	0.029	0.949
	LIDERAZG	1.0000	1.0000	0.103	0.971
	AMBIENTE	1.0000	1.0000	0.004	0.913
	INDUSTRI	1.0000	1.0000	0.000	0.802
1	CRISI	0.920	0.920	0.418	0.797
	LIDERAZG	0.999	0.999	0.116	0.781
	AMBIENTE	0.884	0.884	0.212	0.789

**Tabla 7.** Resultados del método paso a paso (*stepwise*) para factores que propician un cambio cultural

Con los resultados anteriores se puede concluir que el único factor que genera diferencia entre las empresas que han realizado un cambio cultural y las que no lo han realizado es el encontrarse operando en una industria competitiva.

*Hipótesis 4, 5 y 6.* La relación entre el grado de éxito de un cambio cultural y las variables: “realización de un diagnóstico de la situación interna de la organización”, “reforzamiento a los individuos que demuestran un cambio positivo” y “colocar a estos individuos en situaciones nuevas”, resultaron ser significativas. Aunque el coeficiente de correlación fue bajo (entre 0.263 y 0.391) se encontraron significativos en un nivel de confianza de al menos 0.05. Esto nos lleva a decir que un diagnóstico interno, un programa de reforzamiento y el introducir a los empleados en situaciones que generen nuevas conductas por parte de ellos, favorecen un cambio cultural exitoso. Se utilizó la coeficiente de Pearson para establecer la relación entre las variables diagnóstico de la situación interna (variable DIAGNOST) y grado de éxito del cambio cultural (variable CAMBEXIT). Los resultados se muestran en la Tabla 8.

Variable	Estadístico	CAMEXIT	DIAGNOST
CAMBEXIT	Corr. Pearson	1.000	0.263*
	Significancia (2 colas)	...	0.103
	N	89	88
DIAGNOST	Corr. Pearson	0.263*	1.000
	Significancia (2 colas)	0.103	...
	N	80	88

\* la correlación es significativa al nivel 0.01 (2 colas)

**Tabla 8.** Correlación entre las variables *diagnóstico* y *grado de éxito del cambio cultural*.

Observamos que el coeficiente de correlación es significativo a un nivel de 0.05. Aunque la correlación es débil, sí es significativa por lo que no rechazamos la hipótesis 4.

Para realizar la prueba de esta hipótesis se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, para establecer la relación entre el grado de éxito del cambio cultural (variable CAMBEXIT) y el grado en que se refuerzan a los individuos que muestran un cambio positivo (variable REFORZAM). Podemos observar en la Tabla 9 que el coeficiente es significativo en un nivel de 0.01.

Variable	Estadístico	CAMEXIT	REFORZAM
CAMBEXIT	Corr. Pearson	1.000	0.391*
	Significancia (2 colas)	...	0.000
	N	89	80
REFORZAM	Corr. Pearson	0.391*	1.000
	Significancia (2 colas)	0.000	...
	N	80	80

\* la correlación es significativa al nivel 0.01 (2 colas)

**Tabla 9.** Coeficiente de correlación de Pearson para las variables *grado de éxito del cambio cultural* y *reforzamiento de los individuos*.

Aunque la correlación positiva no es muy alta, se decidió no rechazar la hipótesis 5 que establece que existe una relación positiva entre el grado de éxito del cambio cultural y el grado de reforzamiento de un individuo que presente un cambio positivo deseado.

Para la hipótesis 6 se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la relación entre el grado de éxito de un cambio cultural (CAMBEXIT) y el grado en que se colocan a los individuos en situaciones que son nuevas para ellos (SITNUEVA). Los resultados se observan en la Tabla 10. Dado que el coeficiente resultó significativo para un nivel del 0.01 se decidió no rechazar la Hipótesis 6.

Variable	Estadístico	CAMEXIT	SITNUEVA
CAMBEXIT	Corr. Pearson	1.000	0.389*
	Significancia (2 colas)	...	0.000
	N	89	87
SITNUEVA	Corr. Pearson	0.389*	1.000
	Significancia (2 colas)	0.000	...
	N	87	87

\* la correlación es significativa al nivel 0.01 (2 colas)

**Tabla 10.** Coeficiente de correlación de Pearson para las variables *grado de éxito del cambio cultural* y el *colocar a los individuos en situaciones que son nuevas para ellos*.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

El instrumento de medición que se utilizó para recabar la información necesaria acerca de las variables de interés necesita un estudio más profundo para analizar su validez y confiabilidad.

Respecto a la generalización de los resultados a otras áreas es necesario considerar que no es posible extrapolar la investigación para empresas que se encuentren localizadas en otros estados del país, porque la cultura de una organización se ve afectada por la cultura de los individuos que pertenecen a ella [10], y por tanto, al movernos a otro estado o región nos encontraríamos con otra cultura. Investigaciones posteriores podrían incorporar empresas de otras regiones y estados para tratar de verificar las hipótesis que aquí se plantearon, realizando las modificaciones necesarias al instrumento de medición.

En general, podemos decir que si una empresa del área de Toluca (o con características similares a las que presentan las empresas localizadas en esta área) desea intervenir para cambiar la cultura de su organización, es conveniente que esta intervención esté iniciada por un individuo que provenga de adentro de la misma, que se lleve a cabo un diagnóstico acerca de la situación interna que vive la organización, que se refuercen a los individuos que tienen un cambio favorable y que se coloquen en situaciones que generen nuevas conductas por parte de ellos. Según los resultados obtenidos en esta investigación, el éxito que tendrán las empresas al tomar en cuenta los factores mencionados, será mayor que si no los tienen presentes.

## 8. Bibliografía

- [1] Robbins, S. Comportamiento Organizacional. 8ª. ed. México: Prentice Hall. (1999)
- [2] Kotter, John P.. A Force for Change. New York: The Free Press. (1990)
- [3] Schein, E. Organizational Culture and Leadership. 2ª. Ed. San Francisco: Jossey -Bass Publishers. (1992)
- [4] Deal, T., & Kennedy, A. Corporate Cultures: The Rites and Rituals of Corporate Life. México: Sistemas técnicos de Edición, S.A. de C.V. (1986).
- [5] Hershey, P. et. al. Management of Organizational Behavior. Utilizing Human Resources. 7ma. Ed. New Jersey: Prentice Hall. (1996).
- [6] Lawrence, P., Lorsch, J. Desarrollo de Organizaciones: Diagnóstico y Acción. México: Fondo Educativo Interamericano. (1983).
- [7] Bartlett, J.; et. al. "Organizational Research: Determining appropriate sample sizes in survey research". Information Technology, Learning, and Performance Journal. Vol 19, No. 1 Spring 2001.
- [8] Cochran, W. G. Sampling Techniques 2da. Ed. New York: Wiley (1963)
- [9] Valenzuela, K. Modelo de cambio cultural en las empresas del área de Toluca. Tesis de maestría. ITESM Campus Toluca, Div. Ing. y Arq., Toluca, México. (2002)
- [10] Hofstede, G. Cultures and Organizations, McGraw Hill: New York (1991)

# PERCEPCIONES DE FACTORES RELACIONADOS EN LOS SISTEMAS DE CALIDAD: UN ESTUDIO DE LAS EMPRESAS DEL VALLE DE TOLUCA

Jacqueline Espinoza, Cuauhtémoc Olmedo<sup>1</sup>

El término calidad ha evolucionado desde el tradicional “cumplimiento de especificaciones”, aplicable sólo a productos, a ser una nueva forma de gestión empresarial, aplicable a todo tipo de empresas, tanto industriales como de servicios, de cualquier tamaño. Para poder alcanzar sus objetivos básicos (eficiencia económica y satisfacción al cliente), las organizaciones implantan sistemas de calidad con el fin de ser más competitivas en el mercado. La intención de este artículo es dar a conocer los resultados obtenidos en el estudio realizado para detectar algunos factores interrelacionados o correlacionados en los sistemas de calidad que permiten que las empresas del valle de Toluca ofrezcan productos de calidad a bajos costos. En este estudio se revisó la literatura del tema y se evaluaron estadísticamente algunas hipótesis desarrolladas a partir de un modelo propuesto para empresas en el valle de Toluca. Los resultados señalan que las relaciones más importantes en los sistemas de calidad corresponden a los factores conocimiento del mercado con diseño de productos, procesos y servicios, control de procesos con utilización de herramientas estadísticas y conocimiento de la misión, visión y valores con la implantación exitosa de un sistema de calidad.

Palabras clave: Sistemas de Calidad, Premios de Calidad, Juran, Deming ISO 9000, ISO 14000, QS 9000, 6 Sigma

## 1. Introducción

Los sistemas de calidad son una herramienta que las empresas utilizan para ser más competitivas ofreciendo productos de calidad a bajo precio. Existen varios autores que se han dedicado a elaborar modelos relacionados con los sistemas de calidad que sean aplicables a cualquier organización. Sin embargo no se tiene información de qué factores o qué relaciones entre factores en los sistemas de calidad permiten que las organizaciones logren el objetivo de ser “empresas de calidad”. En este artículo se presenta una breve descripción del estudio realizado con la finalidad de responder la siguiente pregunta: ¿Existen interrelaciones o correlaciones entre diversos factores sugeridos por los distintos modelos de Calidad Total para las empresas del Valle de Toluca? Para poder responder la pregunta se realizó una revisión bibliográfica de varios modelos de Calidad Total, para sintetizar de ahí un modelo de calidad particular que nos serviría para identificar relaciones entre factores y poder formular las hipótesis que se probaron estadísticamente. De los resultados obtenidos se pudo llegar a conclusiones que se describirán a lo largo del artículo.

---

<sup>1</sup> Dr. Cuauhtémoc Olmedo Bustillo. profesor titular ITESM Campus Toluca, colmedo@itesm.mx  
M.C. Jacqueline Espinoza, profesora de cátedra, ITESM Campus Toluca, jespinoza@itesm.mx



## 2. Marco Teórico

Para la revisión bibliográfica se consideraron como temas principales los Premios de Calidad (Premio Nacional de Calidad, Premio Malcolm Baldrige, Premio Europeo a la Calidad, Premio Deming), las teorías de Deming y Juran, ISO 9000, ISO 14000, QS 9000 y 6 Sigma.

El Premio Nacional de Calidad es una guía que los negocios pueden seguir para obtener mayor competitividad, ya que moviliza y motiva a los empleados y dueños de las organizaciones a satisfacer las necesidades de sus clientes, asumir un compromiso por estar mejorando y brindar mayor conocimiento e interés por la calidad. Por tanto el Premio Nacional de Calidad su puede definir como un sistema de evolución y autoevaluación, en el que se establece qué medir, qué considerar en la medición, cómo medir y qué mejorar [1]

El Premio Nacional de Calidad evalúa ocho criterios: valor superior para el cliente, liderazgo, desarrollo del personal, conocimiento organizacional, planeación, cadenas de valor, impacto en la sociedad y resultados. Con base en los criterios valor superior al cliente, desarrollo del personal y cadenas de valor se plantearon cinco hipótesis.

El premio Malcolm Baldrige [2] define como valor clave la calidad orientada al cliente, tomando en cuenta lo que sugieren los criterios calidad orientada al cliente, recursos humanos y procesos se plantearon las cinco hipótesis.

El premio Deming se basa en los 14 puntos propuestos por Deming. La filosofía de Deming pone énfasis en transformar los productos de baja calidad en productos de alta calidad reconocida mundialmente. [3] El premio Deming parte de la base del control de los resultados: los buenos resultados se obtienen de la implantación eficaz de las actividades de control de la calidad en todas las funciones de la empresa. Tomando el enunciado anterior se formuló una hipótesis.

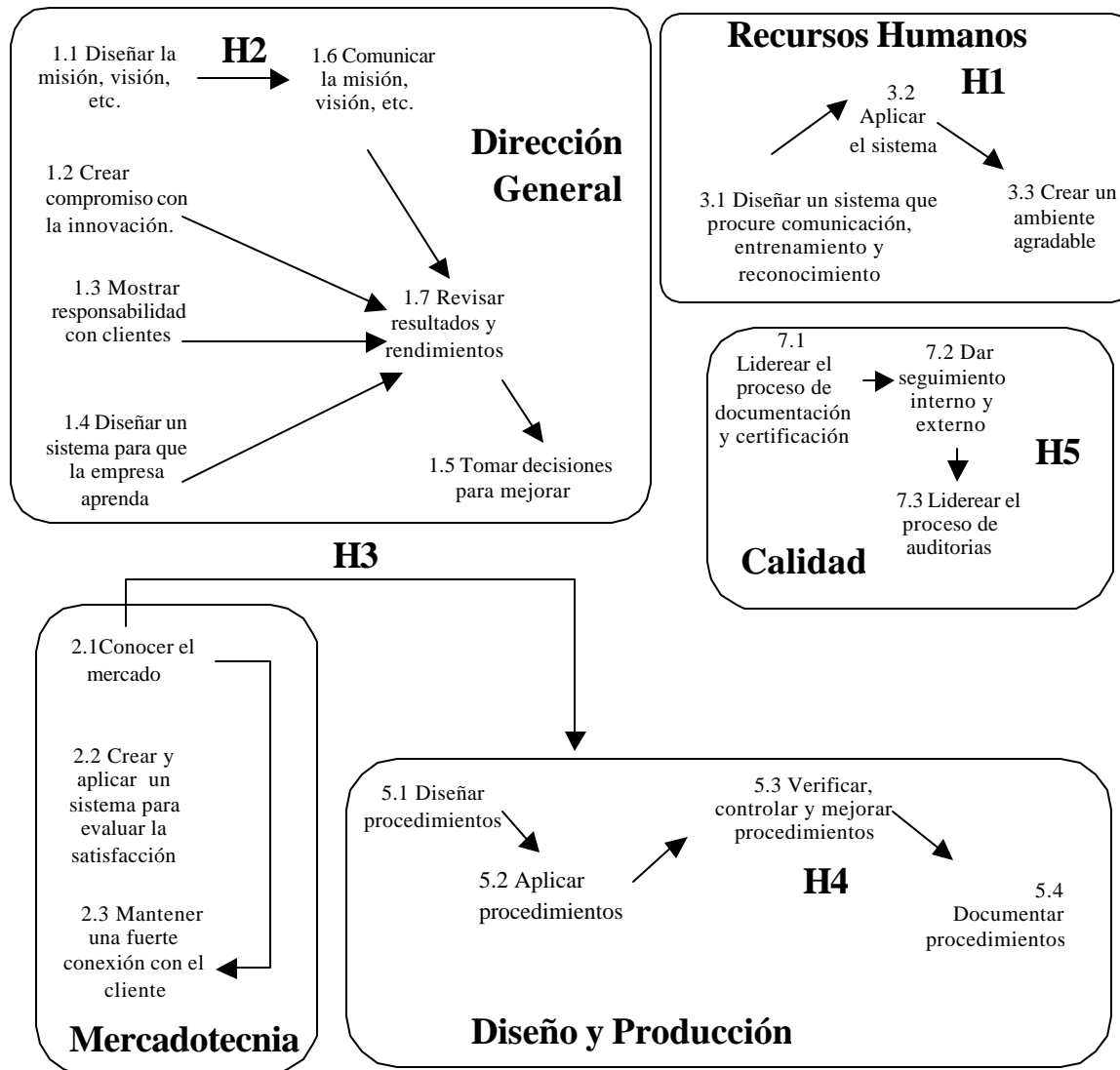
El Premio Europeo [4], a diferencia de los demás, se divide en dos partes: un reconocimiento a las empresas que demuestran excelencia en las prácticas de la administración de la calidad al cumplir con los criterios que evalúa el premio, y el galardón a la calidad europea, otorgado al candidato de mayor éxito. Parte de que la satisfacción del cliente, de los empleados, y el impacto positivo en la sociedad se consiguen mediante iniciativas de liderazgo, política y estrategia, gestión del personal, recursos y procesos, que a su vez llevan a la empresa a la excelencia.

Juran define la calidad como rendimiento del producto que da la satisfacción del cliente. [5], Las prescripciones de Juran se enfocan en tres procesos principales de calidad conocidos como la Trilogía de Juran.

También se revisaron conceptos de ISO 9000, ISO 14000 y QS 9000 [6,7]. QS 9000 es una norma para el desarrollo de un sistema de calidad que ayuda a la mejora continua, mantiene énfasis en la prevención de defectos y reducción de la variabilidad y el desperdicio en la cadena de suministro. [8]

6 Sigma es un esquema que busca desarrollar estrategias dentro de la compañía para que se trabaje con una alta probabilidad de producir artículos de calidad con los cuales, obtendrá buenas ganancias, mientras que el cliente espera recibir un producto de calidad a bajo costo. [9].

**Modelo propuesto** Debido a que el modelo propuesto es muy grande [10], en la Figura 1 únicamente se muestran las relaciones más importantes y de las cuales surgen las hipótesis



**Figura 1:** un modelo de actividades para sistemas de calidad

### 3. Metodología

A partir del modelo anterior se propusieron una serie de hipótesis que se evaluaron estadísticamente. Se propusieron 5 hipótesis para poder responder la pregunta fundamental de la investigación ¿Existen interrelaciones o correlaciones entre diversos factores solicitados por modelos de Calidad Total para las empresas del Valle de Toluca?. Como el modelo es muy grande sólo se plantearon las relaciones de los factores que en la mayoría de los modelos de Calidad Total se mencionan. Los detalles metodológicos se describen a continuación para cada hipótesis.

**Hipótesis 1:** En empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad la capacitación está relacionada con un ambiente de trabajo agradable.

**Hipótesis 3:** En empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad el conocimiento del mercado está relacionado con el diseño de procesos, productos y servicios.

**Hipótesis 4:** En empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad el control de procesos está relacionado con la utilización de herramientas estadísticas (como control estadístico, diseño de experimentos)

**Prueba estadística para las hipótesis 1, 3 y 4:** Para analizar estadísticamente estas hipótesis se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, que mide la relación entre variables, para comparar los siguientes tres subgrupos: empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad, empresas que no han implantado exitosamente un sistema de calidad y empresas que no han implantado un sistema de calidad.

**Hipótesis 2:** En empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad los empleados conocen la misión, visión y valores.

**Prueba estadística para la hipótesis 2:** Para analizar estadísticamente esta hipótesis se utilizó un análisis de varianza unidireccional entre los tres subgrupos: empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad, empresas que no han implantado exitosamente un sistema de calidad y empresas que no han implantado un sistema de calidad, y una comparación de medias utilizando la prueba Duncan.[11]. Se utilizó un análisis de varianza debido a que se desea analizar si más de 2 grupos tienen una diferencia significativa entre sí. Las pruebas de Duncan ayudan a saber a favor de quien se encuentra la diferencia.

**Hipótesis 5:** En empresas que siguen un sistema de aseguramiento de calidad como ISO 9000, 14 000 y QS 9000 la documentación es la parte que ocasiona más trabajo durante el proceso de certificación.

**Prueba estadística para la hipótesis 5:** Para analizar estadísticamente esta hipótesis se calcularon las medias de los ítems correspondientes utilizando los datos del subgrupo empresas que han implantado un sistema de aseguramiento de la calidad como ISO 9000, ISO 14000 y QS 9000, después se utilizó la prueba *t – student* para realizar una comparación entre medias.

**Variabes** Las variables y su operacionalización se describen a continuación. *Existencia de un sistema de calidad:* Se considera que en una empresa existe un sistema de calidad, si se ha aplicado alguno de los siguientes modelos o esquemas: Calidad Total, enfoques de mejora continua, cero defectos, QFD, 6 sigma, Premios de calidad (Premio Nacional de Calidad, Premio Europeo, Malcolm Baldrige) y Programas para certificación ISO 9000, ISO 9004, ISO 14000, QS 9000, VDA, NOM. *Obtención de éxito en la implantación de un sistema de calidad:* Se considera que una empresa ha obtenido éxito en la implantación de un sistema de calidad si toda la organización ha adoptado la nueva forma de trabajo que sugiere cualquier sistema de calidad. *Existencia de un sistema ISO 9000, ISO 14 000 o QS 9000:* En el estudio se entiende, por existencia de un sistema ISO 9000, ISO 14000 o QS 9000 cuando una empresa ya está certificada o en el proceso de obtener la certificación. Todos los premios de calidad (premio Nacional de Calidad, Malcolm Baldrige, Europeo y el Premio Deming) toman

en cuenta variables como *capacitación* (horas que el empleado recibe de entrenamiento para realizar sus tareas), *ambiente de trabajo en la organización* (condiciones físicas y morales que hacen que el trabajador se sienta a gusto en su espacio de trabajo), *conocimiento del mercado* (herramientas que la empresa utiliza para obtener información de sus clientes), *diseño de procesos, productos y servicios* (esta variables se relaciona directamente con la innovación). ISO 9000, 14000 y QS 9000 verifica que *los empleados conozcan la misión, visión y valores de la organización*, esta variable también fue considerada para el estudio. Las variables *control de procesos* (la empresa utiliza herramientas para que sus productos estén dentro de ciertas especificaciones) y *utilización de herramientas estadísticas* (DOE y SPC) son mencionadas por Juran y Deming. Las variables *Grado en el que se trabajo en formar a los equipos de trabajo, capacitar a los grupos, documentar y auditorias de certificación* durante el proceso de certificación, se definen tomando en cuenta lo que dice la norma ISO 9000, tiempo que la empresa utilizo en realizar la actividad.

**Muestra.** En vista de que se desea estudiar las interrelaciones y correlaciones de diversos factores solicitados por los modelos de Calidad Total para las empresas en el valle de Toluca, la muestra se tomó de las zonas industriales cercanas o pertenecientes a este municipio. El tamaño de las empresas a considerar para la muestra fue chica, mediana y grande según lo define el Diario Oficial de la Federación del día 30 de marzo de 1999, en la página electrónica del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM). Se incluyeron las microempresas a fin de tener diversos contra ejemplos para llevar a cabo las pruebas de las hipótesis correspondientes.

El nivel de confiabilidad que se utilizó fue el de 0.05 que es aceptable en la mayoría de las investigaciones y los resultados del estudio no fueron considerados como críticos. El error marginal aceptable para una investigación social con datos continuos, en general, se fija en 0.03 pero se considera aceptable hasta 0.05 (Krejcie & Morgan en Bartlett, 2001[12]; Cochran 1963[13]; Bartlett y Kotrlík 2001 [12]). Por limitantes de recursos se definió el error en 0.045. Para tener una última aproximación del tamaño de la muestra se consideró la tabla que presentan Bartlett, Kotrlík y Higgins (2001) [12], en donde para una población de más de 4,000, con un error marginal de 0.03 y un valor de alfa de 0.05 la muestra debe ser de 119. Tomando en cuenta esto, confirmamos que el tamaño de muestra debía ser 120.

**Instrumentos.** Se utilizaron dos instrumentos para evaluar las hipótesis: un cuestionario para administradores, con 12 preguntas, y otro para empleados, con 6 preguntas. A continuación se describen algunos de los reactivos utilizados, Por razones de espacio, sólo se describen algunos items. Los reactivos que aparecen en la tabla 1 con una letra "E" después del número, corresponden a preguntas del cuestionario de empleados, mientras que los reactivos que tienen una letra "A" corresponden a preguntas del cuestionario de la administración. La validez del instrumento esta dada por el hecho de que todos los reactivos se derivan de la revisión bibliográfica o de instrumentos creados por otras personas.

Para realizar el análisis estadístico, se transformaron las variables del reactivo 1A a variables binarias, de la siguiente forma: para las respuestas 1,2 y 3 se codificó como 0, lo que significa para la primera variable que no se había implantado un sistema de calidad; en la segunda variable significaba que no se había tenido éxito en la implantación de un sistema de calidad; y para la tercera variable, significaba que la empresa no había implantado un sistema ISO 9000, ISO 14000 O QS 9000 . Para las respuestas 4,5,6 el valor que se le asignó fue de 1 correspondiente a que si existía un sistema de calidad, en la segunda variable significaba que si se había tenido éxito en la implantación de un sistema de calidad y para la tercera variable que si existía un sistema ISO 9000, ISO 14000 O QS 9000

<i>Variable</i>	<i>Reactivos</i>	<i>Escala</i>
<i>Existencia de un sistema de calidad</i>	1A. ¿Cuál de los siguientes enfoques se ha implementado o intentado implementar en su organización en los últimos 5 años?	Si o no
<i>Obtención de éxito en la implantación de un sistema de calidad</i>	1A. ¿Qué tan benéfico ha resultado este enfoque para la empresa? (Ej: Ha reducido costos, desperdicio...)	Likert (1 a 6)
<i>Beneficio de la implantación del sistema de calidad</i>	1A. ¿Qué tan exitosa considera que fue la implantación de este enfoque (en términos de costo, tiempo, satisfacción durante el proceso, esfuerzo, etc)?	Likert (1 a 6)
<i>Ambiente de trabajo en la organización</i>	10E La organización me proporciona las condiciones materiales como buena ventilación, iluminación, suficiente espacio, etc., para la realización de mi trabajo. 15E En la empresa donde yo trabajo no existen oportunidades para que yo alcance lo que busco. (sentido negativo )	Likert (1 a 6).
<i>Conocimiento de los empleados de la misión visión y valores</i>	23E Conozco la misión, visión y valores	Likert (1 a 6).
<i>Capacitación</i>	39E Aproximadamente ¿Cuántas horas de capacitación recibió usted en los últimos 5 años?	Entera
<i>Conocimiento del mercado</i>	50A,51A,52A,53A ¿Qué tan frecuentemente su organización utiliza algunos de los siguientes mecanismos para obtener información de sus clientes? <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Encuestas o entrevistas</li> <li>▪ Grupos de enfoque</li> <li>▪ Contacto directo con el cliente</li> <li>▪ Estudio de quejas</li> </ul>	Likert (1 a 6)
<i>Diseño de productos, procesos y servicios en la organización</i>	42A.- Siempre estamos buscando ideas nuevas para mejorar los procesos, productos o servicios, incluso antes de que las viejas estén completamente implantadas	Likert (1 a 6)
<i>Control de procesos</i>	26A, 2E La organización ha mejorado su productividad en los últimos 5 años. 32A, 13E La satisfacción de los clientes de la organización ha aumentado en los últimos 5 años, en las dos encuestas	Likert (1 a 6)
<i>Utilización de herramientas estadísticas (DOE y SPC)</i>	6E En mi trabajo utilizo las técnicas de control estadístico. 25E En mi trabajo se utilizan las técnicas de diseño de experimentos.- En mi trabajo utilizo las técnicas de control estadístico.	Likert (1 a 6).
<i>Grado en que se trabajó en establecer los equipos de trabajo, en la implantación de ISO 900</i>	16A Al realizar la implementación de ISO 9000, ISO 9004, ISO 14000, QS 9000, VDA o NOM ¿qué tanto trabajo le generó a la organización establecer los equipos de trabajo?	Likert (1 a 6).
<i>Grado en que se trabajó en capacitar a los grupos responsables, en la implantación de ISO 9000</i>	17A.- Al realizar la implementación de ISO 9000, ISO 9004, ISO 14000, QS 9000, VDA o NOM ¿qué tanto trabajo le generó a la organización el capacitar a los grupos responsables?	Likert (1 a 6).
<i>Grado en que se trabajó en definir responsabilidades dentro del sistema, en la implantación de ISO 9000</i>	18A Al realizar la implementación de ISO 9000, ISO 9004, ISO 14000, QS 9000, VDA o NOM ¿qué tanto trabajo le generó a la organización el definir responsabilidades dentro del sistema?	Likert (1 a 6).
<i>Grado en que se trabajó en documentación al implantar ISO 9000</i>	19A.- Al realizar la implementación de ISO 9000, ISO 9004, ISO 14000, QS 9000, VDA o NOM ¿qué tanto trabajo le generó a la organización la documentación?	Likert (1 a 6).

**Tabla 1:** Reactivos utilizados en los instrumentos

#### 4. Resultados

*Hipótesis 1:* Para analizar la relación entre capacitación y un ambiente de trabajo agradable, desglosada para (i) empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad, (ii) empresas que no han implantado exitosamente un sistema de calidad y (iii) empresas que no han implantado sistemas de calidad, se obtuvieron coeficientes de correlación. En la tabla 2 se presentan los resultados para el subgrupo de empresas que han implantado exitosamente algún sistema de calidad; las variables descritas en la figura son la capacitación (CAPEXITO) y ambiente de trabajo en la organización (AMBEXITO). Para cada subgrupo se elaboró una tabla semejante, pero por cuestión de espacio no se anexan las otras tablas. Observamos que la correlación entre las variables capacitación y ambiente de trabajo en la organización es baja y que el coeficiente de correlación no es significativo con un alfa de 0.05; esto nos lleva a rechazar la hipótesis 1, que propone que existe una relación entre la *capacitación* y *ambiente de trabajo agradable* en empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad.

		CAP EXITO	AMB EXITO
CAPEXITO	Coeficiente de correlación Pearson	1.000	0.13
	Significancia 2 colas	...	0.258
	N	68	68
AMBEXITO	Coeficiente de correlación Pearson	0.139	1.000
	Significancia 2 colas	0.258	...
	N	68	75

**Tabla 2:** Valores del coeficiente de correlación Pearson para el subgrupo 1 en la hipótesis 1

*Hipótesis 2:* Para evaluar la hipótesis 2, que establece que en empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad los *empleados conocen la misión, visión y valores*, se utilizó el análisis de varianza unidireccional (ANOVA), utilizando la variable conocimiento de los empleados de la misión, visión y valores de los tres subgrupos de empresas. En la tabla 3 se muestran los resultados:

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrados medios	F	Signif.
Entre grupos	28.864	2	14.432	13.917	0.000
Dentro de grupo	116.145	112	1.037		
Total	145.009	114			

**Tabla 3:** Tabla ANOVA de la hipótesis 2

Como en la tabla ANOVA se observa que la diferencia entre los grupos es significativa con un nivel de confianza del 100%, se realizó una comparación de medias utilizando la prueba de Duncan cuya tabla no se anexa por cuestión de espacio.

Debido a que la media de la variable *conocimiento de los empleados de la misión, visión y valores* del subgrupo 1, los que *han implantado exitosamente un sistema de calidad*, (4.9504) es diferente a los otros subgrupos, cuyas medias son 4.1818 y 3.0942, se puede concluir que no se rechaza la hipótesis 2, que propone que los empleados de una empresa que ha implantado exitosamente un sistema de calidad conocen la misión, visión y valores, con un nivel de confianza del 95%

*Hipótesis 3:* Para evaluar la hipótesis 3, que establece que en empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad el conocimiento del mercado está relacionado con el diseño de procesos, productos y servicios, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson.

El coeficiente de correlación de Pearson que aparece en la tabla 4 es el del subgrupo 1 (los que han implantado exitosamente un sistema de calidad); las variables descritas en la tabla son *conocimiento del mercado* y *diseño de productos, procesos y servicios en la organización*. Por cuestión de espacio no se anexan las tablas correspondientes a los otros subgrupos (los que no han implantado exitosamente un sistema de calidad, los que no han implantado sistemas de calidad). La correlación entre las variables *conocimiento del mercado* y *diseño de productos, procesos y servicios en la organización* es significativa en el subgrupo 1 los que han implantado exitosamente un sistema de calidad (coeficiente de Pearson = .38 con un nivel de significancia de 0.01), por lo tanto la hipótesis 3, que dice que en empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad el conocimiento del mercado está relacionado con el diseño de procesos, productos y servicios, no se rechaza.

Variable	Estadístico	CONOCIMIENTO DEL MERCADO	DISEÑO DE PRODUCTOS
CONOCIMIENTO DEL MERCADO	Corr. Pearson	1.000	.380**
	Significancia (2 colas)	...	.001
	N	75	75
DISEÑO DE PRODUCTOS	Corr. Pearson	.380**	1.000
	Significancia (2 colas)	.001	...
	N	75	75

**Tabla 4:** Valores del coeficiente de correlación Pearson para el subgrupo 1 en la hipótesis 3

*Hipótesis 4:* Para probar la hipótesis 4, que propone que en las empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad el control de procesos (PROCEX) está relacionado con la utilización de herramientas estadísticas (HERREX), se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, con el cual se obtuvo un coeficiente de correlación para cada subgrupo. Los resultados se muestran en la tabla 5 para el subgrupo 1 (los que han implantado exitosamente un sistema de calidad). Se desarrollaron otras tablas para el subgrupo 2 (los que no han implantado exitosamente un sistema de calidad) y para el subgrupo 3 (los que no han implantado un sistema de calidad) pero por cuestión de espacio únicamente se muestran los resultados para este subgrupo.

Variable	Estadístico	PROCEX	HERREX
PROCEX	Corr. Pearson	1.000	0.281*
	Significancia (2 colas)	...	0.018
	N	75	71
HERREX	Corr. Pearson	0.281*	1.000
	Significancia (2 colas)	0.018	...
	N	71	71

\* significativa al nivel 0-01

**Tabla 5:** Valores del coeficiente de correlación Pearson para el subgrupo 1 en la hipótesis 4

Observamos que la correlación entre las variables *control de procesos y utilización de herramientas estadísticas* es significativa en el primer subgrupo (los que han implantado exitosamente un sistema de calidad) con un coeficiente de Pearson igual a 0.281 con un nivel de significancia del 0.05 , Con estos datos se puede concluir que la hipótesis 4 no se rechaza: en empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad el control de procesos se relaciona positivamente con la utilización de herramientas estadísticas ( DOE, SPC )

*Hipótesis 5:* Para analizar la hipótesis 5, que dice que en empresas que *siguen un sistema de aseguramiento de la calidad como ISO 9000, 14 000 y QS 9000 la documentación es la parte que ocasiona más trabajo durante el proceso de certificación*, únicamente se utilizaron los datos de las empresas que han implantado ISO 9000, 14000 y QS 9000. Los resultados del análisis se presentan en la tabla 6, donde se muestran los datos obtenidos al analizar cada par de variables utilizando la prueba *t –student*,. La media de la variable documentación y la media de la variable auditorías de certificación no tienen diferencia alguna, por tal motivo no podemos afirmar que en empresas que siguen un sistema de administración de procesos como ISO 9000, 14 000 y QS 9000 la documentación es la parte que ocasiona más trabajo.

		Diferencia de pares					t	Grados de libertad	Significancia 2 colas
		media	Desviación estándar	Media de la desviación	Intervalo de confianza del 90%				
					Inferior	Superior			
Par 1	Formación de equipos /capacitación	-.67	1.1411	.1614	-.9406	-.3994	-4.152	49	.000
Par 2	Formación de equipos/definir responsabilidades	-.5102	1.2268	.1753	-.8042	-.2163	-2.911	48	.005
Par 3	Formación de equipos/documentación	-1.13	1.5347	.2170	-1.4939	-.7661	-5.207	49	.000
Par 4	Formación de equipos/Auditorías	-.9271	1.3683	.1975	-1.2585	-.5957	-4.694	47	.000
Par 5	Capacitación/Documentación	-.2059	1.0108	.1415	-3.13E-02	.4431	1.455	50	.152
Par 6	Capacitación/Documentación	-.4423	1.3636	.1891	.7591	-.1255	-2.339	51	.023
Par 7	Definir responsabilidades/Documentación	-.6176	1.0079	.1411	.8542	-.3811	-4.376	50	.000
Par 8	Definir responsabilidades/Auditorías	-.49	.8237	.1165	-.6853	-.2947	-4.206	49	.000
Par 9	Documentación/Auditorías	.1400	.7287	.1031	-3.28E-02	.3128	1.358	49	.181

**Tabla 6.** Valores de la prueba t - student para la hipótesis 5



## 5. Conclusiones y recomendaciones

Acerca del ambiente de trabajo se puede concluir que la capacitación no está relacionada directamente con el ambiente de trabajo agradable: es decir, existen otros factores que permiten al empleado sentirse a gusto en la organización, por lo que la pretensión de que la sola capacitación haga el ambiente de trabajo agradable puede ser infundada.

Acerca del conocimiento de la misión, visión y valores podemos decir que en las empresas que han implantado exitosamente un sistema de calidad los empleados sí conocen la misión, visión y valores. Faltaría revisar si este conocimiento se desarrolla como antecedente a la implantación o es consecuencia de la misma.

Acerca del conocimiento del mercado, podemos decir que sí se relaciona con el diseño de productos, procesos y servicios. Una empresa que conoce su mercado, lo satisface con productos y servicios que el cliente necesita.

Acerca del control de procesos, podemos decir que sí se relaciona con la utilización de herramientas estadísticas. Dos herramientas de control en las organizaciones son el control estadístico de procesos y el diseño de experimentos, aunque de acuerdo a nuestros resultados, este último todavía no es explotado al 100%.

Podemos decir que las actividades en las que las empresas invierten más tiempo durante el proceso de certificación ISO 9000, ISO 14000 o QS 9000 son la documentación y las auditorías para certificación. Como consecuencia, la implantación de un sistema de calidad de este tipo debe tomar en cuenta el tiempo que los empleados dedicarán a ello.

Los resultados señalan que las relaciones más importantes que se descubrieron entre factores de la implantación de los sistemas de calidad corresponden a las agrupaciones (i) *conocimiento del mercado con diseño de productos, procesos y servicios*, (ii) *control de procesos y utilización de herramientas estadísticas* y (iii) *conocimiento de la misión, visión y valores con implantación de un sistema de calidad*.

El instrumento de medición que se utilizó para recabar la información necesaria acerca de las variables de interés puede ser mejorado y para ello se sugiere un estudio para analizar con más detalle su validez y confiabilidad.

## 10. Referencias

- [1] Hermida, Jorge. Premio Nacional a la calidad: sector privado Ediciones Macchi (1996)
- [2] <http://www.quality.nist.gov>
- [3] Deming, Edward. Out of the crisis. Library of Congress cataloging in publication data USA (1992)
- [4] <http://www.efqm.com.mx>
- [5] JURAN J.M. Juran y la calidad para el diseño. Díaz de Santos, Madrid España, (1996)
- [6] Morris, Alan. Measurement and calibration requirement for quality assurance to ISO 9000
- [7] ROTHERY Brian. ISO 14000, ISO 9000 Panorama Editorial, México, (1996)
- [8] CHOWDHURY, et. al. QS 9000 Pioneers, Irwin, USA, (1996)
- [9] HARRY, Mikel, et. al. Six Sigma The breakthrough management strategy revolutionizing the worlds Top corporations, Library of Congress cataloging in publication data, USA (2000)
- [10] Espinoza, J. Los sistemas de calidad en el área industrial de Toluca. Tesis de maestría en Ingeniería de sistemas de calidad y productividad, ITESM Campus Toluca
- [11] Montgomery, D. Design and Analysis of Experiments, 5ed. Wiley: New York (2001)
- [12] BARTLETT, James; et. al. "Organizational Research: Determining appropriate sample sizes in survey research". Information Technology, Learning, and Performance Journal. Vol 19, No. 1 Spring (2001).
- [13] Cochran, W. G. Sampling Techniques 2da. Ed. New York: Wiley (1963)

## **INTEGRATED ENVIRONMENT TO MODEL AND SIMULATE THE EXTENDED ENTERPRISE**

**Arturo Molina, Veruzcka Medina**

*Center of Integrated Manufacturing Systems (CSIM),  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM),  
Avenida E. Garza Sada 2501 Sur, C.P. 64849, Monterrey, NL, México  
armolina@itesm.mx*

Abstract: The emerging of the new global economy has forced companies to adopt innovative manufacturing practices. In this context the concept of Extended Enterprise has emerged as a model which companies are pursuing in order to remain competitive in global markets. A research project named Extended Enterprise Demonstration Factory program is being carried out in order to create reference models, methodologies and tools for the implementation of the concept of Extended Enterprise in Mexican SMEs (Small and Medium Enterprises). From this project an integrated methodology for planning and implementation of best manufacturing practice has been developed. This methodology consists of five phases: 1) Evaluation of the enterprise in terms of performance indicators; 2) Modelling and Simulation of AS-IS core process; 3) Selection of best manufacturing practices for core process enhancement; 4) Modelling and simulation of TO-BE core process; 5) Evaluation of manufacturing practices implementation in terms of their impacts and benefits. *Copyright © 2002 IFAC*

# ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIANTE BOOTSTRAP

José G. Ríos, Tania G. Ramírez<sup>1</sup>

La disponibilidad es un concepto importante en los sistemas reparables, ya que nos indica la proporción de tiempo que se espera que el sistema funcione correctamente. Generalmente la disponibilidad de un sistema no se conoce y se tiene que estimar. En este trabajo se aplica el método Bootstrap para estimar la disponibilidad de un sistema mediante un intervalo de confianza. Se hace un estudio comparativo vía simulación del desempeño del método Bootstrap estándar con el método Wang-Kececioglu (WK). El estudio comparativo se hace bajo diferentes escenarios para estudiar la robustez de estos dos métodos. La medida de desempeño es la cobertura, y se observa que el método Bootstrap es superior al método WK.

Palabras clave: Disponibilidad de un sistema, Simulación, Bootstrap, Intervalo de Confianza.

## 1. Introducción

La disponibilidad de un sistema reparable es un parámetro importante ya que indica la proporción de tiempo que el sistema esta funcionando correctamente y esta información es relevante en la toma de decisiones. Sea el tiempo de falla el tiempo que el sistema funciona correctamente hasta que falla (el cual es una variable aleatoria), y sea  $\mu_{TF}$  el tiempo promedio de falla. Sea el tiempo de reparación el tiempo durante el cual se repara el sistema después de que éste falló (el cual es una variable aleatoria), y sea  $\mu_{TR}$  el tiempo promedio de reparación. Luego, la disponibilidad del sistema  $A$ , se define como,

$$A = \frac{\mu_{TF}}{\mu_{TF} + \mu_{TR}} \quad (1)$$

Generalmente no se conoce  $\mu_{TF}$  ni  $\mu_{TR}$ , por lo tanto no se puede conocer  $A$ . Entonces se debe estimar, y el estimador puntual inmediato (sustituyendo  $\mu$  por  $\bar{X}$ ) es,

$$\hat{A} = \frac{\bar{X}_{TF}}{\bar{X}_{TF} + \bar{X}_{TR}} \quad (2)$$

donde  $\bar{X}_{TF}$  es el promedio de una muestra de tiempos de falla y  $\bar{X}_{TR}$  es el promedio de una muestra de tiempos de reparación. Pero son bien conocidas las ventajas de hacer una estimación mediante intervalo de confianza, por lo tanto nos enfocaremos en la estimación de  $A$  mediante un intervalo de confianza.

---

<sup>1</sup> Dr. José G. Ríos, Profesor del Depto. de Matemáticas, ITESM Campus Monterrey. [jrios@itesm.mx](mailto:jrios@itesm.mx)  
Tania G. Ramírez, estudiante de Posgrado de la maestría en Estadística Aplicada, ITESM Campus Monterrey.

La estimación de  $A$  mediante un intervalo de confianza de  $100(1 - \alpha)\%$  ya está resuelto para el caso en que el tiempo de falla y el tiempo de reparación siguen una distribución exponencial [1], y es:

$$\left\{ 1 + \left( \frac{1}{\hat{A}} - 1 \right) F_{\alpha/2, 2n, 2n} \right\}^{-1} < A < \left\{ 1 + \left( \frac{1}{\hat{A}} - 1 \right) F_{1-(\alpha/2), 2n, 2n} \right\}^{-1} \quad (3)$$

donde  $\hat{A}$  está dado por (2),  $F_{\delta, 2n, 2n}$  es un valor de la distribución  $F$  con  $2n$  grados de libertad en el numerador y denominador tal que  $P(F > F_{\delta, 2n, 2n}) = \delta$ , y tanto la muestra de tiempos de falla como la muestra de tiempos de reparación son de tamaño  $n$ . Sin embargo, los tiempos de falla y de reparación no necesariamente siguen una distribución exponencial, y la estimación de  $A$  mediante un intervalo de confianza sigue siendo una tarea difícil.

Wang y Kececeiglu [1] desarrollaron dos métodos no paramétricos para estimar  $A$  mediante un intervalo de confianza. En este trabajo solo consideramos lo que ellos llaman método 1 y que en este trabajo lo llamaremos método WK. Suponer que la muestra de tiempos de falla ( $T_1, T_2, \dots$ ) y la muestra de tiempos de reparación ( $t_1, t_2, \dots$ ) son de tamaño  $n$ , el intervalo de confianza  $100(1 - \alpha)\%$  no paramétrico WK para estimar  $A$  está dado por,

$$\hat{A} - \Delta A - (s_A)z_{\alpha/2} < A < \hat{A} - \Delta A + (s_A)z_{\alpha/2} \quad (4)$$

donde  $\hat{A}$  está dado por (2),  $z_\delta$  es el valor de la distribución normal estándar tal que  $P(z > z_\delta) = \delta$ .

Donde  $\Delta A = \frac{\bar{X}_{TF} S_{TR}^2 - \bar{X}_{TR} S_{TF}^2}{n(\bar{X}_{TF} + \bar{X}_{TR})^3}$ ,  $S_{TR}^2$  es la varianza de la muestra de los tiempos de reparación y

$S_{TF}^2$  es la varianza de la muestra de tiempos de falla. Además,

$$s_A^2 = \frac{\bar{X}_{TR}^2 S_{TF}^2 + \bar{X}_{TF}^2 S_{TR}^2}{n(\bar{X}_{TF} + \bar{X}_{TR})^4} - \frac{2\bar{X}_{TR}^2 (m_{3T}) + 2\bar{X}_{TF}^2 (m_{3t})}{n^2(\bar{X}_{TF} + \bar{X}_{TR})^5}, \text{ donde } m_{3T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_i - \bar{X}_{TF})^3, \text{ y}$$

$m_{3t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{X}_{TR})^3$  es decir  $m_{3T}$  y  $m_{3t}$  son el tercer momento central muestral.

Por ejemplo, suponer los siguientes tiempos hipotéticos:

Tiempos de falla: 5.1, 1.4, 1.9, 5.9, 3.2, 4.2, 1.5, 11.1, 1.8, 2.9, 3.3, 6.4, 1.7, 3.2, 2.7

Tiempos de rep. : 0.45, 0.79, 0.22, 0.76, 0.42, 0.37, 0.81, 1.51, 1.25, 0.33, 0.88, 0.75, 0.81, 1.75, 0.53

Se tiene que  $\bar{X}_{TF} = 3.75$ ,  $S_{TF}^2 = 6.596$ ,  $\bar{X}_{TR} = 0.775$ ,  $S_{TR}^2 = 0.192$ , además

$$m_{3T} = (1/15)[(5.1 - 3.75)^3 + (1.4 - 3.75)^3 + \dots + (2.7 - 3.75)^3] = 25.283$$

$$m_{3t} = (1/15)[(0.45 - 0.775)^3 + (0.79 - 0.775)^3 + \dots + (0.53 - 0.775)^3] = 0.068$$

luego para calcular (4) se tiene que  $\Delta A = [3.75(0.192) - 0.775(6.596)]/[15(3.75 + 0.775)^3] = -0.00316$

$$s_A^2 = [0.775^2(6.596) + 3.75^2(0.192)]/15(3.75 + 0.775)^4 -$$

$$[2(0.775^2)(25.283) + 2(3.75^2)(0.068)]/[15^2(3.75 + 0.775)^5] = 0.00106$$

y  $\hat{A} = 3.75/(3.75 + 0.775) = 0.829$  luego si  $1 - \alpha = 0.95$  se tiene que:  
 $0.829 + 0.00316 - 1.96(0.00106)^{1/2} < A < 0.829 + 0.00316 + 1.96(0.00106)^{1/2}$ ,  $0.768 < A < 0.896$ .

En este trabajo se hace un estudio comparativo del desempeño del intervalo de confianza de  $A$  por el método WK y el intervalo de confianza mediante Bootstrap estándar (BE) ([2], [3]). También se considera la robustez de estos métodos ya que se hará vía simulación considerando diferentes distribuciones del tiempo de falla y del tiempo de reparación.

## 2. Metodología

Para este estudio se considerará una distribución del tiempo de falla y una distribución del tiempo de reparación. Como ya se conoce la media de cada variable (tiempo de falla y tiempo de reparación), entonces ya se conoce el valor de  $A$ . Se tomará una muestra de tamaño  $n$  del tiempo de falla y una muestra de tamaño  $n$  también para el tiempo de reparación. Se estimará  $A$  mediante un intervalo de confianza  $1 - \alpha$  por el método WK y se revisará si contiene el valor de  $A$ . Se harán 1000 muestreos de tal forma que se tendrán 1000 intervalos de confianza estimado el valor de  $A$ . La medida de desempeño de este método es la cobertura, la cual es la proporción de intervalos de confianza que realmente contienen el valor de  $A$  (observe que la cobertura debe ser  $1 - \alpha$ ). Si hay evidencia de que la cobertura es mayor o igual a  $1 - \alpha$  entonces se considera que el método tiene buen desempeño.

Para tener evidencia de que tiene o no buen desempeño se aplicará una prueba de hipótesis de cobertura donde  $H_1$ : cobertura =  $1 - \alpha$  contra  $H_2$ : cobertura <  $1 - \alpha$ , cuyo estadístico de prueba es  $X$  = número de intervalos que contienen al valor de  $A$  donde es claro que  $X$  tiene distribución binomial con parámetros  $n = 1000$  y  $p = 1 - \alpha$  si  $H_0$  es cierta.

Para evaluar el método BE, Se genera una muestra de tamaño  $n$  del tiempo de falla y una muestra de tamaño  $n$  también para el tiempo de reparación (a estas muestras las llamaremos muestras originales). Mediante remuestreo (de las muestras originales de tamaño  $n$ ) con reemplazo se tomarán muestras de tamaño  $n$ , se harán 1000 estimaciones puntuales de  $A$ . Mediante esas 1000 estimaciones puntuales de  $A$ , se estimará la desviación estándar de  $\hat{A}$  (ver ecuación (2)) denotada como  $S_{\hat{A}}$ . Luego el intervalo de confianza  $1 - \alpha$  para  $A$  es:

$$\hat{A} - (z_{\alpha/2})S_{\hat{A}} < A < \hat{A} + (z_{\alpha/2})S_{\hat{A}} \quad (5)$$

Se obtendrán 1000 intervalos de confianza como se explicó en el párrafo anterior y para evaluar el desempeño del método BE se realizará la prueba de hipótesis de cobertura ya mencionada anteriormente. También se hará lo mismo para evaluar el método WK pero sin "bootstrapear".

Para evaluar la robustez de los dos métodos se consideran las siguientes distribuciones: Normal estándar, Exponencial ( $\theta = 1$ ), t de student ( $\nu = 4$ ), Lognormal ( $\mu = 0$ ,  $\sigma^2 = 1$ ), Gamma ( $\alpha = 2$ ,  $\beta = 1$ ), Weibull ( $\alpha = 2$ ,  $\beta = 1$ ). Se consideran estas distribuciones porque pueden presentar variantes importantes en el sesgo y las colas, con ello se puede apreciar la robustez de los métodos. Las distribuciones anteriores se combinan para que una sea la distribución del tiempo de falla y otra la distribución del tiempo de reparación, con ello se generan 36 casos. Cuando una distribución sea la del tiempo de falla, a la variable aleatoria generada se le aplica una transformación lineal para hacer que la media del tiempo

de falla sea 55.1 y la varianza 2747.49. Cuando sea la distribución para el tiempo de reparación se le aplica una transformación lineal para que la media del tiempo de reparación sea 2.49 y la varianza sea 7.7919. Los valores anteriores son los utilizados en [1] y por esa razón las consideraremos aquí también. Se consideran dos valores para  $1 - \alpha$ ; 0.9 y 0.95. Por supuesto, para el caso de las distribuciones normal y  $t$  de Student, se ignoraron los tiempos negativos generados.

Con respecto a la transformación lineal, suponer que  $X$  es una variable aleatoria con función de densidad  $f(x)$  y parámetros conocidos  $\theta_1$  y  $\theta_2$ . Aquí,  $f(x)$  es una de las seis distribuciones mencionadas. Luego, la variable aleatoria  $Y$  es de la forma  $Y = aX + b$  donde  $E(Y)$  y  $\text{Var}(Y)$  son la media y varianza respectivamente cuyos valores ya están determinados y fueron tomados de [1]. Luego, tenemos el sistema de ecuaciones lineales

$$E(Y) = aE(X) + b \quad \text{y} \quad \text{Var}(Y) = a^2 \text{Var}(X)$$

donde  $E(X)$  y  $\text{Var}(X)$  es la media y varianza de  $X$  respectivamente que ya son conocidas porque son funciones de  $\theta_1$  y  $\theta_2$ . Resolviendo para  $a$  y  $b$  se tiene que;

$$a = \left( \frac{\text{Var}(Y)}{\text{Var}(X)} \right)^{1/2} \quad \text{y} \quad b = E(Y) - \left( \frac{\text{Var}(Y)}{\text{Var}(X)} \right)^{1/2} E(X)$$

Luego, con estos valores de  $a$  y  $b$  se tiene una transformación lineal que genera una variable aleatoria con una media y varianza predeterminada, manteniendo las características de la variable original  $X$ .

Los valores de  $n$  (el tamaño de las muestras) que se consideran en este trabajo son: 20, 30, 50 y 100. La generación de variables aleatorias y la simulación completa se programó en lenguaje C, utilizando el generador de distribución uniforme de [4].

### 3. Resultados y Discusión

En el apéndice de este artículo aparecen las tablas que presentan los resultados obtenidos en la prueba de hipótesis de la cobertura (Tabla 2 a la 5). El asterisco en algunos p-valores que aparecen en las tablas, significa que se rechaza  $H_0$  con  $\alpha = 0.05$ . En esta sección se presenta la tabla 1 a manera de resumen de las tablas completas que se presentan en el apéndice.

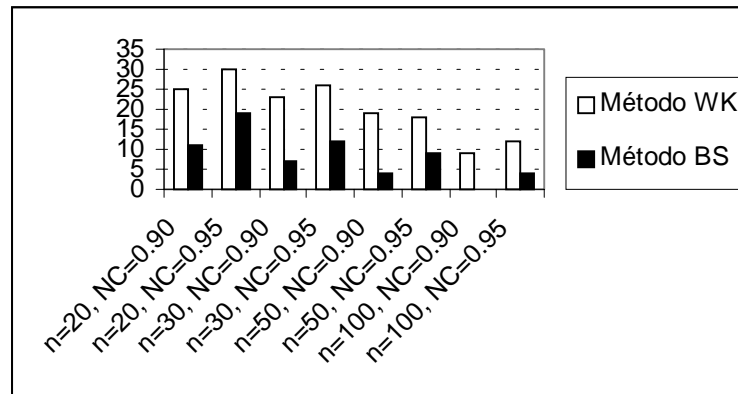
La tabla 2 muestra los resultados para muestras de tamaño 20. En la primera columna se indica la distribución del tiempo de falla, en la segunda columna se indica la distribución del tiempo de reparación. Los resultados de la columna 3 a la 6 se refieren al intervalo de confianza del 90%. La columna 3 indica el valor del estadístico de prueba  $\bar{X}$  para el método WK, la columna 4 indica su p-valor. La columna 5 muestra el valor del estadístico de prueba  $\bar{X}$  para el método BS y en la columna 6 se muestra su p-valor. De la columna 7 a la columna 10 se muestran los resultados para intervalos de confianza del 95% (este formato se aplica al resto de las tablas). Los resultados de la tabla 1 sugieren un mejor desempeño del método BS ya que el número de casos significativos es menor que con el método WK, sin embargo se ve que cuando una de las distribuciones es la Lognormal, ambos métodos tienen un desempeño pobre.

La tabla 3 muestra los resultados para muestras de tamaño 30. Aquí se observa nuevamente la superioridad del método BS ya que es menor el número de casos que son significativos al 5%. Sin embargo se sigue observando el pobre desempeño cuando se trabaja con la distribución Lognormal.

T. de Falla	T. de Reparación	1 - $\alpha$ = 0.90				1 - $\alpha$ = 0.95			
		X (WK)	p-valor	X (BS)	p-valor	X (WK)	p-valor	X (BS)	p-valor
Normal	Exponencial	886	0.079299	917	0.970073	934	0.01493*	945	0.252882
Normal	T de Student	909	0.841762	930	0.999622	945	0.252882	958	0.893704
Normal	Lognormal	857	0.00001*	891	0.184348	894	0.00000*	908	0.00000*
Normal	Gamma	894	0.277914	910	0.866596	925	0.00041*	938	0.05111
Normal	Weibull	906	0.751012	923	0.994746	936	0.02843*	953	0.688465
Exponencial	T de Student	878	0.01343*	895	0.313774	926	0.00065*	938	0.05111
Exponencial	Lognormal	842	0.00000*	867	0.00049*	890	0.00000*	912	0.00000*
Exponencial	Gamma	869	0.00097*	883	0.04334*	914	0.00000*	933	0.01059*
Exponencial	Weibull	873	0.00338*	894	0.277914	934	0.01493*	953	0.688465
T de Student	Lognormal	845	0.00000*	867	0.00049*	887	0.00000*	914	0.00000*
T de Student	Gamma	880	0.02200*	899	0.473401	921	0.00006*	936	0.02843*
T de Student	Weibull	891	0.184348	913	0.924894	931	0.00511*	949	0.462471
Lognormal	Gamma	865	0.00024*	887	0.095408	910	0.00000*	931	0.00511*
Lognormal	Weibull	867	0.00049*	890	0.158258	940	0.086732	953	0.688465
Gamma	Weibull	889	0.134776	908	0.814168	918	0.00001*	939	0.067063

**Tabla 1.** Resumen de lo presentado en el apéndice con  $n = 30$ .

La tabla 4 muestra los resultados para muestras de tamaño 50. También aquí se observa la superioridad del método BS pero se tiene pobre desempeño con la distribución Lognormal. La tabla 5 muestra los resultados para muestras de tamaño 100. Aquí se observa la superioridad del método BS e incluso con la distribución Lognormal, claro esto se debe al tamaño grande de la muestra. En general, se recomienda aplicar el método BS ya que se observa que el método BS es superior al WK. La figura 1 muestra el número de pruebas de hipótesis significativas al 5% de un total de 36 combinaciones de distribuciones para el tiempo de falla y de reparación, esta figura sugiere que el método BS es mejor. También se observa la mejoría en el desempeño conforme se aumenta el tamaño de la muestra.



**Figura 1.** Cantidad de pruebas significativas al 5%.

#### 4. Conclusiones

En este trabajo se realizó un estudio comparativo de desempeño vía simulación de los métodos WK y BS para estimar la disponibilidad de un sistema mediante un intervalo de confianza. La medida de desempeño es la cobertura, que es la proporción de intervalos que contienen al valor de  $\bar{A}$ . En general se observa que el método BS es superior al método WK. Sin embargo ambos tienen un pobre desempeño cuando se trabaja con la distribución Lognormal sobre todo con muestras de tamaño menor a 100.

#### 5. Referencias

- [1] Wendai Wang y Dimitri B. Kececioglu. Confidence Limits on the Inherent Availability of Equipment. Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium, pp 162-167 (2000).

- [2] Efron Bradly y Tibshirany Robert J. An Introduction to the Bootstrap. Chapman & Hall (1993).  
 [3] Michael R. Chernick. Bootstrap Methods. Wiley (1999).  
 [4] Press W. H., Teukolsky S. A y otros. Numerical Recipes in C, Second edition. Cambridge University Press (1994).

## APÉNDICE

T. de Falla	T. de Reparación	1 - $\alpha$ = 0.90				1 - $\alpha$ = 0.95			
		X(WK)	p-valor	X(BS)	p-valor	X(WK)	p-valor	X(BS)	p-valor
Normal	Normal	900	0.51542	927	0.99873	938	0.05111	959	0.91936
Normal	Exponencial	856	0.00001*	889	0.13478	900	0.00000*	918	0.00001*
Normal	T de Student	904	0.67845	926	0.99815	939	0.06706	954	0.73904
Normal	Lognormal	830	0.00000*	877	0.01036*	879	0.00000*	911	0.00000*
Normal	Gamma	886	0.07930	910	0.86660	927	0.00101*	944	0.21008
Normal	Weibull	900	0.51542	922	0.99275	929	0.00233*	948	0.40582
Exponencial	Normal	885	0.06537	911	0.88868	918	0.00001*	939	0.06706
Exponencial	Exponencial	850	0.00000*	891	0.18435	887	0.00000*	913	0.00000*
Exponencial	T de Student	861	0.00005*	892	0.21304	937	0.03839*	959	0.91936
Exponencial	Lognormal	804	0.00000*	852	0.00000*	879	0.00000*	922	0.00010*
Exponencial	Gamma	859	0.00002*	888	0.11386	906	0.00000*	933	0.01059*
Exponencial	Weibull	839	0.00000*	876	0.00793*	903	0.00000*	927	0.00101*
T de Student	Normal	887	0.09541	914	0.93931	947	0.35140	954	0.73904
T de Student	Exponencial	843	0.00000*	877	0.01036*	909	0.00000*	937	0.03839*
T de Student	T de Student	898	0.43180	914	0.93931	924	0.00026*	938	0.05111
T de Student	Lognormal	846	0.00000*	872	0.00251*	873	0.00000*	909	0.00000*
T de Student	Gamma	873	0.00338*	896	0.35160	912	0.00000*	932	0.00741*
T de Student	Weibull	880	0.02200*	903	0.63934	927	0.00101*	947	0.35140
Lognormal	Normal	851	0.00000*	882	0.03486*	903	0.00000*	938	0.05111
Lognormal	Exponencial	840	0.00000*	878	0.01343*	874	0.00000*	908	0.00000*
Lognormal	T de Student	838	0.00000*	879	0.01726*	886	0.00000*	921	0.00006*
Lognormal	Lognormal	795	0.00000*	845	0.00000*	871	0.00000*	914	0.00000*
Lognormal	Gamma	826	0.00000*	865	0.00024*	891	0.00000*	925	0.00041*
Lognormal	Weibull	853	0.00000*	886	0.07930	906	0.00000*	934	0.01493*
Gamma	Normal	897	0.39106	917	0.97007	925	0.00041*	941	0.11056
Gamma	Exponencial	855	0.00000*	890	0.15826	896	0.00000*	927	0.00101*
Gamma	T de Student	884	0.05345	910	0.86660	938	0.05111	962	0.96934
Gamma	Lognormal	828	0.00000*	877	0.01036*	872	0.00000*	913	0.00000*
Gamma	Gamma	864	0.00017*	903	0.63934	905	0.00000*	935	0.02075*
Gamma	Weibull	867	0.00049*	898	0.43180	920	0.00003*	947	0.35140
Weibull	Normal	889	0.13478	918	0.97690	947	0.35140	962	0.96934
Weibull	Exponencial	869	0.00097*	906	0.75101	891	0.00000*	914	0.00000*
Weibull	T de Student	875	0.00602*	909	0.84176	949	0.46247	956	0.82671
Weibull	Lognormal	827	0.00000*	890	0.15826	884	0.00000*	907	0.00000*
Weibull	Gamma	867	0.00049*	895	0.31377	922	0.00010*	944	0.21008
Weibull	Weibull	895	0.31377	922	0.99275	918	0.000001*	941	0.11056

\* Significativo al 5%.

**Tabla 2.** Prueba de hipótesis de cobertura para muestras originales de tamaño 20.



T. de Falla	T. de Reparación	1 - $\alpha$ = 0.90				1 - $\alpha$ = 0.95			
		X(WK)	p-valor	X(BS)	p-valor	X(WK)	p-valor	X(BS)	p-valor
Normal	Normal	900	0.51542	922	0.99275	955	0.78532	968	0.99780
Normal	Exponencial	886	0.07930	917	0.97007	934	0.01493*	945	0.25288
Normal	T de Student	909	0.84176	930	0.99962	945	0.25288	958	0.89370
Normal	Lognormal	857	0.00001*	891	0.18435	894	0.00000*	908	0.00000*
Normal	Gamma	894	0.27791	910	0.86660	925	0.00041*	938	0.05111
Normal	Weibull	906	0.75101	923	0.99475	936	0.02843*	953	0.68847
Exponencial	Normal	870	0.00134*	893	0.24427	938	0.05111	949	0.46247
Exponencial	Exponencial	864	0.00017*	891	0.18435	925	0.00041*	946	0.30017
Exponencial	T de Student	878	0.01343*	895	0.31377	926	0.00065*	938	0.05111
Exponencial	Lognormal	842	0.00000*	867	0.00049*	890	0.00000*	912	0.00000*
Exponencial	Gamma	869	0.00097*	883	0.04334*	914	0.00000*	933	0.01059*
Exponencial	Weibull	873	0.00338*	894	0.27791	934	0.01493*	953	0.68847
T de Student	Normal	892	0.21304	913	0.92489	940	0.08673	952	0.63444
T de Student	Exponencial	883	0.04334*	912	0.90807	933	0.01059*	948	0.40582
T de Student	T de Student	892	0.21304	918	0.97690	939	0.06706	959	0.91936
T de Student	Lognormal	845	0.00000*	867	0.00049*	887	0.00000*	914	0.00000*
T de Student	Gamma	880	0.02200*	899	0.47340	921	0.00006*	936	0.02843*
T de Student	Weibull	891	0.18435	913	0.92489	931	0.00511*	949	0.46247
Lognormal	Normal	856	0.00001*	871	0.00184*	920	0.00003*	939	0.06706
Lognormal	Exponencial	848	0.00000*	874	0.00453*	903	0.00000*	923	0.00016*
Lognormal	T de Student	871	0.00184*	891	0.18435	904	0.00000*	930	0.00347*
Lognormal	Lognormal	818	0.00000*	863	0.00012*	878	0.00000*	915	0.00000*
Lognormal	Gamma	865	0.00024*	887	0.09541	910	0.00000*	931	0.00511*
Lognormal	Weibull	867	0.00049*	890	0.15826	940	0.08673	953	0.68847
Gamma	Normal	891	0.18435	910	0.86660	927	0.00101*	940	0.08673
Gamma	Exponencial	879	0.01726*	904	0.67845	918	0.00001*	938	0.05111
Gamma	T de Student	872	0.00251*	896	0.35160	937	0.03839*	951	0.57799
Gamma	Lognormal	862	0.00008*	891	0.18435	895	0.00000*	910	0.00000*
Gamma	Gamma	896	0.35160	921	0.99013	944	0.21008	956	0.82671
Gamma	Weibull	889	0.13478	908	0.81417	918	0.00001*	939	0.06706
Weibull	Normal	898	0.43180	924	0.99624	947	0.35140	961	0.95665
Weibull	Exponencial	882	0.03486*	896	0.35160	917	0.00001*	930	0.00347*
Weibull	T de Student	886	0.07930	912	0.90807	941	0.11056	950	0.52026
Weibull	Lognormal	852	0.00000*	892	0.21304	890	0.00000*	915	0.00000*
Weibull	Gamma	865	0.00024*	893	0.24427	934	0.01493*	947	0.35140
Weibull	Weibull	869	0.00097*	880	0.02200*	938	0.05111	950	0.52026

\* Significativo al 5%.

**Tabla 3.** Prueba de hipótesis de cobertura para muestras originales de tamaño 30.

T. de Falla	T. de Reparación	1 - $\alpha$ = 0.90				1 - $\alpha$ = 0.95			
		X(WK)	p-valor	X(BS)	p-valor	X(WK)	p-valor	X(BS)	p-valor
Normal	Normal	902	0.59885	913	0.92489	949	0.46247	954	0.73904
Normal	Exponencial	879	0.01726*	904	0.67845	940	0.08673	951	0.57799
Normal	T de Student	915	0.95150	923	0.99475	946	0.30017	957	0.86287
Normal	Lognormal	875	0.00602*	894	0.27791	912	0.00000*	921	0.00006*
Normal	Gamma	883	0.04334*	906	0.75101	942	0.13892	952	0.63444
Normal	Weibull	891	0.18435	902	0.59885	939	0.06706	954	0.73904
Exponencial	Normal	876	0.00793*	894	0.27791	937	0.03839*	946	0.30017
Exponencial	Exponencial	879	0.01726*	895	0.31377	925	0.000041*	936	0.02843*
Exponencial	T de Student	880	0.02200*	899	0.47340	940	0.08673	948	0.40582
Exponencial	Lognormal	846	0.00000*	866	0.00035*	926	0.00065*	942	0.13892
Exponencial	Gamma	885	0.06537	899	0.47340	924	0.00026*	936	0.02843*
Exponencial	Weibull	874	0.00453*	889	0.13478	934	0.01493*	943	0.17206
T de Student	Normal	913	0.92489	927	0.99873	946	0.30017	955	0.78532
T de Student	Exponencial	881	0.02781*	898	0.43180	942	0.13892	952	0.63444
T de Student	T de Student	898	0.43180	911	0.88868	953	0.68847	961	0.95665
T de Student	Lognormal	866	0.00035*	880	0.02200*	905	0.00000*	916	0.00000*
T de Student	Gamma	908	0.81417	924	0.99624	949	0.46247	960	0.94019
T de Student	Weibull	913	0.92489	926	0.99815	944	0.21008	951	0.57799
Lognormal	Normal	873	0.00338*	891	0.18435	942	0.13892	952	0.63444
Lognormal	Exponencial	855	0.00000*	873	0.00338*	919	0.00002*	933	0.01059*
Lognormal	T de Student	872	0.00251*	892	0.21304	932	0.00741*	938	0.05111
Lognormal	Lognormal	862	0.00008*	885	0.06537	900	0.00000*	919	0.00002*
Lognormal	Gamma	866	0.00035*	878	0.01343*	923	0.00016*	935	0.02075*
Lognormal	Weibull	872	0.00251*	886	0.07930	928	0.00154*	940	0.08673
Gamma	Normal	887	0.09541	903	0.63934	938	0.05111	951	0.57799
Gamma	Exponencial	874	0.00453*	887	0.09541	934	0.01493*	943	0.17206
Gamma	T de Student	899	0.47340	910	0.86660	943	0.17206	953	0.68847
Gamma	Lognormal	877	0.01036*	894	0.27791	910	0.00000*	924	0.00026*
Gamma	Gamma	884	0.05345	902	0.59885	935	0.02075*	946	0.30017
Gamma	Weibull	886	0.07930	900	0.51542	937	0.03839*	948	0.40582
Weibull	Normal	884	0.05345	905	0.71578	940	0.08673	952	0.63444
Weibull	Exponencial	886	0.07930	899	0.47340	938	0.05111	948	0.40582
Weibull	T de Student	894	0.27791	906	0.75101	953	0.68847	963	0.97885
Weibull	Lognormal	879	0.01726*	906	0.75101	909	0.00000*	928	0.00154*
Weibull	Gamma	897	0.39106	904	0.67845	928	0.00154*	944	0.21008
Weibull	Weibull	887	0.09541	898	0.43180	939	0.06706	947	0.35140

\* Significativo al 5%.

**Tabla 4.** Prueba de hipótesis de cobertura para muestras originales de tamaño 50.

T. de Falla	T. de Reparación	1 - $\alpha$ = 0.90				1 - $\alpha$ = 0.95			
		X(WK)	p-valor	X(BS)	p-valor	X(WK)	p-valor	X(BS)	p-valor
Normal	Normal	916	0.96168	924	0.99624	957	0.86287	958	0.89370
Normal	Exponencial	888	0.11386	898	0.43180	944	0.21008	945	0.25288
Normal	T de Student	903	0.63934	904	0.67845	945	0.25288	949	0.46247
Normal	Lognormal	894	0.27791	899	0.47340	925	0.00041*	931	0.00511*
Normal	Gamma	906	0.75101	913	0.92489	949	0.46247	953	0.68847
Normal	Weibull	888	0.11386	895	0.31377	947	0.35140	952	0.63444
Exponencial	Normal	883	0.04334*	893	0.24427	948	0.40582	949	0.46247
Exponencial	Exponencial	864	0.00017*	880	0.02200	926	0.00065*	933	0.01059*
Exponencial	T de Student	898	0.43180	906	0.75101	945	0.25288	943	0.17206
Exponencial	Lognormal	892	0.21304	900	0.51542	931	0.00511*	942	0.13892
Exponencial	Gamma	885	0.06537	892	0.21304	940	0.08673	949	0.46247
Exponencial	Weibull	898	0.43180	899	0.47340	935	0.02075*	941	0.11056
T de Student	Normal	911	0.88868	915	0.95150	955	0.78532	954	0.73904
T de Student	Exponencial	907	0.78387	914	0.93931	943	0.17206	947	0.35140
T de Student	T de Student	903	0.63934	906	0.75101	964	0.98578	968	0.99780
T de Student	Lognormal	886	0.07930	896	0.35160	934	0.01493*	940	0.08673
T de Student	Gamma	892	0.21304	897	0.39106	958	0.89370	963	0.97885
T de Student	Weibull	905	0.71578	914	0.93931	951	0.57799	955	0.78532
Lognormal	Normal	867	0.00049*	876	0.00793	948	0.40582	949	0.46247
Lognormal	Exponencial	881	0.02781*	891	0.18435	931	0.00511*	939	0.06706
Lognormal	T de Student	897	0.39106	896	0.35160	935	0.02075*	944	0.21008
Lognormal	Lognormal	860	0.00004*	879	0.01726	944	0.21008	947	0.35140
Lognormal	Gamma	867	0.00049*	879	0.01726	934	0.01493*	945	0.25288
Lognormal	Weibull	888	0.11386	892	0.21304	934	0.01493*	943	0.17206
Gamma	Normal	887	0.09541	903	0.63934	947	0.35140	951	0.57799
Gamma	Exponencial	874	0.00453*	887	0.09541	939	0.06706	943	0.17206
Gamma	T de Student	899	0.47340	910	0.86660	951	0.57799	954	0.73904
Gamma	Lognormal	877	0.01036*	894	0.27791	924	0.00026*	937	0.03839*
Gamma	Gamma	884	0.05345	902	0.59885	945	0.25288	949	0.46247
Gamma	Weibull	886	0.07930	900	0.51542	948	0.40582	951	0.57799
Weibull	Normal	884	0.05345	905	0.71578	938	0.05111	945	0.25288
Weibull	Exponencial	886	0.07930	899	0.47340	933	0.01059*	938	0.05111
Weibull	T de Student	894	0.27791	906	0.75101	942	0.13892	947	0.35140
Weibull	Lognormal	879	0.01726*	906	0.75101	931	0.00511*	936	0.02843*
Weibull	Gamma	897	0.39106	904	0.67845	943	0.17206	948	0.40582
Weibull	Weibull	887	0.09541	898	0.43180	938	0.05111	940	0.08673

\* Significativo al 5%.

**Tabla 5.** Prueba de hipótesis de cobertura para muestras originales de tamaño 100.

# EVOLUCIÓN DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS DESDE 1912 HASTA EL 2002

Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón<sup>1</sup>, Rosalinda Martínez Garza<sup>2</sup>

A través de los años la teoría de inventarios ha tenido un gran auge, debido a esto se ha incrementado el número de modelos que son utilizados para determinar la cantidad económica a comprar o producir. En este trabajo se presenta una revisión de la literatura sobre la teoría de inventarios desde su origen en 1912 hasta el 2002. Cabe mencionar que sería ambicioso tratar de cubrir la variedad de modelos de inventarios debido al tiempo limitado con el que se cuenta en los cursos que tratan sobre la administración de inventarios, es por ello que se requiere de un documento que contenga la historia y la variedad de modelos de la teoría de inventarios. El documento contiene una tabla que muestra el año, autor(es) y una breve descripción de cada contribución. El documento enlista 415 contribuciones y éstas serán de ayuda para los alumnos interesados en profundizar en el tema y además servirá de referencia para los maestros que impartan clases que cubran el tema de teoría de inventarios.

Palabras clave: Teoría de inventarios, modelo EOQ, modelo EPQ.

## 1. Introducción

En el Tecnológico de Monterrey se imparten las materias Administración de la Producción I (IN00881) y Administración de Operaciones (CD00871). La primera materia forma parte del plan de estudios de las carreras IIS, IMA, e IQA. La segunda materia forma parte del plan de estudios de las carreras de LAE y LIN. Ambas asignaturas tienen como objetivo primordial que el alumno aprenda a determinar la cantidad económica a comprar o producir usando modelos de inventarios.

Es importante mencionar que en el transcurso de un semestre normal de clases sería muy complicado e imposible cubrir la variedad de modelos de inventario que se han desarrollado desde 1912 hasta la fecha, debido al tiempo limitado con el que se cuenta para cubrir los temas que integran el curso. Por esta razón, puede ser que los alumnos se lleven una perspectiva errónea de que sólo existen los modelos de inventario cubiertos en clase. Por otro lado, si los estudiantes desean profundizar más en la **teoría de inventarios** interesándose por conocer la variedad de modelos que existen; ellos tendrían que hacer una búsqueda exhaustiva para obtener todo lo que desean aprender.

Los objetivos de este trabajo son realizar una revisión bibliográfica desde el origen de la **teoría de inventarios** hasta la fecha y crear un documento que sea de utilidad para que los estudiantes de las carreras de IIS, IMA, IQA, LAE y LIN puedan tener una visión más amplia con respecto a la historia y el alcance de la **teoría de inventarios**. También se espera que el documento sirva de referencia a los profesores que impartan las materias de Administración de la Producción I y Administración de Operaciones.

---

<sup>1</sup> Es profesor asociado del departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Tec de Monterrey, Campus Monterrey

<sup>2</sup> Es alumna de 7º semestre de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Tec de Monterrey, Campus Monterrey

## 2. Metodología

Los pasos realizados en la investigación fueron los siguientes:

- a) Búsqueda de la literatura,
- b) Recopilación de las fuentes bibliográficas,
- c) Revisión de la literatura,
- d) Clasificación de las fuentes de acuerdo con los factores que emplean en su modelo de inventario, y
- e) Elaboración de una clasificación de inventarios y un documento con las contribuciones a través del tiempo.

Con respecto a la búsqueda y recopilación de la literatura, en total se reunieron 200 artículos de los cuales se seleccionaron 130. Las fuentes bibliográficas fueron extraídas de la Biblioteca del Tecnológico de Monterrey, algunas de ellas están en formato impreso mientras que otras están en formato electrónico. Una vez que estas publicaciones fueron analizadas; se procedió a realizar una clasificación de las consideraciones que emplean los modelos de inventarios.

## 3. Resultados y Discusión

En 1912 Babcock derivó una fórmula para calcular el tamaño de lote más económico, pero no la publicó porque sentía que las ecuaciones cúbicas que usaba no serían empleadas por los operarios en el departamento de producción. Más adelante, D.B. Carter (1924) usó una versión simplificada de la fórmula de Babcock. En 1913, Harris Ford publicó la fórmula para determinar la cantidad económica a ordenar (EOQ). Raymond (1931) después de varios años de investigación dedujo que Harris era el creador de la fórmula del EOQ, la cual es mejor conocida como la fórmula de Wilson; debido a que R.H. Wilson (1927-1934) fue el encargado de enseñar y difundir el uso de la fórmula del EOQ. En 1918 E. W. Taft introdujo un nuevo modelo de inventario para tomar en consideración el caso donde los productos son fabricados y colocados en inventario a través de un periodo de tiempo. Este modelo es una extensión de la clásica fórmula del EOQ la cual incorpora una razón de producción finita y se le conoce como **modelo EPQ**. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

Después de la aparición del **modelo EOQ**, el tamaño del lote de inventario ha sido un tema considerable de investigación; debido a lo anterior, investigadores han desarrollado nuevos modelos de inventario en los cuales le agregan o eliminan diferentes parámetros ocasionando que el número total de modelos existentes esté incrementando a una razón muy rápida. Se encontró que existen modelos de inventarios que consideran: (1) inflación, (2) descuentos y periodo de crédito, (3) la naturaleza de la demanda, (4) restricciones, (5) mantenimiento preventivo e interrupciones de la máquina, (6) la filosofía justo a tiempo, (7) cantidad requerida es incierta, (8) productos que se deterioran, (9) variación en los costos, (10) costos de transportación, (11) producción multi-etapas, (12) efectos de la pérdida de ventas, (13) curva de aprendizaje, (14) productos defectuosos, (15) materias primas, (16) reparación, (17) relación proveedor-cliente, (18) y empaquetamiento.

**Inflación:** Administradores de inventario deben considerar el impacto de este término ya que si no lo hicieran podrían tomar decisiones erróneas y estarían considerando costos de inventario más elevados de lo normal. Algunos de los modelos desarrollados son: Los de incremento de costo simple: Naddor (1966), Love (1979), Lev, y Weiss, Soyster (1978). Los de incremento de costo continuo: Aggarwal (1978), Bierman y Thomas (1977), y Buzacott (1975). [8,9, 10]

**Descuentos y periodo de crédito:** La literatura sobre políticas de inventario bajo condiciones de incentivos ha sido clasificada por su naturaleza en precio de descuento y periodo de crédito. En la vida diaria se pueden presentar diferentes situaciones en donde se presentan los descuentos, una de ellas es cuando se ofrecen incentivos especiales para motivar al comprador a ordenar cantidades mayores que las regulares y la otra sucede cuando se le anuncia al comprador que el precio va a incrementar. Ejemplos de modelos con precio de descuento son: Ardalán (1987), Arcelus y Srinivasan (1990), Aucamp y Kuzdrall (1986), Baker (1976); modelos en donde el incremento de precio es anunciado son: Goyal (1977, 1991), Lev y Soyster (1979), Tersine (1988), Yanasse (1990). Los modelos con periodo de crédito son aquellos en donde en vez de ofrecer un descuento, el vendedor puede extender la fecha de pago a un tiempo determinado; en esta división están los modelos de: Davis y Gaither (1985), Arcelus y Srinivasan (1988, 1990), Arcelus, Goyal y Srinivasan (1991). Tersine y Toelle (1985) examinan diferentes situaciones para determinar el tamaño del lote: la primera de ellas es en donde la demanda es estacionaria y todas las unidades tienen descuento; ejemplos de este apartado son: Crowther (1964) y Gorham (1970); la segunda es cuando la demanda es estacionaria y los descuentos son incrementales; la tercera es cuando la demanda no es estacionaria y todas las unidades cuentan con descuento; ejemplos de esta situación son: Callarman y Whybark (1981), Majewicz y Swanson (1978); la cuarta es cuando la demanda no es estacionaria y los descuentos son incrementales. Guder y Zidiak (2000) consideran el problema de almacenamiento de inventario de múltiples artículos que comparten un mismo recurso, como el espacio del almacén donde el vendedor ofrece cantidad de descuentos; entre otros muchos modelos más. Ardalán (1988) consideró dos variables de decisión fundamentales de una política de inventario: cantidad a ordenar y tiempo; la situación es cuando el proveedor reduce el precio de un artículo temporalmente, el comprador puede ser capaz de mejorar la efectividad del sistema de inventario al poner una orden especial durante un periodo de venta. Davis y Gaither (1986) trataron tres tipos específicos de ofertas y proveyeron una manera simple a los administradores de materiales para calcular cantidades a ordenar que minimicen los costos y consideren la razón de retorno de inversión de los fondos liberados por la demora de la cuenta. [11, 12, 13, 14, 15, 16]

**La naturaleza de la demanda:** Existen diferentes tipos de demanda: constante, de distribución conocida, de distribución desconocida, y dinámica. Históricamente, con modelos de inventario de periodo simple, se asume que la demanda es estocástica con una distribución conocida. Modelos de inventario tradicionales suponen que la demanda es constante. Urban y Baker (1996) propusieron un modelo de inventario de periodo simple en donde la demanda del producto es una función determinística, multivariable de precio, tiempo y nivel de inventario. Gupta y Vrat (1986) propusieron un modelo en donde la razón de demanda no es conocida, pero es dependiente de la cantidad a ordenar y del punto de reorden. Silver y Peterson (1985) notaron que en el caso en que la razón de demanda es determinística, constante y con reabastecimiento instantáneo, es óptimo dejar que el nivel de inventario alcance cero antes de reordenar. Para el caso de demanda dinámica se cuenta con el algoritmo de Wagner-Whitin para encontrar la solución óptima al problema de determinar el tamaño del lote económico. [17, 18, 19]

**Restricciones:** Frecuentemente se da el caso en que la producción del tamaño de lote clásico pueda requerir el uso de varios recursos que están disponibles; estos pueden ser dólares a invertir en inventario, pies cúbicos de espacio del almacén o las horas del sistema. En la mayoría de organizaciones el almacén contiene varios artículos que ocupan una gran cantidad de espacio; cuando éste se convierte en restricción, el costo del espacio del almacén puede convertirse en un factor crítico; Joshi (1990) propone una extensión del **modelo EOQ** considerando el costo del espacio del almacén para artículos voluminosos, económicos y de bajo riesgo, donde el impacto de costos de almacén es probablemente muy significativo. Churchman et al (1957) proveen las primeras soluciones al modelo de inventarios sujeto a restricciones sobre espacio de almacén y horas de servicio y trataron con una y múltiples restricciones. Smith (1970) considera la restricción de horas del sistema. Dieck, Yeralan y Salari (1988) presentaron soluciones para el problema determinístico de inventario para multi-artículos con restricciones de presupuesto o espacio. [20, 21, 22]

**Mantenimiento preventivo e interrupciones de la máquina:** Mantenimiento es definido como una combinación de acciones llevadas a cabo para conservar una máquina o restaurarla a una condición aceptable. Groenevelt et al. (1992) se enfocaron en los efectos de las interrupciones y mantenimiento correctivo de las máquinas sobre las decisiones de tamaño de lote económico. Berg et al. (1994) exploraron un sistema de producción consistente de un número de máquinas que operan continuamente pero la producción se detendrá cuando cesen de trabajar debido a varias consideraciones que envuelven costos, mantenimiento, y límite de capacidad de inventario. Lee y Rung (2000) consideraron políticas del tamaño del lote en sistemas de producción en serie multi-etapa con máquinas propensas a fallar. Abboud y Salameh (1987) desarrollaron un modelo de inventario de producción finita de cómo la indisponibilidad de la máquina afecta la cantidad óptima de producción. Salameh y Gatas (2001) desarrollaron un modelo matemático que asume que el mantenimiento regular preventivo aumentará la condición de la unidad de producción a un nivel aceptable que prevenga cualquier falla, y de igual forma, mantenga la misma calidad de salida como en entrada. [23, 24, 25, 26]

**Just-in-time (JIT):** Dos de las técnicas más populares de administración de inventario en uso hoy en día son: el "Justo a Tiempo" (JIT) y el modelo de Cantidad Económica a Ordenar (EOQ). El primero es diseñado para eliminar virtualmente la necesidad de mantener artículos en inventario y, por esta razón, requiere un registro de la producción entera y abastecimiento del sistema. En años recientes, la literatura en el área de sistemas de producción y manufactura está predominantemente influenciada por el JIT en términos de aspectos de manufactura y compras. Aggrawal y Dave (1995) presentaron un modelo que recomienda la decisión de compra óptima en un ambiente de JIT dentro del marco de referencia de un modelo con precio de descuentos. Fazel, Fisher y Gilbert (1998) presentaron un comparativo de la función del costo que propone mostrar dónde el ordenar inventario bajo el sistema EOQ o JIT puede ser el más efectivo en costo. Chyr, Ming Lin y Ho (1990) mostraron una comparación entre el sistema de producción del JIT y del EOQ basado en el concepto de costo total unitario. [27, 28, 29, 30, 31]

**Cantidad recibida es incierta:** En la práctica, la cantidad recibida no puede ser la misma que la ordenada debido a varias razones tales como el rechazo durante la inspección, daño o rotura en tránsito. Silver (1976) extendió el modelo de tamaño de lote simple de Wilson para incluir el caso donde la cantidad recibida no es necesariamente igual a la cantidad ordenada. Kalro y Gohil (1982) describieron un modelo de tamaño de lote con faltantes cuando la cantidad recibida es incierta y Mak (1986) desarrolló un modelo matemático para un sistema de inventario cuando la cantidad ordenada es incierta. [32, 33]

**Deterioro y obsolescencia de inventario:** Deterioración es definida como decadencia, daño, evaporación, obsolescencia, pérdida de utilidad o pérdida de valor marginal de la mercancía que resulta un decrecimiento de utilidad. Ghare y Schrader (1963) fueron los primeros en considerar el efecto de la deterioración en artículos almacenados. La clasificación de los modelos de inventario de deterioración es: 1) modelos para inventario con tiempo de vida fijo, 2) modelos para inventario con tiempo de vida aleatorio, 3) modelos para inventario el cual decae correspondiendo al decrecimiento proporcional de inventario en términos de utilidad o cantidad física. Mientras que obsolescencia se refiere a artículos que pierden valor a través del tiempo por rápidos cambios de tecnología o la introducción de un nuevo producto por un competidor; Jain y Silver (1994) determinaron la política óptima a ordenar para un tiempo de vida aleatorio para un producto potencialmente obsoleto percedero y Cooper (1926) agregó y permitió los términos de obsolescencia y deterioración. [34, 35, 36, 37]

**Variación en los costos:** Algunos modelos EOQ permiten que un parámetro simple cambie con el tiempo; uno de estos puede ser el costo. Eck trató un modelo con incremento de precios anticipados; Lev y Weiss (1990) consideraron casos donde el precio de los artículos incrementan y decrece. Chan, Xia y Choo (1999) consideraron el problema de determinar cantidades a ordenar de un producto simple

para satisfacer la demanda conocida a través de un conjunto finito de periodos futuros con parámetros de costos variantes. [38, 39, 40, 41]

**Costos de transportación:** La incorporación de estos costos en el análisis de cantidades a ordenar ha recibido escasa atención en la literatura. Whybark (1971) mencionó que el precio de compra unitario puede incluir los costos de transportación en orden para incorporar calidad relacionada con ahorros de transportación en el análisis. Gupta (1992) trató con un modelo de inventario donde los costos de transportación son considerados explícitamente; mientras que Larson (1988) proveyó un modelo para Cantidad Económica de Transporte (ETQ) con cantidades de descuento sobre la carga en el flete. [42, 43]

**Producción multi-etapa:** Una deficiencia fundamental de la mayoría de los modelos convencionales de tamaño de lote es que ignoran completamente el hecho de que los artículos deben ser transportados entre etapas consecutivas; un sistema de producción multi-etapa existe cuando un producto requiere procesamiento en más que un tipo de máquina. Dos clases principales de modelos pueden distinguirse; la primera supone que los costos de transportación pueden simplemente ser agregados a los costos del sistema del proceso de manufactura, mientras que la segunda considera aquellos como costos que pueden ignorarse sin pérdida de validez. Szendrovits (1975) permitió el movimiento de proceso de inventario de una etapa de producción a la siguiente en sub-lotes. Goyal (1978) desarrolló un modelo matemático para determinar el costo total variable anual para un producto que requiera procesamiento en un número de etapas de producción. Hsu y El-Najdawi (1990) presentaron un modelo multi-producto, ciclo común multi-etapa. Banerjee y Burton (1990) desarrollaron un acercamiento general para enfrentar el problema de tamaño de lote en un sistema de producción de una etapa simple y multi-etapa tomando en cuenta inventarios de trabajo en proceso y, más importantemente, incorporando la noción de la transformación gradual de entrada a salida en cada etapa de producción. [44, 45, 46]

**Efectos de la pérdida de ventas:** Pérdida de ventas es una situación cuando una fracción de cantidad de faltantes no es reordenada. Sharma y Sadiwala (1997) y Goyal (1989) desarrollaron modelos de inventarios para determinar las cantidades óptimas de productos a comprar en donde se considera el efecto de las ventas perdidas. [47, 48]

**Curva de aprendizaje:** La habilidad para reducir los costos del sistema a través del tiempo puede ser explicado en términos de la curva de aprendizaje, la cual fue desarrollada en 1920 y el análisis de ésta fue aplicado en muchas industrias durante la Segunda Guerra Mundial. Wortham y Mayyasi (1972) desarrollaron un método para la consideración de impactos de aprendizaje sobre la cantidad económica a ordenar para el **modelo EOQ**. Fisk y Ballou (1982) estudiaron el problema de manufacturar el tamaño de lote bajo situaciones de aprendizaje limitadas y no limitadas. Jaber y Salameh (1995) trataron el fenómeno de aprendizaje sobre un modelo de producción finita ( **modelo EPQ** ) con la consideración de faltantes. [49, 50, 51, 52]

**Productos defectuosos:** En la mayoría de las situaciones existen productos dentro del lote que contienen defectos; es por eso que es necesario tomar en cuenta esta consideración. Porteus (1986) incorporó el efecto de artículos defectuosos en el **modelo EOQ**. Rosenblatt y Lee (1986) concluyeron que la presencia de productos defectuosos motiva lotes de tamaño pequeño. Shih (1980) quien extendió dos modelos de inventario al caso donde la proporción en el lote aceptado es una variable aleatoria con distribuciones de probabilidad conocidas. Zhang y Gerchak (1990) estudiaron la política de determinar el tamaño del lote en conjunto con el proceso de inspección basado en un **modelo EOQ** donde una proporción aleatoria de unidades es defectuosa. Schwaller (1988) examinó el impacto de los costos de inspección sobre el tamaño de lote cuando una proporción conocida de defectuosos debe ser removida y



Salameh y Jaber (2000) desarrollaron el modelo de cantidad económica a ordenar para artículos de baja calidad. [53, 54, 55]

**Materias Primas:** Es necesario determinar el tamaño óptimo del lote de producción de un producto y las cantidades a ordenar de las materias primas asociadas de manera conjunta. Sarker y Khan (1999) consideraron un sistema de producción en lotes donde el producto terminado es fabricado a partir de materias primas y consideraron las siguientes opciones: i) cantidad a ordenar de la materia prima es igual a la materia prima requerida para un lote del producto, ii) cantidad a ordenar de la materia prima es igual a la materia prima requerida para múltiples lotes del producto, y iii) múltiples órdenes de materia prima para un lote de un producto a ser manufacturado. Goyal (1977) desarrolló un modelo de inventario que unifica el problema de inventario de materia prima y producto terminado para un sistema de manufactura de un producto. Khan y Sarker (2002) desarrollaron un modelo de inventarios para sistema de manufactura que obtiene materias primas de los proveedores en un lote y las procesa para convertirlas en producto terminado. [56, 57]

**Reparación:** La teoría de inventario reparable, a diferencia de la teoría de inventario clásica, trata con artículos que son reparados (regresados a la condición de usable) en lugar de ser descartados. Guide Jr. y Sristava (1997) realizaron una revisión de esta teoría. D'Esopo (1968) se enfocó en la política de ordenar para reemplazar artículos que fallaron y no son reparables. Haber y Sitgreaves (1975) modelaron la cantidad óptima a comprar para reemplazos dado que no todas las unidades que fallaron vuelvan a ser reparadas. [54, 55]

**Relación cliente-proveedor:** Goyal (1976) propuso que en lugar de que el proveedor y el cliente determinaran sus políticas independientemente, cooperen y determinen una política de inventario económica combinada, para lograr considerables ahorros. Goyal y Srinivasan (1992) identificaron problemas conceptuales en el enfoque de decisión individualmente responsable y racional al tamaño de lote económico para un vendedor y muchos compradores. Whitin (1955) examinó la situación donde el comprador tiene una posición monopolística con respecto al vendedor y formuló un **modelo EOQ** donde la demanda fuera una función lineal del precio. Banerjee (1986) desarrolló un modelo combinado de tamaño de lote económico para el caso donde el vendedor produce una orden para un comprador sobre una base de lote por lote bajo condiciones determinísticas y Woo, Hsu y Wu (2001) desarrollaron un modelo integrado de inventario para un vendedor simple y múltiples compradores con reducción de costo de ordenar. [58, 59, 60, 61, 62]

**Empaquetamiento:** Goyal (1972) describió un modelo típicamente aplicable a la industria de procesamiento de lote, en donde un lote de un producto es empaquetado en más que un tipo de contenedor después de su manufactura. [63]

En los apartados anteriores existen más ejemplos de modelos, los cuales no se listan por falta de espacio, por lo que se construyó una tabla que contiene la evolución de la **teoría de inventarios**. Esta tabla ayudará a tener una visión mucho más amplia del número de investigadores que se han ocupado en desarrollar modelos que puedan representar la realidad. En la figura 1 se muestra un extracto de la tabla en donde se presentan el autor(es), el año, y una breve descripción de cada contribución. El documento completo contiene 415 contribuciones, las cuales demuestran cómo se ha ido desarrollando la **teoría de inventarios**. Dicho documento está disponible para el lector interesado, solo tiene que solicitarlo a la siguiente cuenta de correo electrónico: [lecarden@itesm.mx](mailto:lecarden@itesm.mx).

Autores	Año	Descripción de la Contribución
George D. Babcock	1912	Aparentemente derivó una fórmula para calcular el tamaño económico del lote (no la publicó porque pensó que las ecuaciones cúbicas usadas no serían empleadas por el departamento de planeación).
Harris Ford	1913	En este año se originó el modelo y fórmula del EOQ.
J.B. Green	1915	Estudiantes de Harvard aprendieron una versión de la fórmula del EOQ.
E. W. Taft	1918	En este año se originó el modelo y fórmula del EPQ.
Szendrovits	1981	Desarrolló un teorema integral y argumentó que la optimización no siempre requiere que el tamaño de lote de cada etapa sea un múltiplo entero del tamaño de lote de la etapa sucesora.
Subramanyam y Kumaraswamy	1981	Consideraron que el efecto de la elasticidad del precio en un sistema de inventarios.
A.K. Chakravarty	1981	Sugirió una Programación Dinámica para dividir artículos de inventario óptimamente en un número de grupos predeterminados.
York Y. Woo, Shu-Lu Hsu and Soushan Wu	2001	Investigaron un sistema de inventario integrado donde un vendedor compra y procesa materias primas para entregar artículos terminados a múltiples compradores.
M.K. Salameh and R.E. Ghattas	2001	Asumieron que el mantenimiento preventivo regular aumentará la estimación de la condición de producción unitaria a un nivel aceptable que prevenga cualquier falla y mantenga la calidad.
Lutfar R. Khan and Ruhul A. Sarker	2002	Dirigieron el problema determinar el tamaño del lote económico de un sistema de manufactura que obtiene materia prima de proveedores y la procesa para convertirla en producto terminado.

**Figura 1.** Extracto de la tabla sobre la evolución de la Teoría de Inventarios

#### 4. Conclusiones

En este trabajo se presentaron los aspectos que consideran los modelos de inventarios que han sido propuestos desde 1912 hasta el 2002. Se creó un documento que contiene una tabla que muestra la evolución de la **teoría de inventarios** a través del tiempo en donde se presentan 415 contribuciones. El documento puede ser útil tanto a los alumnos como a los profesores involucrados en materias que cubran el tema de la **teoría de inventarios**.

#### 5. Referencias

- [1] Mennell, R.F., (1961), "Early history of the economic lot size", American Production and Inventory Control Society, Quarterly Bulletin, Vol 2, 19-22.
- [2] Raymond, F.E., (1931), Quantity and Economy in Manufacture, Mc Graw-Hill, New York.

- [3] Wilson, R.H. and Muller, W.A., (1927), "A new method of stock control", *Harvard Business Review*, Vol 2 197-205.
- [4] Wilson, R.H., (1934), "A scientific routine for stock control", *Harvard Business Review*, vol 13, 116-128.
- [5] Erlenkotter, D., (1989), "An early classic misplaced: Ford W. Harris's Economic Order Quantity Model of 1915", *Management Science*, Vol. 35, No. 7, 898-900.
- [6] Harris, Ford W., (1913), "How many parts to make at once", *Factory, The Magazine of Management*, Vol.10, No. 2, 135-136, 152.
- [7] Banerjee, A., Syila, Ch., and Eiamkanchanalai, S., (1990), "Input/output lot sizing in single stage batch productions systems under constant demand", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 19, Nos. 1-4, 37-41.
- [8] Mangiameli, P.M., Banks, J., and Schwarzbach H., (1981), "Static Inventory Models and Inflationary Cost Increases", *The Engineering Economist*, Vol. 26, No. 2, 91-112.
- [9] Mehra, S., Agrawal, S.P. and Rajagopalan, M. (1991). "Some Comments on the Validity of EOQ Formula under inflationary Conditions", *Decisions Sciences*, Vol. 22, 206-212.
- [10] Buzacott, J.A., (1975), "Economic order quantities with inflation", *Operational Research Quarterly*, Vol. 26, No. 3, 553-558.
- [11] Goyal, S.K., Srinivasan, G., and Arcelus, F.J. (1991), "One time only incentives and inventory policies", *European Journal of Operational Research* Vol. 54, No. 1, 1-6.
- [12] Tersine, R.J. and Toelle, R.A. (1985). "Lot size determination with quantity discounts", *Production and Inventory Management*, Third Quarter, 1-23.
- [13] Tersine, R.J., and Barman, S. (1991), "Economic Inventory/Transport lot sizing with quantity and freight rate discounts", *Decision Sciences*, Vol. 22, No. 5, 1171-1179.
- [14] Guder, F., and Zydiak, J.L. (2000). "Fixed cycle ordering policies for capacitated multiple item inventory systems with quantity discounts", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 38, No. 1, 67-77.
- [15] Ardalan, A., (1988), "Optimal Ordering Policies in Response to a Sale", *IIE Transactions*, Vol. 20, No. 3, 292-294.
- [16] Davis, R.A., and Gaither, N., (1986), "Order quantities for materials with delayed billing", *Production and Inventory Management- First Quarter*, 58-65.
- [17] Aggarwal, S.C., (1974) "A review of current theory and its applications", *International Journal of Production Research*, Vol. 12, No. 4, 443-482.
- [18] Urban, T.L., and Baker, R.C., (1997), "Optimal ordering and pricing policies in a single-period environment with multivariate demand and markdowns", *European Journal of Operational Research*, Vol. 103, No. 1, 573-583.
- [19] Urban, T.L., (1995), "Inventory models with the demand rate dependent on stock and shortage levels", *International Journal of Production Economics*, Vol. 40, No. 1, 21-28.
- [20] Smith, S.B., (1970), "Economic Lot Sizes with a restriction on setups hours", *Production & Inventory Management-1<sup>st</sup> Qtr.*, 82-89.
- [21] Joshi, K., (1990), "Storage Space Costs and EOQ Model", *Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 26, No. 3, 37-41.
- [22] Dieck, A.J., Yeralan, S., and Salari, N., (1988), "Solution to the lot size multi-item deterministic inventory problems with budget and/or space constraints using a microcomputer", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 14, No. 1, 41-51.
- [23] Salameh, M.K., and Ghattas, R.E., (2001), "Optimal just-in-time buffer inventory for regular preventive maintenance", *International Journal of production economics*, Vol. 74, No. 1-3, 157-161.
- [24] Chung, K.J., (1997), "Bounds for production lot sizing with machine breakdowns", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 32, No. 1, 139-144.
- [25] Lee, S.D., Rung, J.M., (2000), "Production lot sizing in failure prone two-stage serial systems", *European Journal of Operational Research*, Vol. 123, No. 1, 42-60.
- [26] Abboud, N.E., and Salameh, M.K., (1987), "How machine unavailability affects optimal production quantity for the finite production inventory model", *Production and Inventory Management-First Quarter*, 38-45.

- [27] Jamal, A.M.M y Sarker, B.R. (1993), "An optimal batch size for a production system operating under a just-in-time delivery system", *International Journal of Production Economics*, Vol. 32, No. 2, 255-260.
- [28] Fazel, F., Fischer, K.P., and Gilbert, E.W. (1998), "JIT purchasing vs. EOQ with a price discount: An analytical comparison of inventory costs", *International Journal of Production Economics*, Vol. 54, No. 1, 101-109.
- [29] Schniederjans, M., and Cao, Q., (2000), "A note on JIT purchasing vs. EOQ with a price discount: An expansion of inventory costs". *International Journal of Production Economics*, Vol. 65, No. 3, 289-294.
- [30] Chyr, F., Lin, T.M., and Ho, Ch. (1990), "Comparison between Just-in-time and EOQ system", *Engineering Costs and Production Economics*, Vol. 18, 233-240.
- [31] Khan, L.R., and Sarker, R.A., (2002). "An optimal batch size for a JIT manufacturing system", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 42, No. 2-4, 127-136.
- [32] Kalro, A.H., and Gohil, M.M., (1982), "A lot size model with backlogging when the amount received is uncertain", *International Journal of Production Research*, Vol.20, No. 6, 775-786.
- [33] Mak, K.L. (1986), "Optimal inventory policies when the quantity backordered is uncertain", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 10, No. 1, 21-28.
- [34] Wee, H., and Yu, J., (1997), "A deteriorating inventory model with a temporary price discount", *International Journal of Production Economics*, Vol.53, No.1, 81-90.
- [35] Goyal, S.K., and Giri, B.C., (2001), "Recent trends in modeling of deteriorating inventory", *European Journal of Operational Research*, Vol. 134, No. 1, 1-16.
- [36] Bhunia, A.K., and Maiti, M., (1999), "An inventory model of deteriorating items with lot-size dependent replenishment cost and a linear trend in demand", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 23, No.4, 301-308.
- [37] Salameh, M.K., Fakhreddine, S.A., and Noueihed, N. (1999). "Effect of deteriorating items on the instantaneous replenishment model with backlogging", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 37, No. 1-2, 261-264.
- [38] Lev, B., Weiss, H.J., and Soyster, A.L., (1981), "Optimal Ordering Policies when anticipating parameter changes in EOQ systems", *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol.28, No. 2, 67-279
- [39] Baker, R.C., and Vilcassim, N. (1983), "Continuous Review Price Change Inventory Model", *Production and Inventory Management-Fouth Quarter*, 67-72.
- [40] Lev, B., and Weiss, H.J., (1990), "Inventory models with cost changes", *Operations Research*, Vol. 38, No. 1, 53-63.
- [41] Chan, G.H., Xia, Z.H., and Choo, E.U. (1999). "The critical cut-off value approach for dynamic lot sizing problems with time varying cost parameters", *Computers & Operations Research*, Vol. 26, No. 2, 179-188.
- [42] Russell, R.M., Krajewski, L.J., (1991), "Optimal Purchase and Transportation Cost Lot Sizing for a Single Item", *Decision Sciences*, Vol. 22, No. 4, 940-952.
- [43] Gupta, O.K., (1992), "A lot-size model with discrete transportation costs", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 22, No. 4, 397-402.
- [44] Goyal, S.K. (1978), "Economic batch quantity in a multi-stage production system", *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 16, No. 4, 267-273.
- [45] Hsu, J.I.S., and El-Najdawi, M., (1990), "Common cycle scheduling in a multistage production process", *Engineering Costs and Production Economics*, Vol. 20, 73-80.
- [46] Banerjee, A., and Burton, J.S., (1990), "Single and multistage production lot sizing with work-in-process inventory considerations", *Engineering Costs and Production Economics*, Vol. 19, 287-294.
- [47] Sharma, S., and Sadiwala, C.M., (1997), "Effects of lost sales on composite lot sizing", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 32, No. 3, 671-677.
- [48] Goyal, S.K., (1989), "Joint ordering of two products with lost sales permitted", *Engineering Costs and Production Economics*, Vol. 16, 209-212.
- [49] Replogle, S.H., (1988), "The strategic use of smaller lot sizes through a new EOQ model", *Production and Inventory Management Journal-Third Quarter*, 41-44.
- [50] Wortham, A.W., and Mayyasi, A.M., (1972), "Learning Considerations with Economic Order Quantity", *AIIE Transactions*, Vol. 4. No.1, 69-71.

- [51] Jaber, M.Y., and Bonney, M., (1996). "Optimal lot sizing under learning considerations: The bounded learning case", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 20, No. 10, 750-755.
- [52] Jaber, M.Y., and Salameh, M.K., (1995). "Optimal lot sizing under learning considerations: Shortages allowed and backordered", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 19, No. 5, 307-310.
- [53] Salameh, M.K., and Jaber, M.Y., (2000), "Economic production quantity model for items with imperfect quality", *International Journal of Production Economics*, Vol. 64, No. 1-3, 59-64.
- [54] Shih, W., (1980), "Optimal inventory policies when stockouts result from defective products", *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 18, No. 6, 677-686.
- [55] Zhang, X., and Gerchak, Y., (1990), "Joint Lot Sizing and Inspection Policy in an EOQ Model with Random Yield", *IIE Transactions*, Vol. 22, No. 1, 41-47.
- [56] Sarker, R.A., and Khan, L.R., (1999), "An optimal batch size for a production system operating under periodic delivery policy", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 37, No. 4, 711-730.
- [57] Goyal, S.K. (1977), "An Integrated Inventory Model for a Single Product System", *Operational Research Quarterly*, Vol. 28, No. 3, 539-545
- [58] Goyal, S.K. (1976), "An integrated inventory model for a single supplier-single customer problem", *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 15, No. 1, 107-111
- [59] Goyal, S.K., and Srinivasan, G., (1992), "The individually Responsible and Rational Decision Approach to Economic Lot Sizes for One Vendor and Many Purchasers: A comment", *Decision Sciences*, Vol. 23, 777-784.
- [60] Li, S.X., Huang, Z., and Ashley, A. (1996), "Improving buyer-seller system cooperation through inventory control", *International Journal of Production Economics*, Vol. 43, No. 1, 37-46.
- [61] Goyal, S.K., (1988), "A Joint Economic-Lot Size Model for Purchaser and Vendor": A comment", *Decision Sciences*, Vol. 19, 236-241.
- [62] Woo, Y.Y., Hsu, S., and Wu, S., (2001), "An integrated inventory model for a single vendor and multiple buyers with ordering cost reduction", *International Journal of Production Economics*, Vol. 73, No. 1, 203-215.
- [63] Goyal, S.K., (1972), "Economic Packaging Frequency for Items Jointly Replenished". 644-533.

**SINGLE KNAPSACK PROBLEM WITH MULTIPLE RESOURCES: VALID INEQUALITIES AND FACETS.** Víctor Segura Flores, Departamento de Matemáticas, Campus Monterrey, ITESM; Salvador Garcia Lumbreras Departamento de Matemáticas, Campus Monterrey, ITESM.

In this work we study a problem which we call the Single Knapsack Problem with Multiple Resources (*SKPMR*). Motivated by a real application from a State Transportation Department, we addressed a 0-1 knapsack problem assigning a set of projects to a set of developmental options, which includes the do-nothing option. If chosen for development, each project results in a benefit, and causes known amount of a set of resources to be used. The measure of effectiveness of the assignments is defined as the maximization of the total amount of benefits.

The mathematical programming model of the *SKPMR* contains as a sub-problem the single knapsack problem (*SKP*), which is one of the most studied combinatorial problems because of its numerous applications. Considering the importance of the problem and the relationship with the *SKP* and multiple knapsack problem (*MKP*), this work is oriented to solve the 0-1 integer-programming model by studying the polyhedral structure which it is a promising way to improve solution procedures. Knowledge of the polyhedral structure of the set of 0-1 integer solutions is used to construct a set of valid inequalities and facets for the polyhedron defined in *SKPMR*. Moreover, Mahalanobis Distance can be used as a clustering technique defining a measure for each project to each developmental options. This distance considers project characteristics avoiding unreliable assignment decisions.

Computational tests substantiate the effectiveness of the valid inequalities, showing that they reduce CPU time, nodes generated in a branch-and-bound procedure and, number of iterations.

It seems that there exists no reference literature for this problem, except for the study developed by Garcia-Diaz, Sastri and Paz in 1995. They developed a methodology to determine the assignment of the highway projects by using Generalized Network Methodology and Neural Network in the research.

# Modelos y heurísticas para programación de la producción en Tecnologías de Montaje sobre Superficies

Adrián Ramírez Nafarrate, José Luis González Velarde

Se presenta una formulación para el problema de programación de la producción para Tecnologías de Montaje Superficial (SMT), ya que la formulación incluye varios subproblemas pertenecientes a la clase *NP-hard*, es muy probable que no existan métodos que resuelvan el problema de manera exacta en un tiempo razonable. Debido a esto se han propuesto varias formas de dar soluciones heurísticas, en este trabajo se propone un método basado Búsqueda Tabú (TS).

Palabras Clave: Tecnología de Montaje Superficial, Manufactura Electrónica, heurísticas, búsqueda tabú.

## 1. Introducción

El ensamble de tarjetas de circuitos impresos (PCB por sus siglas en inglés) ha generado una gran cantidad de actividades industriales en los últimos 20 años. Los PCB's son utilizados como materia prima por tres de los sectores industriales más importantes: computacionales, telecomunicaciones y productos electrónicos. El proceso de manufactura en esta rama tiende a automatizarse cada vez más, y la optimización de estos procesos de ensamble se ha convertido en algo muy importante para alcanzar altos niveles de utilización [2]. Más aún, los procesos de planeación y programación presentan ciertas características particulares.

McGinnis et al, presentan un panorama de la literatura existente [2]. Más recientemente Crama et al presentan un análisis sobre los problemas de planeación, en el cual determinan ocho áreas de oportunidad que impactan notablemente a la productividad de la industria [1].

El objetivo de la investigación es proponer un método de planeación de producción de PCB para reducir su tiempo de ciclo. La investigación contempla una línea de ensamble de  $m$  máquinas de colocación de componentes con funcionamiento secuencial. El proceso de las tarjetas de circuitos impresos consiste básicamente en colocar (montar) un número de componentes electrónicos de tipos específicos en lugares específicos en una tarjeta limpia. Tal proceso se realiza mediante máquinas de Tecnología de Montaje Superficial (SMT), el funcionamiento utilizado en esta investigación es de tipo secuencial, donde un brazo se encarga de retirar componentes de los alimentadores y colocarlos en la tarjeta, estando éstos fijos en su posición.

El equipo con Tecnología de Montaje Superficial provee una alta rapidez de operación con excelente calidad en su proceso. La inversión en la compra de esta tecnología es muy alta, por lo mismo es necesario aprovechar su flexibilidad en el manejo de distintos modelos de ensamble y la alta demanda de los productos electrónicos. SMT revolucionó el ensamble de tarjetas de circuito impreso ya que puede soldar los componentes sobre la superficie de la tarjeta aplicando una pasta sin necesidad de utilizar una soldadura que hacia el ensamble por la superficie opuesta de la tarjeta.

---

M.C. Adrián Ramírez Nafarrate, Asistente de Investigación CSIM, ITESM Campus Monterrey, [al779869@mail.mty.itesm.mx](mailto:al779869@mail.mty.itesm.mx)

Dr. José Luis González Velarde, Profesor Titular, ITESM Campus Monterrey, [lugonzal@campus.mty.itesm.mx](mailto:lugonzal@campus.mty.itesm.mx)

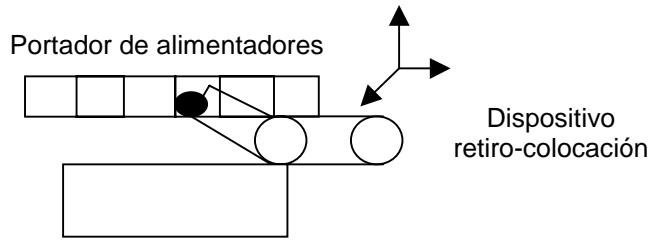


Figura 1. Esquema de máquina de colocación secuencial

## 2. Metodología

En este trabajo se propone un método para resolver tres subproblemas que se presentan a nivel de piso: una secuenciación para la producción de familias de PCB, una asignación de componentes a máquinas y alimentadores y una secuenciación de la colocación de componentes en las tarjetas. Posteriormente se realiza un análisis de estos modelos para encontrar la mejor solución a cada problema. En esta sección se presentarán modelos de programación entera para los tres problemas enunciados en el anterior párrafo.

### 2.1 Modelos

#### Índices:

$i$  = índice de componentes

$i = 1, 2, 3, \dots, I$

$j$  = índice de familias

$j = 1, 2, 3, \dots, J$

$\pi(k)$  = indica qué familia se procesa en el orden  $k$   $k = 1, 2, 3, \dots, K$

$K = J$

$l$  = índice de localización de componentes para todas las tarjetas de cada familia a ser procesada.

$l = 1, 2, 3, \dots, L$

$m$  = índice de máquinas

$m = 1, 2, 3, \dots, M$

$f$  = índice de alimentadores para cada máquina  $f = 1, 2, 3, \dots, F$

$p$  = índice de localizaciones de componentes en la tarjeta analizada  $p = 1, 2, \dots, P$

#### Parámetros:

$E_j$  = Tiempo de entrega de la familia  $j$

$P_j$  = Tiempo de procesamiento de la familia  $j$

$S_i$  = Cantidad de alimentadores que requiere el componente  $i$  a la hora de ser instalado

$A$  = Número total de alimentadores

$C_j$  = Número de componentes distintos necesarios para producir la familia  $j$

$T_u$  = Tiempo promedio para retirar un rollo de componentes

$T_v$  = Tiempo promedio para montar un rollo de componentes

$T$  = Tiempo disponible para la producción de las familias

$Q_j$  = Demanda de la familia  $j$

$B_{if}$  = Distancia de la localización  $l$  al alimentador  $f$ .

$D_{pf}$  = Distancia de la localización  $p$  al alimentador  $f$ .

$f(p)$  = Alimentador ocupado por el componente colocado en la posición  $p$ .

#### Variables de estado:

$u_{ij} = 1$ , si el componente  $i$  es retirado de alguna de las máquinas para producir la familia  $j$   
0 en otro caso

$v_{ij} = 1$ , si el componente  $i$  es instalado en alguna de las máquinas para producir la familia  $j$   
0 en otro caso



$w_{ij} = 1$ , si el componente  $i$  se encuentra instalado en alguna de las máquinas al momento de iniciar la producción de la familia  $j$ , 0 en otro caso

$z_{ij} = 1$ , si el componente  $i$  es instalado en la posición  $l$   
0 en otro caso

### Variables de decisión:

$y_{ifm} = 1$ , si el componente  $i$  es instalado en el alimentador  $f$  de la máquina  $m$   
0 en otro caso

$x_{pr} = 1$ , si el componente de la posición  $r$  se coloca inmediatamente después del componente de la posición  $p$ , 0 en otro caso

#### 2.1.1 Secuenciación de familias

En este análisis **se supone** que la línea de ensamble tiene la capacidad para contener todos los componentes necesarios para producir las tarjetas de la familia, no se realiza cambios de **setup** entre las tarjetas pertenecientes a una sola familia, las localizaciones óptimas de los componentes en el sistema para cada familia es conocido y que entre dos familias producidas secuencialmente sólo cambian de posición aquellos componentes que no tienen la misma localización óptima en el sistema.

Función Objetivo: Minimizar cambios de **setup**.

$$\min_{\pi} \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I u_{i\pi(k)} + v_{i\pi(k)}$$

Sujeto a que:

- Los componentes de las tarjetas a producir en la actual familia se encuentren en las máquinas.

$$\sum_{i=1}^I w_{i\pi(k)} + v_{i\pi(k)} - u_{i\pi(k)} \geq C_{\pi(k)} \quad \forall k$$

- La familia debe ser producida antes de su fecha de entrega.

$$\left[ \sum_{k=1}^{k_j} \sum_{i=1}^I P_{\pi(k)} + u_{i\pi(k)} T_u + v_{i\pi(k)} T_v \right] - E_j \leq 0 \quad \forall j \quad \text{y donde } k_j \text{ es tal que } \pi(k_j) = j$$

- El número de componentes asignados a la producción de una familia, no exceda la capacidad total de las máquinas.

$$\sum_{i=1}^I w_{i\pi(k)} S_i + v_{i\pi(k)} S_i - u_{i\pi(k)} S_i \leq A \quad \forall k$$

- La carga de trabajo no debe exceder el tiempo disponible

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I P_{\pi(k)} + u_{i\pi(k)} T_u + v_{i\pi(k)} T_v \leq T$$

#### 2.1.2 Modelo de localización de componentes en la línea

La localización de componentes en la línea tiene como objetivo minimizar la distancia entre el alimentador donde se encuentre y los puntos de colocación en las tarjetas, considerando que un mismo

tipo de componente no puede estar más de una vez en la línea. Por lo tanto localizar un componente en la línea contempla la asignación a una máquina específica y a un alimentador específico de tal forma que la posición final sea la más cercana a los lugares donde se colocará en la tarjeta y se tenga un balanceo de la carga de trabajo adecuado entre las máquinas [3].

Función Objetivo. Minimizar la distancia de la localización del componente a los puntos de colocación tomando en cuenta el balanceo de la carga de trabajo entre las máquinas.

$$\min \left[ \sum_{m=1}^M \sum_{f=1}^F \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^I B_{lf} z_{il} y_{ifm} + \left| \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{i=1}^I z_{il} y_{if1} - \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{i=1}^I z_{il} y_{if2} \right| + \dots + \right. \\ \left. \left| \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{i=1}^I z_{il} y_{if1} - \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{i=1}^I z_{il} y_{ifM} \right| + \dots + \left| \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{i=1}^I z_{il} y_{ifM-1} - \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{i=1}^I z_{il} y_{ifM} \right| \right]$$

Sujeto a que:

- Un mismo componente se encuentre asignado sólo una vez.

$$\sum_{m=1}^M \sum_{f=1}^F y_{ifm} = 1 \quad \forall i$$

- La variable  $y_{ifm}$  debe ser binaria.

$$y_{ifm} \in \{0,1\}$$

### 2.1.3 Modelo de la secuencia de colocación de los componentes en la tarjeta

Para obtener una secuencia óptima se debe minimizar la distancia que recorre el dispositivo de colocación. Considerando que ya se tomó en cuenta reducir la distancia entre localización y punto de colocación de un mismo componente (viaje con carga), ahora se debe reducir la distancia entre el punto de colocación de un componente y el alimentador donde se encuentre el siguiente componente a instalar (viaje sin carga) [3]. Es importante asegurarse que todos los componentes requeridos por la tarjeta sean instalados. Este modelo se aplica a cada modelo de tarjeta a ser procesado y a cada máquina de la línea de ensamble.

Función Objetivo. Minimizar la distancia de la localización del componente en la tarjeta hasta el alimentador donde se encuentra el siguiente componente a colocar.

$$\min \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^P D_{p,f(r)} x_{pr}$$

Sujeto a que:

- Todos los componentes en la tarjeta sean instalados.

$$\sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^P x_{pr} = P - 1$$

- No se permiten subtrutas en la secuenciación.

$$\sum_{p,r \in S} x_{pr} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subseteq \{1,2,\dots,P\}$$

- La variable  $x_{pr}$  debe ser binaria.

$$x_{pr} \in \{0,1\}$$

## 2.2 Métodos de solución a modelos

### 2.2.1 Algoritmo de solución al problema de secuenciación de familias

El problema de secuenciación de familias puede resolverse adaptando el problema del agente viajero (*Traveling Salesman Problem*) [1], el cual tiene como objetivo encontrar la ruta cerrada más corta entre varias ciudades [5]. En este caso las ciudades pueden ser vistas como las familias de PCB a ser producidas, empezando por un estado inicial y terminando en un estado final deseado. Es necesario conocer el costo de fabricar una familia determinada inmediatamente después de otra. Este costo está representado por el tiempo de producción de la familia y el tiempo de preparación de las máquinas. Se supone que el tiempo de hacer un cambio de componente en el sistema es constante y está compuesto por el tiempo de retirar y colocar un componente, por lo tanto el tiempo de preparación varía según la cantidad de componentes a instalar. Por lo tanto, utilizando esta relación de costo entre todas las familias, se puede determinar la secuenciación donde se realiza menos cambios de componentes (menor tiempo de preparación) y que a su vez cumpla con las fecha de entrega, es decir, que el tiempo de producción más tiempo de preparación de la familia sea menor que el tiempo límite. Esta información se registra en una matriz de costos  $(t_{j,k})$ , donde  $j = 1,2,\dots,M$ ,  $k = 1,2,\dots,M$ . Esta matriz alimenta a cualquier heurístico utilizado para encontrar una solución factible al TSP.

Donde:

$t_{j,k}$  = Costo de pasar de producir la familia  $j$  a la familia  $k$ . Tiempo de preparación necesario para pasar de la familia  $j$  a la familia  $k$  + Tiempo estimado de producción de la familia de la columna  $k$ .

Cabe destacar que esta matriz no es simétrica, ya que el número de cambios requerido para producir la familia  $x$  inmediatamente después de la familia  $y$  no es necesariamente el mismo para producir la familia  $y$  inmediatamente después de la  $x$ . El número de cambios dependerá del tipo de estrategia de *setup* adoptado por la empresa [8]. En este trabajo se considera el uso de una estrategia de *setup* único, ya que se contempla encontrar la mejor localización y secuenciación de componentes como una forma de reducir considerablemente el tiempo de producción de los pedidos. Esto se hace debido principalmente a que en la actualidad se tiene una alta demanda de tarjetas de PCB, llegándose a producir 15000 unidades diarias de un solo producto en una planta, por lo que el tiempo de ciclo de las tarjetas de la familia tiene un alto impacto en el tiempo de producción total. Teniendo definida la estrategia a seguir para construir la matriz de costos, se procede a encontrar una secuencia a partir de esta matriz, diversos heurísticos construyen secuencias que buscan la ruta más corta, sin embargo, uno de los que ha dado mejores resultados es el método de Búsqueda Tabú [4]. Este método se utilizó en la solución de este problema tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

**Solución Inicial:** La solución inicial planteada en esta investigación es la generada a partir del ordenamiento natural de los índices de las familias. Es decir, en el caso de tener 7 familias, la solución inicial es 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 0. Donde el 0 puede considerarse como el estado inicial y final del sistema.

**Tipo de movimientos:** Los movimientos considerados consisten en la eliminación de 2 aristas, sustituyéndolas por aquellas 2 aristas que reconstruyan la estructura del ciclo que se perdió al eliminar las 2 aristas. Ya que nuestro caso es un problema asimétrico, tenemos que dadas dos aristas  $(i,j)$  y  $(l,m)$  se pueden eliminar las aristas  $(i, j)$ ,  $(j, j+1)$ ,  $(j+1, j+2)$ , ...,  $(l-1, l)$  y  $(l, m)$  y se agregan las aristas  $(i,l)$ ,  $(l, l-1)$ ,  $(l-1, l-2)$ , ...,  $(j+1, j)$  y  $(j, m)$ .

**Tiempos de liberación de movimientos del status Tabú:** Uso de función que proporciona valores distribuidos uniformemente, cuyo rango se encuentra entre [8, 12] iteraciones.

**Criterio de Aspiración:** El criterio utilizado en esta investigación es que cuando un nuevo movimiento produce un menor costo que el mejor obtenido hasta el momento, entonces estará alcanzando el nivel de aspiración, por lo que será liberado de su status tabú y será un movimiento elegible.

Criterio de detención: En los experimentos realizados en esta investigación, el criterio de detención se fijó en 1000 iteraciones después de encontrar la mejor solución. Es importante recordar que se trata de una heurística, y por lo tanto no existe garantía de que las soluciones generadas converjan al óptimo. Se espera sin embargo, que las soluciones producidas se encuentren cerca de éste.

Para resolver el problema del agente viajero con fechas límites, primeramente se hace una relajación, esto es, se ignoran las restricciones de fechas límite con el fin de encontrar la mejor solución, aunque ésta sea infactible. Una vez que se tenga esta solución, se aplican las restricciones antes mencionadas, pero se debe estar consciente de que es posible que el problema no tenga solución factible (debido a las restricciones de fechas límite de visita), por lo que se utiliza una función de penalización con el fin de asegurarnos que tendrá solución factible. Esta función ejercerá una influencia importante en el objetivo. Para nuestro caso, la función de penalización se tomó como una constante mucho mayor al valor más grande encontrado en la matriz de costos. De esta manera, si una familia se produce en un orden en el que no se puede cumplir con la fecha de entrega, entonces el costo de producir esa familia en ese momento ya no es el tiempo de preparación más el tiempo de procesamiento, sino que el costo es un valor mucho más grande, por lo que no se contempla como una buena solución y buscará cambiar de orden esa familia. Si no es factible encontrar una solución que cumpla con todas las fechas de entrega, entonces el algoritmo buscará cumplir con el número máximo de entregas posibles.

### 2.2.2 Algoritmo de solución al problema de localización de componentes en el sistema

Para conocer qué alimentador ocupará determinado componente, es necesario primero asignar los componentes a las máquinas que se encuentren disponibles, teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- Cada componente debe estar asignado solo una vez en todo el sistema.
- La cantidad de componentes a instalar por una máquina debe ser aproximadamente igual a los componentes a instalar por cada una de las demás máquinas. Esto para balancear la carga de trabajo.

La localización de componentes se da mediante dos pasos, primero asignarle una máquina para localizarse y posteriormente asignar un alimentador específico de esa máquina.

### 2.2.3 Asignación de componentes a máquinas

Para asignar los componentes a las máquinas **se debe** tener en cuenta la demanda de cada componente en la familia, esto con la finalidad de que aquellos componentes que se instalan más frecuentemente tengan ventaja sobre aquellos de menor demanda para ocupar una posición cercana a sus puntos de colocación. La asignación de componentes a las máquinas se realiza basándose en la siguiente tabla:

Componente	MAQUINAS				Selección	REMANENTE	
	1	2	...	M		Alimentadores	Comp. a Inst.
$i \ni R = 1$	$\beta_{11}$	$\beta_{12}$	...	$\beta_{1M}$	$\text{Min } \beta_{1m} \forall m$		
:	:	:	...	:	:		
$i \ni R = l$	$\beta_{l1}$	$\beta_{l2}$	...	$\beta_{lM}$	$\text{Min } \beta_{lm} \forall m$		

**Tabla 1.** Operación iterativa para asignar componentes a máquinas

donde:

$i$  = Índice de componentes.

$m$  = Índice de máquinas.

$R$  = Rango de mayor a menor demanda para cada tipo de componente. La demanda es la cantidad de cierto componente requerida en los diferentes tipos de partes que forman una familia multiplicado por la demanda de la familia.

$\beta_{rm}$  = Costo de instalar el componente de rango  $r$  en la máquina  $m$ , esto es el promedio de las distancias de cada alimentador a cada posición donde se instala el componente. En la modelación, este parámetro fue nombrado  $D_{rf}$ .

Para cada componente se selecciona la columna que tiene el valor mínimo, este valor representa la máquina donde se localizará ese componente. Posteriormente se actualizan los valores de la máquina seleccionada en cuanto a la cantidad de alimentadores disponibles y la cantidad de componentes que puede seguir instalando. Una máquina ya no puede seguir recibiendo componentes cuando se hayan ocupado todos los alimentadores o cuando la cantidad de componentes a instalar haya sido alcanzada. Este algoritmo es adaptado de la asignación de herramientas y operaciones a máquinas que tiene el objetivo de obtener un menor costo[3].

#### 2.2.4 Asignación de componentes a alimentadores

Una vez obtenida la asignación de componentes a máquinas es necesario localizar cada componentes en un alimentador específico. Para ello se necesita saber la relación de costos entre los alimentadores de la máquina y las posiciones donde se instalarán los componentes en la tarjeta. Lo que se busca es minimizar el recorrido que realiza el dispositivo que coloca los componentes, partiendo del lugar donde se alimenta un determinado componente hasta los puntos donde se monta en la tarjeta [3]. Las posiciones a considerar son sólo aquellas donde se requieren los componentes asignados a la máquina siendo analizada. Estas distancias de recorrido se presentan en la llamada Matriz de Distancias ( $d_{fp}$ ), donde  $f = 1, 2, \dots, F$ ,  $p = 1, 2, \dots, P$ .

Donde:

$p$  = Índice de posiciones en la tarjeta.

$f$  = Índice de alimentadores en la máquina.

$d_{fp}$ : Distancia del alimentador  $f$  a la posición  $p$  de la tarjeta.

A partir de la matriz anterior se puede obtener el costo de asignar un determinado componente a un alimentador en específico, el cual esta dado por la suma de las distancias del alimentador hasta cada punto donde se coloca el componente. Esta Matriz de Costos es de la forma ( $c_{fi}$ ), donde  $f = 1, 2, \dots, F$ ,  $i' = 1, 2, \dots, I'$ .

Donde:

$i'$  = Índice de componentes asignados a una determinada máquina.

$f$  = Índice de alimentadores de la máquina

$c_{fi}$  = Costo de ubicar el componente  $i'$  en el alimentador  $f$ .

El costo de ubicar un determinado componente en un alimentador específico está dado por la suma de las distancias del alimentador a los puntos donde se coloca el componente al que se hace referencia. Estas distancias se encuentran en la matriz de distancias. El problema entonces, se reduce a un problema de asignación lineal, para el cual existen varias alternativas de solución que permiten su solución en tiempo polinomial [11].

#### 2.2.5 Algoritmo de solución al problema de secuenciación de colocación de componentes

Como se mencionó anteriormente, lo siguiente es buscar la secuencia óptima de colocación de componentes. De la misma forma que la secuenciación de familias, esta situación se puede adaptar al problema del Agente Viajero (TSP). El costo de instalar un componente inmediatamente después de otro va a estar dado por la distancia de la posición del primer componente al alimentador donde se encuentra el siguiente componente a instalar. Con esta información se construye la Matriz de Costos ( $c_{p,f(q)}$ ), donde  $p = 1, 2, \dots, P$ ,  $q = 1, 2, \dots, P$ ,  $f = 1, 2, \dots, F$ .

Donde:

$c_{p,f(q)}$  = es la distancia de la posición  $p$  de la tarjeta al alimentador  $f$  donde se encuentra almacenado el componente instalado en la posición  $q$ .  $p \neq q$ .

Este problema se puede resolver también con Búsqueda Tabú. Teniendo en cuenta lo siguiente: la matriz es asimétrica, se utiliza también el movimiento de dos intercambios y no aplica las fechas de entrega.

En resumen, los procedimientos planteados en esta etapa son de vital importancia en la planeación de la producción de tarjetas electrónicas, ya que proporciona:

- Una secuencia para la producción de diversas familias que busca minimizar el tiempo de producción total, tratando de cumplir con las fechas de entrega y reduciendo los tiempos de preparación.
- Una asignación de componentes a máquinas y alimentadores específicos en una línea de ensamble tal que se minimice la distancia que recorre el dispositivo con el componente, respetando la capacidad de las máquinas para alojar componentes y buscando un balanceo de la carga de trabajo. Este algoritmo es aplicado a cada familia y a cada máquina del sistema.
- Una secuencia de instalación de componentes que busca minimizar la distancia que recorre el dispositivo en busca del siguiente componente. Este algoritmo tiene aplicación en cada tarjeta de cada familia a ser procesada y para cada máquina donde se le colocarán componentes.

### 3 Experimentación

Se simuló el ensamble de tarjetas utilizando dos máquinas a través de un equipo SIEMENS, Modelo S/23 HM. El sistema con el que se trabajará cuenta con dos máquinas y 40 alimentadores disponibles en cada una de ellas. A continuación se explicarán los experimentos realizados así como en análisis de resultados.

#### 3.1 Experimentos con la asignación de componentes

Se creó una familia de PCB a partir de un diseño de 2000 componentes hecho por Practical Components [12] con fines experimentales. Las dimensiones de la tarjeta son 140 mm ancho y 220 mm de largo. La familia está compuesta por 3 tarjetas, con 96, 90 y 104 posiciones donde se pueden instalar 7 tipos de componentes distintos, se simuló el ensamble de 15 tarjetas. El experimento tomó en cuenta los resultados de asignación de componentes de los algoritmos. Posteriormente se comparó con el método empleado regularmente en las plantas dedicadas a la manufactura electrónica. La forma de localizar los componentes en los alimentadores sigue una lógica similar a la de los algoritmos, se trata de asignar los alimentadores más cercanos a la tarjeta, a aquellos componentes de mayor uso. El primer paso es localizar los componentes en alguna de las máquinas. El criterio utilizado en la realidad es asignar componentes que permitan la mayor salida posible de producto, lo que se traduce en asignar los componentes de mayor demanda a las máquinas de mayor velocidad, tratando de mantener balanceada la carga de trabajo. La diferencia en la variación de la localización de componentes, respecto a la solución presentada por el algoritmo, está en la instalación de los componentes a los alimentadores. El método tradicional ubica a los componentes en aquellos alimentadores más cercanos a la tarjeta, sin comparar las distancias con las posiciones de colocación. Para experimentar en nuestro caso, se realizó el cambio tomando una distancia muy pequeña de la asignación presentada por el algoritmo. Las diferencias entre ambos métodos para cada tarjeta se presenta en la siguiente tabla.

	Diferencia TA1 (seg)	Diferencia TA2 (seg)	Diferencia TA3 (seg)
Máquina 1	1	0.93	1.3
Máquina 2	0.86	0.93	1.53

**Tabla 2** Diferencia de tiempos entre ambos métodos

Es notoria la diferencia de tiempos de producción entre los métodos de asignación de alimentadores. A simple vista el reducir un segundo el tiempo de ciclo no trae mayores beneficios, pero no **hay que olvidar** que la demanda semanal de algunos productos es de hasta 50 000 unidades o más, en este caso el ahorro ya no es de solo un segundo, sino de 13 horas, lo que provoca un incremento notable de la productividad.

### 3.2 Análisis de la secuenciación de familias

Se plantea el caso donde se producen en una línea de ensamble 4 familias de productos, con 19 modelos de tarjeta en total y una demanda total de 106170 unidades, cada tarjeta con un tiempo de ciclo dado, al cual se le restó un segundo para considerarse como el tiempo de ciclo después de aplicado el algoritmo de colocación de componentes. Es importante conocer el número de cambios necesarios para pasar de una familia a otra. Lo que determina esta cantidad de cambios son las asignaciones obtenidas por el algoritmo de localización de componentes. Si un componente se encuentra en la misma posición recomendada por el algoritmo para dos familias, entonces no es necesario realizar el cambio de ese componente.

Se considera que un cambio está dado por el retiro y la colocación de un componente y que este tiempo es de aproximadamente 60 segundos. A partir de todo esto se construyeron las matrices necesarias para resolver el problema. Una vez aplicado el algoritmo de secuenciación de familias para nuestro caso, se obtiene que el orden recomendado para producir es: A – B – C – D, donde se cumplen con todas las fechas de entrega y se realizan 104 cambios. Para comparar la eficiencia de este algoritmo se aplica los métodos tradicionales utilizados en las plantas de manufactura electrónica tanto para secuenciar familias como para asignar componentes a máquinas y alimentadores.

En este caso donde no se contempla una localización exacta de componentes, el número de cambios entre la producción de dos familias disminuye, ya que ahora se contempla una zona de ubicación de los componentes. Por ejemplo, con el método tradicional, una familia puede requerir que 5 componentes específicos se encuentren en los 10 primeros alimentadores, no importando en cual de ellos sea, y si la siguiente familia requiere que de esos 5 componentes instalados solo 3 permanezcan entre los 10 primeros, el número de cambios a realizar es de 2. Mientras tanto, con el algoritmo de asignación, puede ser que 5 componentes se instalen en 5 alimentadores en específico para cierta familia, pero si la siguiente familia necesita que esos mismos 5 componentes se encuentren en los mismos 5 alimentadores, pero en distinto orden, entonces el número de cambios a realizar son 5.

Bajo esta premisa resulta obvio pensar que con el método tradicional se efectúan menos cambios de componentes. Sin embargo eso no implica mayor eficiencia, esto se comprueba en el caso presentado.

El método tradicional utiliza el principal criterio de secuenciación la fecha de entrega, programando primero aquellas familias las cuales tienen límites de entrega más pronta. A partir de este criterio **se tiene** que la secuenciación tradicional sería B – A – D – C, obteniéndose que el número de cambios a realizar es ahora 86, esto debido a que no se restringe la localización de los componentes. Además se cumplen con las fechas de entrega, sin embargo el tiempo total de producción es mayor al obtenido con **el método propuesto**.

Tiempo total de producción utilizando algoritmos (seg) = 753 110  
Tiempo total de producción utilizando método tradicional (seg) = 784 400  
Diferencia = 31290 segundos = 8.70 horas

Más de un turno regular de trabajo es el que se ocupa utilizando el método tradicional respecto al método propuesto en este caso. En este tiempo de extra que se requiere, se pueden producir cerca de 2600 tarjetas B5, que es la de menor tiempo de ciclo, o 625 tarjetas C2 que son las que tienen mayor tiempo de ciclo.

Haciendo el análisis de la información **se puede** concluir que la principal causa de la reducción es la disminución del tiempo de ciclo por cada tarjeta procesada, lo que impacta de manera importante al producirse un alto volumen de productos.

Resumiendo lo anterior se tiene que el resultado de esta heurística es la disminución en aproximadamente 1 segundo del tiempo de ciclo de ensamble de cada tarjeta. La reducción puede parecer mínima, pero no se debe olvidar la velocidad en que opera el equipo SMT, lo que hace que el resultado sea muy importante en la búsqueda de un aumento de la productividad. Además esta reducción impacta grandemente cuando la demanda es alta y junto con el heurístico de secuenciación de familias se pueden obtener menores tiempos en la producción total. Esa es la principal ventaja de esta propuesta, la integración de un método para reducir el tiempo de ciclo para cada familia de tarjetas y el tiempo de preparación entre la producción de dichas familias. Otros heurísticos existentes proponen solo uno de estos métodos y la disminución del tiempo de ciclo lo enfocan a un solo modelo de tarjeta, olvidándose de que una máquina SMT puede producir varios modelos dentro de una familia, que es lo más común dentro de la industria electrónica.

#### 4 Conclusiones

Se han desarrollado técnicas para planear la producción en cualquier industria manufacturera, sin embargo el área electrónica es un caso especial, ya que se utilizan desde procesos altamente automatizados a ensambles manuales, además se requiere de flexibilidad para poder fabricar distintos tipos de productos en el menor tiempo posible, ya que el tiempo de desarrollo de nuevos diseños es demasiado corto. Dentro de todo este proceso utilizado en la producción de artículos electrónicos, un área importante es el proceso automatizado de montaje de componentes, conocido actualmente como SMT. Los modelos de máquinas colocadoras de componentes en SMT varían considerablemente una de otras, se tienen máquinas muy eficientes y otras que no son tan veloces. Una de estas últimas son las máquinas de colocación secuencial, las cuales proveen de un área de oportunidad para optimizar su uso y obtener mayor provecho de ella. La planeación en una línea de ensamble que utiliza este tipo de máquinas es crítica para alcanzar altos índices de productividad y conseguir la satisfacción del cliente. La presente investigación provee de algoritmos que ayudarán a una mejor planeación y de esta forma obtener mejores resultados reduciendo el tiempo de procesamiento de familias de partes. El impacto de la reducción del tiempo de ciclo se da principalmente por el alto volumen de producción de la industria electrónica, la cual puede llegar a cifras de 15 000 unidades diarias. Estas herramientas de planeación presentadas son solo una parte de la enorme gama de áreas de oportunidad ofrecidas por la manufactura electrónica.

#### 5 Referencias

- [1] Crama, Y., J. van de Kundert, F. Spieksma, Production planning problems in printed circuit board assembly, Technical Report.(2000), Université de Liege, Belgium.
- [2] McGinnis, L.F., J.C. Ammons, M. Carlyle, L. Cranmer, G.W. Depuy, K.P. Ellis, C.A. Tovey, H. Xu, Automated process planning for printed circuit card assembly, *IIE Transactions*, 24: 18-30.(1992)
- [3] Askin, R., C. Standridge, *Modeling and Analysis of Manufacturing Systems*, John Wiley & Sons, Inc. (1993).
- [4] Rentería Salcedo J. A., Experimentos con búsqueda tabú aplicados al problema del agente viajero, *Tesis de Maestría*, ITESM Campus Monterrey (1992).
- [5] Papadimitriou C., K. Steiglitz, *Combinatorial Optimization, Algorithms and Complexity*, Dover Publications, Inc. (1998)
- [6] Sanders R., C. Malave, Operational Planning and Electronic Assembly: Case of Two Machines, Multiple Products, Texas A&M University, Dept. of Industrial Engineering, Submitted to *IIE Transactions* (2001).
- [7] Hillier M., M. Brandeau, Optimal Component Assignment and Board Grouping in Printed Circuit Board Manufacturing, *Operations Research*, 46: 675-689 (1998).
- [8] León J., B. Peters, Replanning and Analysis of Partial Setup Strategies in Printed Circuit Board Assembly Systems, Texas A&M University, Technical Report.



- [9] DePuy G., M. Savelsbergh, J. Ammons, L. McGinnis, An Integer Programming Heuristic for Component Allocation in Printed Circuit Card Assembly Systems, *Journal of Heuristics*, 7: 351-369 (2001).
- [10] LaPierre S., L. DeBargis, F. Soumis, Balancing printed circuit board assembly line systems, *International Journal of Production Research*, 38: 3899-3911 (2000).
- [11] Walas R., R. Askin, An Algorithm for NC Turret Punches Press Tool Location and Hit Sequencing, *IIE Transactions*, 16: 280-287 (1984).
- [12] Sitio Web de Practical Components, Inc.  
[www.practicalcomponents.com](http://www.practicalcomponents.com)

# Desarrollo de un Ambiente Colaborativo de Ingeniería para el Desarrollo Integrado de Productos utilizando Internet 2 (Global e-Engineering)

Joaquín Aca, Nathalie Galeano, Eunice García, Ricardo Mejía, Arturo Molina

La era de la información y la globalización ha creado una situación de competencia internacional que ha colocado a las compañías manufactureras bajo una creciente presión por sostener e incrementar sus segmentos de mercado. Esta situación ha traído como consecuencia una mayor colaboración internacional entre compañías. En este escenario, las tareas de diseño y manufactura de productos son ejecutadas en diferentes localizaciones geográficas. Ejemplos de estas situaciones estas sucediendo entre Estados Unidos y México. Un problema que enfrentan frecuentemente dichas compañías es la pérdida de colaboración entre los ingenieros de diseño y manufactura. Esta situación requiere dos aspectos a ser abordados: (1) Implementación de un Proceso Integrado para el Desarrollo de Nuevos Productos entre las diferentes compañías que participan en el Ciclo de Vida del Producto; (2) Creación de ambientes que motiven la colaboración entre grupos de ingeniería. La infraestructura de información y las tecnologías de Internet pueden soportar estos requerimientos proporcionando mecanismos para compartir y transferir conocimiento e información en tiempo real de manera rápida, segura y económica. Especialmente los nuevos servicios y aplicaciones ofrecidos por Internet 2. Este proyecto de investigación esta dirigido a fortalecer la investigación y la educación del área en cuestión a través del diseño y prueba de un Ambiente Global Colaborativo para el Desarrollo Integrado de Nuevos Productos utilizando Internet 2.

Palabras Calve: Internet 2, Ciclo de Vida del Producto, Modelo del Producto, Modelo de Manufactura

## 1. Introducción

### 1.1. Antecedentes

El Desarrollo Integrado de Productos integra todas las actividades, métodos, información y tecnologías para concebir el Ciclo de Vida del Producto [1]. Cada producto es desarrollado a través de una serie de actividades secuenciales o simultaneas. Un concepto es llevado hasta un producto prototipo y cuando es aprobado, la materia prima es transformada en productos terminados. Con el propósito de entender de mejor manera el Ciclo de Vida del Producto, se han creado herramientas de modelación [2]. La modelación del ciclo de vida permite a los ingenieros entender todas las actividades para mejorar su colaboración y coordinación.

En las diferentes actividades del ciclo de vida del producto existe la necesidad de usar métodos comprobados, los cuales sustentan las actividades a fin de facilitar la comunicación entre clientes, equipo de diseño, ingenieros de diseño y manufactura, ejemplos de estos métodos son: QFD [3], FMEA [4] y DFM/DFA [5].

La información debe pasar a través de diferentes fases del desarrollo del producto. Esta información debe describir la evolución de un producto a través de su ciclo de vida [6]. Dos conceptos claves han sido desarrollados: Modelo del Producto [7, 8] y Modelo de Manufactura [9, 10, 11]. La información del Modelo del Producto permite a los ingenieros representar los aspectos importantes de los productos: funciones, geometrías y datos de ingeniería. El Modelo de Manufactura captura las capacidades del proceso de manufactura y los recursos de una

---

Ing. Joaquín Aca, Asistente de Investigación del CSIM, ITESM, Campus Monterrey, [aca@itesm.mx](mailto:aca@itesm.mx)

Ing. Eunice García, Asistente de Investigación del CSIM, ITESM, Campus Monterrey, [egarcia@itesm.mx](mailto:egarcia@itesm.mx)

Ing. Nathalie Galeano, Asistente de Investigación del CSIM, ITESM, Campus Monterrey, [ngaleano@itesm.mx](mailto:ngaleano@itesm.mx)

Ing. Ricardo Mejía, Asistente de Investigación del CSIM, ITESM, Campus Monterrey, [rimejia@itesm.mx](mailto:rimejia@itesm.mx)

Dr. Arturo Molina, Profesor Titular del CSIM, ITESM, Campus Monterrey, [armolina@itesm.mx](mailto:armolina@itesm.mx)

instalación en particular. La información de manufactura permite a los ingenieros evaluar si un producto en particular puede ser producido en una instalación específica.

Los sistemas de información basados en computadora han sido introducidos para sustentar el Desarrollo Integrado del Producto. La clasificación propuesta de los sistemas es la siguiente:

- Sistemas orientados a funciones que sustentan tareas específicas de ingeniería: CAD, CAM, CAE y Prototipos Rápidos [12].
- Sistemas de coordinación que sustentan secuencias de actividades y flujo de información. Por ejemplo: Workflow y Administración de Proyectos [13].
- Sistemas colaborativos para apoyar la cooperación entre ingenieros, es decir, CSCW - Computer Supported Cooperative Working [14].
- Sistemas de Administración de Información del Producto que facilitan el intercambio de información de producto y manufactura [15]

### 1.2. Justificación de la Investigación.

El Tratado de Libre Comercio ha estrechado las relaciones comerciales e industriales entre México y Estados Unidos. Actualmente, en la región norte de México se ha notado un crecimiento importante en la instalación de complejos manufactureros de EU, que aprovechan ventajas tales como el bajo costo de mano de obra, cercanía entre los dos países y la experiencia Mexicana en el ramo de la manufactura. Los sectores con mayor crecimiento en la frontera son las industrias electrónica, automotriz y energética [16]. Sin embargo, estos complejos requieren transferir productos de manera más eficiente para reducir el tiempo de lanzamiento al mercado. Algunos de los problemas que enfrentan frecuentemente compañías de EU y México son la pérdida de colaboración entre los ingenieros de diseño y de manufactura, pobre acceso a la información de las capacidades tecnológicas de manufactura y conocimiento deficiente de las capacidades de los procesos de manufactura. Por esta situación es importante que:

- Investigadores en EU y México desarrollen soluciones para resolver problemas reales que afectan la competencia de compañías de EU y México, mediante el desarrollo de nuevos conceptos, metodologías y herramientas de software.
- Desarrollar programas de educación en ambos lados de la frontera que incluyan experiencias de cómo la colaboración tomará lugar en ambientes reales industriales para ingenieros de México y EU.
- Explorar el impacto y la aplicación de nuevas tecnologías tales como Internet 2, para promover la colaboración entres investigadores e instituciones de EU y México y en el futuro entre compañías.

La Universidad de California - Berkeley (Integrated Manufacturing Lab) y el ITESM (Centro de Sistemas Integrados de Manufactura) tienen investigación y experiencias académicas en el área de Desarrollo Integrado de Productos para Productos de Alta Tecnología y partes Automotrices. Algunos resultados de investigaciones previas y en curso son: CyberCut [17], SPEED [18], Manufacturing Model [19], y Knowledge Based Engineering Systems [20]. Estas experiencias representan una base sólida para el trabajo de investigación que se esta llevando a cabo.

### 1.3. Objetivos

Este trabajo de investigación tiene dos objetivos:

- Diseñar e implementar un Ambiente Global de Ingeniería Colaborativa para la investigación y la educación, llamada *Global e-Engineering*. El ambiente integrara aplicaciones basadas en Web las cuales soportaran las actividades de ingeniería para diseño y manufactura de productos de Alta Tecnología.
- Demostrar el uso del ambiente *Global e-Engineering* en un curso ofrecido en conjunto por la Universidad de Berkeley y el ITESM.

#### 1.4. Contribuciones de la investigación.

- Experiencias de implementación de un Ambiente Colaborativo para la Investigación y la Educación. El ambiente colaborativo será utilizado con dos fines: investigación y educación. Experiencias derivadas de estas dos actividades contribuirán a las áreas de aprendizaje a distancia e investigación colaborativa.
- Evaluación del impacto del *Global e-Engineering* en los programas de estudios de Ingeniería. En el curso en conjunto ofrecido por Berkeley y el ITESM se evaluará el impacto del proceso de aprendizaje y la aplicación práctica de herramientas basadas en Web.
- Exploración del uso tecnologías de Internet 2 para soportar Global e-Engineering. Diversos aspectos de los servicios (QoS, Multicast, Security y Network Storage) y aplicaciones (Learningware y Laboratorios Virtuales) ofrecidos por Internet 2 serán utilizados y probados para evaluar sus beneficios e impactos en futuros proyectos de ingeniería.

## 2. Metodología y Herramientas

Con el objetivo de implementar un Ambiente Colaborativo Global de Ingeniería es necesario aplicar las siguientes metodologías y herramientas.

**Tabla 1.** Herramientas y aplicaciones para el desarrollo de un Ambiente Colaborativo Global de Ingeniería

	HERRAMIENTAS				
	Funcionales	Metodológicas	Coordinación	Colaboración	Administración de la Información
APLICACIONES	CAD CAM CAE MAS SPEED Prototipos Rápidos	QFD AMEF DFM DFA IDEF-0	MS Project GroupWare e-management e-project	Net meeting Foros Chat Multicasting e-mail Espacios compartidos	PDM

Las actividades principales en el desarrollo de la investigación son las siguientes:

- Diseño de un Ambiente Colaborativo para la Investigación y la Educación. Diseño e implementación de una Intranet para la colaboración entre Berkeley y el Tec de Monterrey. El ambiente debe incluir los siguientes elementos: Espacio y Libro Virtual de Investigación, Net meeting, chats y foros [21].
- Modelación del proceso de Desarrollo Integrado de Nuevos Productos con Mejores Prácticas. El modelo para el Desarrollo de Nuevos Productos será derivado a partir de las experiencias actuales de Berkeley y el Tec de Monterrey.

- Modelación del Producto y de Manufactura. UC - Berkeley definirá el modelo del producto, dada su responsabilidad en el diseño del producto y el Tec de Monterrey define el Modelo de Manufactura y por lo tanto asume la responsabilidad acerca de la manufactura del producto.
- Adaptación de las aplicaciones basadas en Web. Adaptación e integración de CyberCut y MAS (UC - Berkeley) y Manufacturing Model y SPEED (Tec de Monterrey).
- Integración del Ambiente Global de Ingeniería Colaborativa. Integración de los modelos de información y de procesos, herramientas de coordinación y colaboración y herramientas basadas en Web.
- Preparación de los casos de estudio. Casos de estudio serán tomados de la industria de México y EU.
- Diseño de un curso y preparación del material de enseñanza e impartición del curso entre UC - Berkeley y el Tec de Monterrey.

### 3. Resultados y Discusión

Durante la primera fase del desarrollo del Global e-Engineering, el equipo del CSIM (Centro de Sistemas Integrados de Manufactura) trabajó en las siguientes actividades:

- Diseño del ambiente colaborativo para la investigación y la educación
- Modelo Proceso para el Desarrollo Integrado de Productos con Mejores Prácticas
- Modelo del Producto Inyección de Plástico (aplicación SPEED)
- Modelo de manufactura para la línea SMT (Tecnología de Montaje Superficial) del CSIM.
- Adaptación de las aplicaciones basadas en Web: Aplicación SPEED y Modelo de Manufactura para SMT

Los principales resultados de cada etapa son descritos a continuación.

#### 3.1. Diseño del ambiente colaborativo para la investigación y la educación.

El primer paso en el diseño del Ambiente Colaborativo fue el análisis de diversas plataformas que pudieran soportar el ambiente. Se evaluaron cuatro ambientes: Blackboard (ambiente elegido para desarrollar el proyecto), Learning Space, Yahoo Groups y Ambiente Desarrollado por el equipo de trabajo. Los parámetros de evaluación se establecieron en función de los requerimientos del ambiente a desarrollar:

- |              |                        |                      |
|--------------|------------------------|----------------------|
| • Anuncios   | • Multicasting         | • Implicaciones      |
| • Multimedia | • e-mail               | • Plataforma para el |
| • Foros      | • Espacios compartidos | Diseño del Curso     |
| • Chats      | • Requerimientos       |                      |
| • Schedule   | tecnológicos           |                      |

De acuerdo a estos criterios de evaluación Blackboard fue elegido como la plataforma para diseño del curso y el medio de comunicación entre estudiantes y profesores. Blackboard reúne todos los requerimientos necesarios para desarrollar el ambiente, no requiere software adicional y se cuenta con licencia de desarrollo. En la Figura 1 se muestra el diseño desarrollado para el curso.

Por lo tanto, la adaptación de las aplicaciones basadas en Web estará compuesta por los siguientes elementos:

- Blackboard, como herramienta de coordinación, colaboración e información.
- Sitio de Global e-Engineering, este contiene enlaces de blackboard, bases de datos y otras herramientas para el ambiente.



Figura 1. Diseño de la página del curso ofrecido por la UC-Berkeley y Tec de Monterrey.

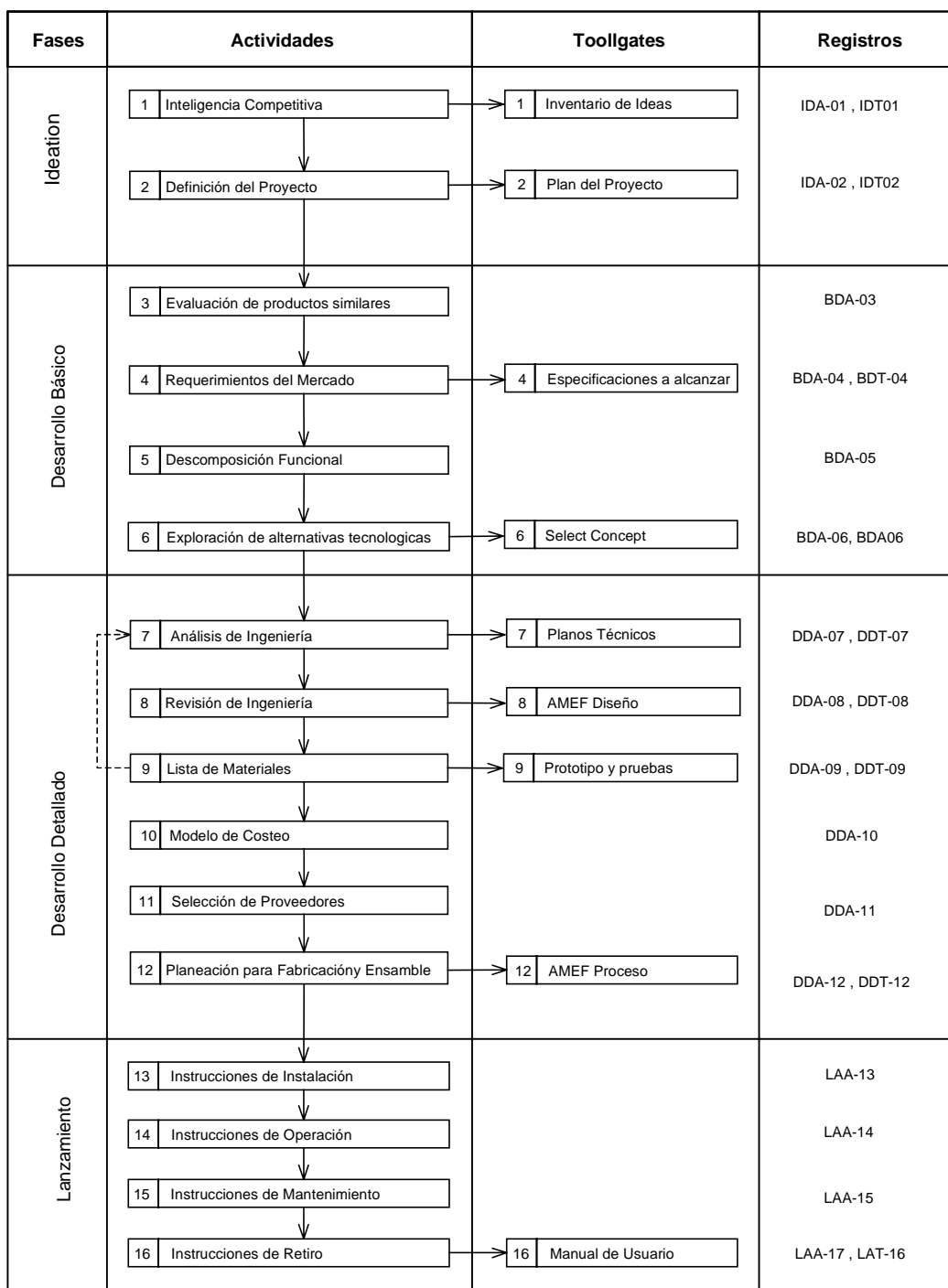
### 3.2. Modelo Proceso para el Desarrollo Integrado de Productos con Mejores Prácticas

El Desarrollo Integrado de Productos integra todas las actividades, métodos, información y tecnologías para concebir de manera completa el Ciclo de Vida del Producto. El CSIM evaluó diversos procesos típicos para el diseño de productos [22, 23, 24] y desarrolló una metodología para analizar y mejorar la práctica actual del Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos que consta de cuatro etapas: Ideación, Desarrollo Básico, Desarrollo Detallado y Lanzamiento con el fin de asegurar la práctica de Ingeniería Concurrente como filosofía de trabajo que soporte el desarrollo de un nuevo producto (Ver figura 2). Las siguientes son las etapas de la implementación

- *Ideación*. Antes de que un producto comercial pueda ser diseñado es necesario que exista la idea de un producto, es decir, una idea factible en aspectos técnicos y económicos. Ideación es una búsqueda sistemática para la selección y desarrollo de ideas de productos con alto potencial de éxito.
- *Desarrollo básico*. Esta fase implica la recopilación de información acerca de los requerimientos del cliente que deben ser satisfechos y también las restricciones funcionales. Es decir, es la identificación y estructuración de los problemas de diseño esenciales en estructuras funcionales y la búsqueda de principios de solución apropiados. En esta fase se determinan los principios de solución básicas a través de la elaboración de una solución conceptual.
- *Desarrollo Avanzado*. Esta es la fase del proceso de diseño en el cual la forma, las dimensiones y los materiales son especificados para cada una de las partes individuales. La factibilidad técnica y económica es revisada. Los planos de fabricación y otros documentos requeridos para la producción son generados.
- *Lanzamiento*. En esta fase se resuelven todos los aspectos necesarios para iniciar la producción y venta.

Las cuatro etapas de la metodología están estructuradas en: Procedimientos, Actividades, Tollgates, Formatos y Registros.

- *Procedimiento*. Documento que describe una actividad y su ejecución. Este documento puede hacer referencia a otros documentos como instructivos, formatos o registros. Todas las actividades tienen un procedimiento.



**Figura 2.** Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos con Mejores Prácticas

- **Actividad.** Esta es una tarea involucrada en el proceso de diseño y cada actividad esta asociada a con una técnica, herramienta o método específico.
- **Tollgates.** Esta es una actividad, pero requiere de una o más actividades previas estén concluidas. Todos los Tollgates deben tener un registro.
- **Registros.** Documentos estándar que proveen la evidencia de una tarea que ha sido realizada o un resultado obtenido.
- **Instructivos.** Documento que define cada actividad en forma detallada. Este instructivo especifica quienes son los miembros del equipo de diseño involucrados en la actividad y sus responsabilidades.
- **Formatos.** Documento estándar es utilizado como registro de información.

### 3.3. Modelo del Producto para productos por Inyección de Plástico (aplicación SPEED)

Una de las aplicaciones que serán integradas en el ambiente Global e-Engineering es el sistema prototipo SPEED+. Se ha trabajado con mucho énfasis en el manejo de la información del producto, sin embargo, existe una necesidad de trabajar en la administración de información relacionada con las capacidades de los recursos y del proceso de manufactura [25]. SPEED (**S**upporting **P**lastic **e**ngine**E**ring **D**evelopment) es un sistema desarrollado que soporta la necesidad de capturar y compartir información de los recursos y capacidades del proceso de inyección de plástico a través de Internet. SPEED soporta las tres actividades claves involucradas en el desarrollo de productos plásticos manufacturados por inyección: diseño del producto, diseño del molde y producción.

El primer sistema prototipo de SPEED fue desarrollado en una Base de Datos Orientada a Objetos (OODB) de Object Store, corriendo en un servidor ULTRA 5 (<http://speed.mty.itesm.mx>). Con el objetivo de mejorar el desempeño del prototipo una nueva versión esta bajo desarrollo utilizando AML (Adaptive Modeling Language) de Technosoft Inc<sup>TM</sup> debido a que su modulo de parasolidos ofrece un mejor desempeño en 3D, además, puede trabajar sobre Internet con dos nuevos módulos compatibles: WDE y Views.

- El modulo WDE es una extensión de AML que apoya las actividades de diseño en tiempo real a través de WEB.
- Views – Product and Process Model Data Managment. Es un ambiente habilitado en WEB para definir, administrar y publicar todos los aspectos de un proyecto de ingeniería.

Utilizando estas herramientas y la estructuración de la información se integraron los conceptos SPEED-AML-WEB en un nuevo prototipo llamado SPEED+ (Figura 3). Este sistema KBE integrara la información del sistema SPEED original en el ambiente AML ejecutado desde Internet con el objetivo de compartir información del ciclo de vida del producto de partes plásticas.

El sistema prototipo SPEED ayudará en el diseño de la cubierta plástica para dispositivos electrónicos. El sistema esta soportado por reglas de Diseño para Inyección de Plástico (DFI), a través de un proceso automatizado basado en un sistema KBE (Knowledge Base Engineering) y Diseño Basado en Características. Debido a la obsolescencia del modelador 3D de la versión original de SPEED, el nuevo prototipo AML-SPEED+ fue desarrollado considerando una mejor alternativa en la modelación 3D que también permite el proceso de co-ingeniería a través de Internet debido sus nuevos módulos: WDE & Views.

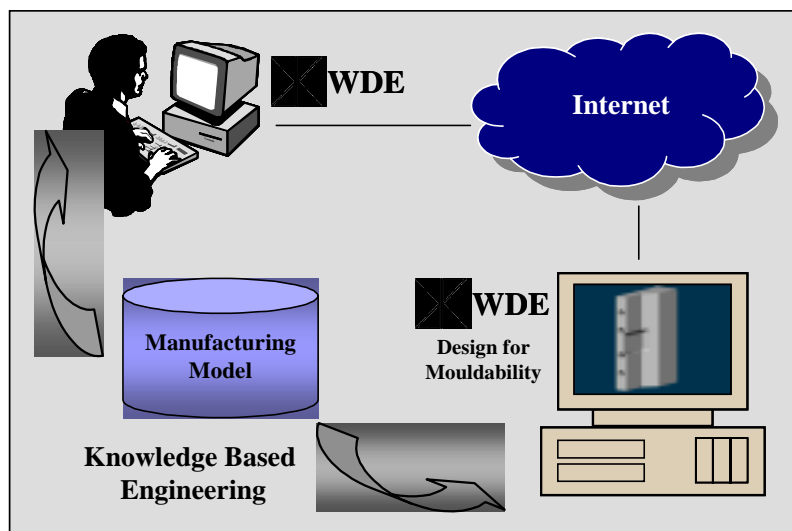


Figura 3. Arquitectura del sistema SPEED+



### 3.4. Modelo de Información del Proceso

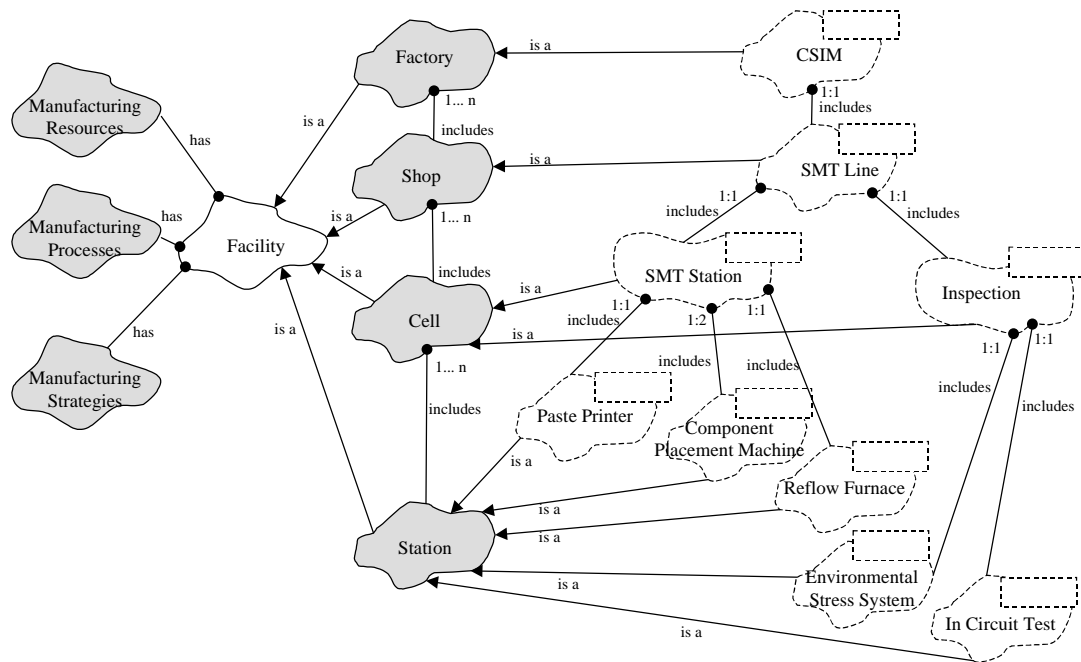
Los modelos de información representan los datos y la información que describen la factoría en términos de recursos y/o procesos, por ejemplo, el modelo de la factoría [26], modelo de instalaciones [27], modelo de recursos de manufactura [28], modelo de la administración de los recursos de manufactura [29], y el modelo de manufactura [11].

El modelo de manufactura es un modelo de información que describe las capacidades de manufactura de una empresa en particular. El modelo consiste en entidades que son relevantes e importantes para una organización de manufactura, denominadas: recursos de manufactura (e.g. maquinas, herramientas, operadores); procesos de manufactura (e.g. procesos de maquinado, ensamble); y estrategias de manufactura (cómo estos recursos son organizados y utilizados) [11]. Las instalaciones son modeladas a diferentes niveles de abstracción: fábrica, taller, celda, estación y equipo, para proveer la información de manufactura requerida por todos los usuarios.

En este proyecto de investigación, se representa el modelo de manufactura de la línea SMT (Surface Mounting Technology) del CSIM. El modelo identifica, representa y captura los datos, la información y el conocimiento en los recursos, los procesos y las estrategias de manufactura de la línea SMT.

Basados en la información recolectada con los expertos en la línea SMT y en los catálogos de las maquinas, el Modelo de Manufactura para la línea SMT fue representada. La Figura 4 muestra algunos de los resultados.

Basados en estos modelos y en las reglas para manufacturabilidad en la línea SMT un software se encuentra bajo desarrollo: COSMOTIU (**C**apabilities **O**f **S**urface **M**ounting **T**echnology at **I**TESM **U**niversity). COSMOTIU ayudará a los usuarios a analizar la manufacturabilidad de las tarjetas electrónicas de acuerdo a las capacidades de la línea SMT. El software prototipo será desarrollado en una plataforma basada en Web (programación PHP) y soportada por la base de datos MySQL.



**Figure 4.** Representación del Modelo de Manufactura de la línea SMT del CSIM

#### 4. Conclusiones

Se han presentado los resultados obtenidos por el CSIM en la primera etapa del Desarrollo de un Ambiente Colaborativo de Ingeniería para el Desarrollo de Nuevos Productos. En esta primera etapa se cumplió el objetivo de diseñar e implementar el Ambiente Global que integra las aplicaciones para el desarrollo del proyecto.

Se llevaron a cabo tres actividades claves para el desarrollo del proyecto: Modelación del Proceso de Desarrollo Integrado de Nuevos Productos, Modelación del Producto de Inyección de Plástico y el Modelo Manufactura de Manufactura de la línea SMT del CSIM. Además se llevo a cabo la adaptación en Web de las aplicaciones SPEED y Modelo de Manufactura de la línea SMT.

La integración de estas aplicaciones permitió que el equipo de trabajo experimentara las dificultades de integración e implementación de un Ambiente Colaborativo que fueron documentadas para el caso de implementación en la industria.

La segunda fase del proyecto contempla la impartición del curso ofrecido por la UC-Berkeley y el Tec de Monterrey, la evaluación del impacto del *Global e-Engineering* en los programas de estudios de ingeniería, así como los beneficios de utilizar los servicios y aplicaciones de Internet 2 para soportar el *Global e-Engineering* y explora el beneficio potencial de su uso en futuros proyectos de ingeniería.

#### 5. Referencias

- [1] Tipnis V.A., 1999, "Evolving Issues in Product Life Cycle Design: Design for Sustainability", Chapter 13, in Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, models and technologies, Edited by A. Molina, A. Kusiak and J. Sanchez, London, Kluwer Academic Publishers, 1999, pp. 399 - 412.
- [2] Savolainen T., Beeckmann D., Groumpos P., and Jagdev H., 1995, "Positioning of modelling approaches, methods and tools", Computers in Industry, 25 (1995), 255 - 262.
- [3] Revelle J. B. Revelle, Moran J.W and Cox C., The QFD Handbook, John Wiley & Sons, January 21, 1998.
- [4] Palady P., 1995, Failure Modes & Effects Analysis, Pt Pubns, September 1995.
- [5] Boothroyd, G., and Alting, L., 1992, "Design for Assembly and Disassembly", Annals of the CIRP, Keynote Paper, Vol. 41/2/1992, pp. 625-636.
- [6] Molina, A., Al-Ashaab, A.H., Ellis, T.I.A, Young, R.I.M, Bell R., "A Review of Computer Aided Simultaneous Engineering Systems", Research in Engineering Design (1995), 7: 38-63.
- [7] Krause F-L., Kimura F., Kjellberg T., and Lu S.C.-Y., (1993), "Product Modelling", Keynote papers, Annals of the CIRP, Keynote paper, Vol. 42/2/1993, pp. 695-706.
- [8] Bernard A., 2000, "Rapid product development case studies and data integration analysis", Computers in Industry 43 (2000), 161-172.
- [9] Bjorke O., and Myklebust O., (1992), IMPFACT: Integrated Modelling of Products and Process using Advanced Computer Technologies, TAPIR Publishers, Trondheim, Norway.
- [10] Kimura F., 1991, "Software for Product Realization", International Symposium for International Trends in Manufacturing Towards the 21st Century, Oct. 18, Berlin, Germany.
- [11] Molina A., and Bell R., 1999, "A manufacturing model representation of a flexible manufacturing facility", Proc Instn Mech Engrs Vol 213 Part B, 1999, pp. 225-246.
- [12] Kochan D., 1995, "Intelligent Production Technology Future-oriented vision or industry reality", Computers in Industry 28 (1995), 3 - 30.

- [13] Barclay I., Dann A., 2000, "Management and Organizational Factors in New Product Development (NPD) Success" *Concurrent Engineering: Research and Applications*, Vol. 8, No. 2, June 2000, pp. 115-132.
- [14] Woodcock A., and Scrivener S.A.R, 1999, "Groupware and CSCW", in *Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Models and Technologies*", Edited by A.Molina, A. Kusiak and J.M. Sanchez, London, Kluwer Academic Publishers, pp. 573 - 596.
- [15] Hanneghan M., Merabti M, and Coloquhoun G., 2000, "A viewpoint analysis reference model for Concurrent Engineering ", *Computer in Industry* 41 (2000), 35-49.
- [16] *SECOFI-Sistema de Información Empresarial Mexicano*, Estadísticas Sectoriales, Sector Externo, Fracciones arancelarias: 848071, 848041, 848079, 820730 (<http://www.secofi-siem.gob.mx/siem1999/>)
- [17] Wright, Paul K., 2001 "CyberCut: A Networked Manufacturing Service", Final Report for National Science Award # 9617995, (<http://cybercut.berkeley.edu>)
- [18] Al-Ashaab et. al., 2001, "An Internet-Based Design System for Injection Moulding Application", to be presented at CE 2001.
- [19] Molina A., and Bell R., 1999, "A manufacturing model representation of a flexible manufacturing facility", *Proc Instn Mech Engrs Vol 213 Part B*, 1999, pp. 225-246.
- [20] Acosta J.L. and Molina A., 2001, "Knowledge based Engineering System for Design and Manufacture of Glass Products", *Proceedings of TMCE 2000*, Third international symposium on Tools and methods for competitive engineering, Delft, Amsterdam, April 18-21, 2000, pp. 263-273.
- [21] Molina A., Al-Ashaab A., 2001, "Web-based information model to support product development in Virtual Enterprises", accepted for presentation at PROLAMAT 2001, Budapest, Hungary, novembre 2001.
- [22] David G. Ullman. *The mechanical design process*. New York : McGraw-Hill, c1992 Edición Internacional.
- [23] Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger. *Product design and development*. New York : McGraw-Hill, c1995
- [24] G. Pahl, W. Beitz. *Engineering design: a systematic approach*. Berlin; New York : Springer-Verlag, 1988
- [25] Al-Ashaab A.H.S and Young R.I.Y . "Design for Injection Molding in a Manufacturing Model Environment". *The Journal of Design and Manufacturing*, the Inter. Journal of Concurrent Engineering, May 1995.
- [26] Molina, A. Mezgar, I. and Kovacs, G. Object knowledge representation models for concurrent design of FMS. In *Human Aspect in Computer Integrated Manufacturing*. Eds. G.J. Olling and F. Kimura, IFIP, 1992, pp 779 – 778 (Elsevier Science Publishers B.V., North Holland, Amsterdam).
- [27] Kimura F., 1991, "Software for Product Realization", *International Symposium for International Trends in Manufacturing Towards the 21st Century*, Oct. 18, Berlin, Germany.
- [28] ISO TC184 SC4 WG8/N13 Project 2: Resource Usage Management, Draft scope presented at London Meeting by B.R. Katzy, June 1992.
- [29] Al-Ashaab, A. and Young, R.I.M . *Information models: and aid to concurrency in injection molded products design*. Presented at ASME Winter Annual Meeting, Anahemi, California. 8-13 November 1992.

# **ALGORITMO PARA EL DISEÑO OPTIMO DE CARROS DE VULCANIZADO UTILIZANDO PROGRAMACIÓN LINEAL CON INFINITO NÚMERO DE VARIABLES**

Federico Trigos, Héctor López

En este artículo se presenta una aplicación del problema de los cortes de material que modela la programación de la producción de una línea de manufactura de manguera curva para la industria automotriz. Se presenta un modelo de programación lineal con infinito número de variables que representa el problema, así como un algoritmo óptimo para resolverlo.

# TEORÍA, MODELAJE Y APLICACIONES DEL PROCESO DE ROCIADO DE PLASMAS TÉRMICOS PARA RECUBRIMIENTOS DE PROTECCIÓN

Armando Bravo, Víctor M. Romero, Ómar Lengerke,  
Rafael Tejeida, Nayeli Caballero

En la industria existen problemas tanto en el diseño de los productos como en sus procesos de manufactura, y algunos de estos problemas están relacionados con factores como la corrosión, desgaste, abrasión, erosión, choques térmicos, etc., lo que puede resultar costoso.

Actualmente, en varios laboratorios en el mundo, se realizan esfuerzos científicos y tecnológicos para reducir los problemas ocasionados por los fenómenos citados anteriormente. Entre estos estudios destaca la aplicación de RECUBRIMIENTOS POR ROCIADO DE PLASMAS TÉRMICOS, a los materiales y componentes de maquinaria y equipo. Las ventajas más notables de este proceso, son la no-toxicidad, los residuos escasos, y la reducción en el tiempo y costo de la reparación de equipos y componentes.

A pesar de las ventajas citadas y que esta tecnología se aplica desde hace casi tres décadas, en México no ha sido explotada ampliamente, siendo las razones principales la dependencia tecnológica, la falta de recursos humanos capacitados y que el proceso no ha sido completa y profundamente investigado.

Para contribuir en la solución de los problemas citados, presentamos el desarrollo de modelos teóricos y de simulación CFD, para el diseño de boquillas supersónicas, la generación y control de la temperatura y velocidad del chorro de plasma, así como la transferencia de calor y momentum de éste a las partículas inyectadas.

También mencionamos los pasos para continuar y concluir con los modelos de deposición y solidificación del recubrimiento, mediante técnicas fractales.

Palabras clave: Plasmas industriales, Dinámica de fluidos, Transferencia de calor, Momentum, Recubrimientos.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes:

En la actualidad, el diseño y construcción de máquinas, aeronaves, vehículos automotores, estructuras, dispositivos eléctricos y electrónicos, y en procesos de manufactura en general, se deben tomar en cuenta ciertos factores que no precisamente son secundarios a los del diseño convencional

---

Dr. Armando Bravo Ortega. Profesor Titular. Centro de Investigación e Innovación en Tecnología e Ingeniería y del Departamento de Ingeniería Mecánica, ITESM, Campus Estado de México, [abravo@campus.cem.itesm.mx](mailto:abravo@campus.cem.itesm.mx).

M. I. Víctor M. Romero Medina. Profesor Asistente. Departamento de Ingeniería Mecánica. ITESM. Campus Estado de México, [vromero@campus.cem.itesm.mx](mailto:vromero@campus.cem.itesm.mx).

Ing. Rafael Tejeida Volantin. ITESM, Campus Estado de México.

Ing. Nayeli Caballero Cárdenas. ITESM, Campus Estado de México.

Ing. Ómar Lengerke Pérez. Profesor Asistente. Universidad de Bucaramanga. Colombia. [olengerke@hotmail.com](mailto:olengerke@hotmail.com).

(diseño por carga, resistencia, fatiga), como lo es el factor ambiental entre otros, ya que éste puede ocasionar el deterioro y hasta la falla de las piezas, aún en condiciones normales de trabajo.

En la industria manufacturera en general, existen problemas tanto en el diseño de los productos como en sus procesos de manufactura, relacionados con factores como la corrosión, desgaste, abrasión, erosión, choques térmicos, etc. lo que puede resultar muy costoso. Como ejemplos se tiene lo que ocurre en España y Gran Bretaña, donde las pérdidas económicas debidas a la corrosión, alcanzan hasta un 2% y 3.5% del PIB respectivamente.

Se estima que en México, estas pérdidas pueden llegar a representar hasta el 3 o 5 % del PIB, aunque sólo se invierte en realidad una cantidad mucho menor para reducir el problema (600 millones de pesos en 1998). Las áreas industriales más afectadas y que pueden representar un nicho de oportunidad, son las siguientes: papel, metalmecánica, siderúrgica, petroquímica, textil, automotriz, aeronáutica, eléctrica y electrónica, del cemento y biomédica.

Las propiedades o características de un material se definen conforme al tipo de diseño, aplicación y exigencias a las que van a estar sometidas las piezas, partes o estructuras. Por ejemplo, si sometemos una estructura a esfuerzos de tensión, torsión o flexión, lo importante en esta estructura es el volumen o núcleo, pero si estuviera sometido a factores como la corrosión, el desgaste, la erosión o en un caso muy específico la biocompatibilidad, lo más importante son las propiedades de la superficie.

Actualmente, se realizan diversos esfuerzos científicos y tecnológicos para reducir los problemas ocasionados por los eventos presentados anteriormente. Entre estos esfuerzos destaca la aplicación de RECUBRIMIENTOS PROTECTORES de los materiales y componentes de maquinaria y equipo. Ahora bien, un recubrimiento superficial se refiere a una capa relativamente delgada que cubre el material, la cual se aplica para obtener una propiedad diferente a la del material base. Las principales razones para cubrir un material son: proporcionar protección contra la corrosión del sustrato, mejorar el aspecto del sustrato, aumentar la resistencia al desgaste, disminuir la fricción de la superficie, modificar la resistencia eléctrica o térmica, preparar una superficie metálica para un procesamiento posterior y reconstruir las superficies gastadas o erosionadas durante el servicio.

Entre las técnicas de recubrimiento destaca en forma notable el recubrimiento superficial mediante rociado de plasmas térmicos. Sus ventajas más notables son la no-toxicidad de los procesos, los pocos residuos que se generan, lo confiable del proceso, que se pueden aplicar in-situ y con frecuencia sin necesidad de desmontar o parar maquinaria o equipo, entre otras características.

Su mayor objeción es el alto costo o inversión inicial y lo poco que se conoce con profundidad el proceso. Sin embargo, lo caro del proceso está relacionado con el limitado conocimiento del mismo a nivel fundamental, lo que amerita un estudio más profundo de los procesos físicos que ocurren.

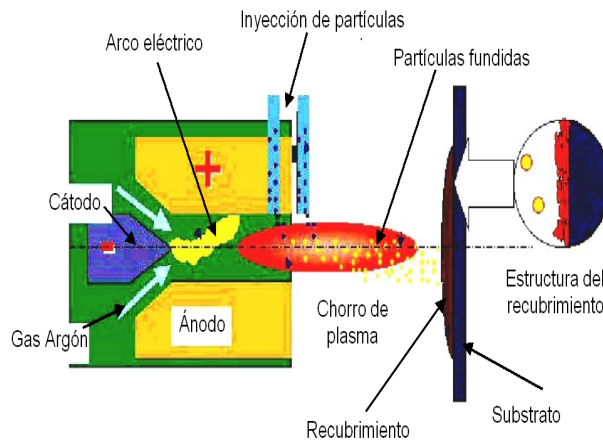
A pesar de las ventajas citadas, este tipo de tecnología no ha sido explotada ampliamente en México, debido principalmente a que no existe un número suficiente de recursos humanos capacitados en este tipo de tecnología y el proceso no ha sido completa y profundamente investigado.

Para responder a estas dos necesidades reales, y contribuir en la solución de problemas tecnológicos y económicos actuales, presentamos el presente proyecto de investigación básica y tecnológica.

## **1.2 Proceso de Rociado por Plasma Térmico:**

El material de recubrimiento deseado se inyecta como polvo al paso del plasma. Este plasma es creado por un arco eléctrico que se forma entre un cátodo de tungsteno y una boquilla de cobre que funciona como ánodo dentro de la pistola de plasma, como se muestra en la figura 1. Las partículas de

polvo inyectadas se funden y son lanzadas a velocidades muy altas para formar una estructura laminar y así recubrir el material deseado.



**Figura 1.** Esquema del proceso de recubrimiento por rociado de plasmas térmicos.

Normalmente se aplican plasmas térmicos, aprovechando su muy alta temperatura (aproximadamente hasta 15,000 o 20,000 K), y su alta entalpía, lo que permite vaporizar los polvos (metálicos o cerámicos), logrando recubrimientos relativamente densos. La calidad del recubrimiento depende de las características fundamentales del plasma, como son su temperatura y la velocidad del plasma. Las partículas típicas tienen un diámetro de 5 a 100  $\mu\text{m}$  y alcanzan velocidades en el rango de 100 a 1,000 m/s.

Al poder controlar las variables del plasma (presión, velocidad y temperatura), es posible utilizar un mayor número de sustancias como recubrimiento, lo que permite una amplia variedad de recubrimientos. Por ejemplo, se pueden utilizar partículas de plástico cuando se trabaja a bajas temperaturas, o bien utilizar materiales cerámicos o metales de alto punto de fusión, cuando la temperatura del plasma es muy alta.

Es común utilizar argón como gas principal, pues tiene las siguientes ventajas: baja energía de ionización, forma arco estable a bajos voltajes y es químicamente inerte. Para el caso de que se requiera mayores energías, se utiliza generalmente mezclas de gases, como nitrógeno e hidrógeno, que poseen mayor entalpía.

El uso óptimo de esta tecnología de recubrimientos, sólo puede garantizarse si existe un profundo conocimiento de todos los fenómenos asociados a un sistema complejo, como es el formado por el plasma, los materiales inyectados en el chorro a alta temperatura, la distancia de aplicación, los gases reactantes, las dimensiones y formas de las partículas, los puntos de fusión, y el sustrato entre otros.

En general, se ha determinado que la calidad del recubrimiento está influenciada por más de 50 interrelaciones de todos los parámetros de operación, lo que dificulta encontrar las condiciones óptimas de operación. Por tanto, esta complejidad obliga a realizar estudios cuidadosamente diseñados, basados en técnicas especiales de diseño de experimentos, para minimizar el trabajo experimental.

Así por ejemplo, desde un punto de vista práctico, la calidad del recubrimiento se califica principalmente en función de: porosidad del recubrimiento, adhesión al sustrato, espesor de las capas y aspereza. Así se ha observado que la porosidad es función de la temperatura del plasma, el tiempo de vuelo de las partículas, la velocidad de impacto contra el sustrato, enfriamiento en el sustrato y otras, por lo que estos parámetros deberán ser cuidados o conocidos con profundidad.

Por este motivo, existen grandes esfuerzos a nivel mundial para conocer todos aquellos fenómenos que regulan la interacción de las partículas con el plasma, habiéndose propuesto diversos modelos teóricos que pretenden explicar tal situación.

Así, para caracterizar completamente el campo de flujo de las partículas, es necesario medir el tamaño de la partícula, su velocidad (longitudinal y radial), su temperatura y su densidad. Pero por otra parte, el campo de velocidades de las partículas en el plasma está regido por un régimen turbulento, lo que complica los cálculos. Esto se aprecia por las variaciones que existen en el tamaño, forma y temperatura de las flamas.

Con este fin, en varios laboratorios y universidades del mundo, se han propuesto modelos teóricos, experimentales y numéricos que pretenden resolver estos fenómenos. Estos modelos incorporan ecuaciones de momentum, energía, de efectos electromagnéticos, de continuidad y de turbulencia.

Ya existen soluciones para situaciones físicas simples, pero el caso general que considera fenómenos de difusión, turbulencia, transferencia de calor y momentum no han sido resueltos satisfactoriamente, y sigue siendo un campo muy activo de investigación.

### **1.3 Objetivos:**

A continuación presentamos los objetivos que se han establecido para el presente proyecto:

- (a) Desarrollar modelos teóricos que describan: el flujo supersónico en una boquilla de plasma, la generación y control de un chorro de plasma y la transferencia de calor y momentum del plasma hacia las partículas inyectadas.
- (b) Simular numéricamente con un paquete CFD, el flujo supersónico, el control del chorro de plasma y la dinámica de partículas al interactuar con el chorro de plasma.
- (c) Validar los resultados CFD con respecto a resultados experimentales internacionales.
- (d) Optimizar el diseño de la boquilla supersónica, el control del chorro de plasma y la transferencia de calor y momentum hacia las partículas inyectadas.

### **1.4 Contribución e importancia del trabajo:**

La contribución e importancia de nuestro proyecto es en los siguientes puntos:

- (a) Investigación de los fenómenos físicos que regulan el proceso de rociado de plasmas para la producción de recubrimientos de protección.
- (b) Formación de recursos humanos a nivel postgrado, con especialidad en plasmas industriales.
- (c) Posibilidad concreta de extender el empleo de recubrimiento por rociado de plasmas térmicos, como una técnica moderna, segura y confiable.

## **2 Metodología**

El trabajo de investigación se organizó en tres proyectos de postgrado, que condujo a tres tesis de maestría. Los proyectos de investigación abordan las siguientes tres actividades fundamentales:

- (a) Investigación sobre boquillas supersónicas, empleando inicialmente un modelo isentrópico, y completando con un modelo de flujo compresible, como un medio para controlar la velocidad y otras propiedades del chorro formado en las boquillas.
- (b) Investigación sobre la termodinámica y dinámica del chorro de plasma, utilizando modelos simplificados con simetría azimutal, en coordenadas cilíndricas y en estado estacionario.



- (c) Investigación sobre los fenómenos de transporte (momentum y temperatura) que ocurren al inyectar las partículas de recubrimiento, empleando modelos con simetría azimutal, en coordenadas cilíndricas y considerando un modelo turbulento.

A continuación se presenta la metodología de trabajo para las actividades teóricas y de simulación numérica CFD, para cada uno de los casos.

## 2.1 Investigación teórica:

Los temas teóricos estudiados en estos proyectos son:

- (a) Diseño de boquillas supersónicas. Cálculo de ángulos, diámetros y longitudes. Se emplean inicialmente las ecuaciones de flujo isentrópico.
- (b) Movimiento de gases a través de las boquillas. Las variables principales son velocidad, presión, densidad, temperatura, compresión.
- (c) Arco eléctrico y transferencia de energía hacia el flujo de gases. Ionización y formación del plasma.
- (d) Variables termodinámicas y eléctricas del plasma. Velocidad, temperatura, presión, zonas de concentración y temperatura, longitud, ancho y forma del chorro de plasma.
- (e) Inyección de partículas en el chorro de plasma. Interacción partículas-plasma y arrastre hidrodinámico. Transferencia de calor y momentum hacia las partículas inyectadas.

En todos los casos se utiliza teoría clásica, esto es: ecuaciones de conservación de masa, momentum, energía y una ecuación de estado (gas ideal) y la ecuación de arrastre hidrodinámico, las cuales son citadas a continuación:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \rho \mathbf{u} = 0$$

$$\rho \left[ \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} \right] = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} + \rho \mathbf{f}$$

$$\rho \left( \frac{\partial e_{int}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla e_{int} \right) = \boldsymbol{\sigma} : \nabla \mathbf{u} - \nabla \cdot \mathbf{q}$$

$$Pv = RT$$

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{9}{2}$$

donde  $\rho$  es la densidad del gas argón o el plasma en su caso,  $\mathbf{u}$  es la velocidad del fluido,  $t$  es el tiempo,  $\boldsymbol{\sigma}$  es el tensor de esfuerzos que contiene información de viscosidad y deformación,  $\mathbf{f}$  es cualquier tipo de fuerza externa (gravedad),  $e_{int}$  es la energía interna del fluido y  $\mathbf{q}$  es el flujo de una fuente de calor.  $P$  es la presión del gas,  $v$  es el volumen específico del fluido,  $R$  es la constante del gas o fluido de trabajo y  $T$  es la temperatura absoluta.  $C_D$  es el coeficiente de arrastre y  $Re$  es el número de Reynolds del flujo.

## 2.2 Simulación CFD:

Una vez establecidos los parámetros básicos de operación con flujos isentrópicos e incompresibles, el diseño de la boquilla supersónica (convergente-divergente) se optimiza, utilizando el paquete CFD Fluent, empleando modelos de turbulencia y fluidos compresibles.

La técnica de optimización para el diseño de la boquilla supersónica consistió en elegir inicialmente una boquilla convergente-divergente, con dimensiones semejantes a una boquilla comercial. Los parámetros iniciales de diseño fueron los ángulos de convergencia y divergencia, la longitud de la garganta y el flujo. Se adoptó un valor promedio del flujo de gas, reportado en artículos científicos, y aplicando el modelo isentrópico, se obtuvo un valor para la velocidad en la salida de la garganta, la cual se tomó como referencia para simulaciones numéricas.

Enseguida se procedió a realizar simulaciones CFD con los parámetros teóricos obtenidos, pero ahora permitiendo la existencia de compresión. Este primer modelo numérico sirvió como punto de referencia y se realizaron una gran cantidad de simulaciones posteriores, variando siempre un parámetro de diseño y manteniendo constantes los restantes, siempre buscando optimizar la velocidad del flujo a la salida de la garganta. Este método condujo al diseño óptimo de la boquilla supersónica.

Como siguiente paso, y manteniendo la geometría óptima, se introdujo una fuente de energía, con la finalidad de provocar la disociación y la ionización del gas. En esta etapa, las variables críticas son la velocidad y la temperatura del chorro de plasma, y el parámetro que las controla es la potencia suministrada durante el proceso.

Finalmente, a este sistema optimizado se le simuló la inyección de partículas de diversos diámetros y propiedades térmicas, permitiendo evaluar la transferencia de momentum y calor hacia las partículas sólidas inyectadas, en función de las características del material de recubrimiento.

### **3 Resultados y Discusión:**

En la figura 2 se muestra un resultado de simulación con Fluent, donde se puede monitorear el número de Mach a la salida de la garganta, permitiendo optimizar la longitud y ángulos de la boquilla, como se muestra en las figuras 3.

En la figura 4 se aprecian los perfiles de temperatura, y por medio de múltiples simulaciones, se muestra que la temperatura, velocidad y longitud del chorro de plasma son función de la potencia aplicada, según se nota en las figuras 5.

Con los resultados anteriores, se simula la transferencia de calor y momentum a partículas esféricas de diversos diámetros y materiales, como se muestra en las figuras 6. Mediante la misma técnica se realizaron varias simulaciones y se pudo demostrar que la temperatura y velocidad de las partículas, para una potencia determinada, son función del tiempo de permanencia de las partículas en el chorro de plasma. Esto se observa en la figura 7.

### **4 Conclusiones:**

De acuerdo a las simulaciones realizadas, de las Figuras 3, se nota que la longitud de garganta óptima para una boquilla supersónica, que utiliza un flujo de 0.002 kg/s de Argón, es de aproximadamente 5 mm. La razón de este comportamiento es que para longitudes más cortas el flujo aún no se estabiliza ni desarrolla su máxima velocidad, y a una mayor longitud, el conducto actúa más como difusor, pues la fricción en exceso inhibe el movimiento libre.

En forma semejante, se puede observar que el ángulo de aproximadamente 10.9 grados, es el adecuado, pues un ángulo menor o mayor no permite que la entalpía de estancamiento contribuya significativamente en el incremento en energía cinética.

Por otra parte, se sabe que la potencia proporcionada al sistema, contribuye inicialmente a disociar las moléculas o bien establecer la ionización y generar el plasma. La energía restante es absorbida por el plasma y esto contribuye a incrementar la temperatura del plasma, así como la velocidad del chorro y la longitud del mismo. Este fenómeno se observa en las figuras 5.

Sin embargo, se observa que para el sistema elegido en nuestro estudio, existe una potencia de saturación, la cual al ser rebasada ya no incrementa sustancialmente nuestras variables de operación, por lo que no es recomendable continuar, pues significa un mayor gasto y poca retribución. Se observa que una potencia alrededor de 35 a 40 kW es suficiente, para iniciar la generación del plasma y en alcanzar su máxima temperatura, que será alrededor de 17,000 K.

En este punto es importante reflexionar acerca de la magnitud de temperatura alcanzada, pues puede conducir a interpretaciones equivocadas, ya que la temperatura de 17,000 K no es en realidad la temperatura de las partículas, pues de lo contrario se volatilizarían y no cumplirían su función de recubrimiento. El punto importante es el tiempo, ya que el plasma puede alcanzar velocidades de hasta 2,000 m/s a la salida de la boquilla, y por tanto el tiempo de vuelo efectivo para alcanzar el sustrato es del orden de  $10^{-4}$  segundos, y este es el tiempo que las partículas inyectadas a temperatura ambiente están en contacto con el plasma, y su temperatura se verá incrementada en menor cantidad. Este fenómeno se observa en las figuras 6 y 7.

Así, por ejemplo, se nota que el orden de temperatura que alcanzarán las partículas de 20  $\mu\text{m}$  es de hasta 1700 o 1800 K, que es la temperatura de fusión del titanio. Pero también de la figura 7 se observa que la temperatura es inversamente proporcional a las dimensiones y peso de las partículas, notándose que para partículas de 150  $\mu\text{m}$  la máxima temperatura será de aproximadamente 600 K, lo cual se explica en función del volumen casi 350 veces mayor.

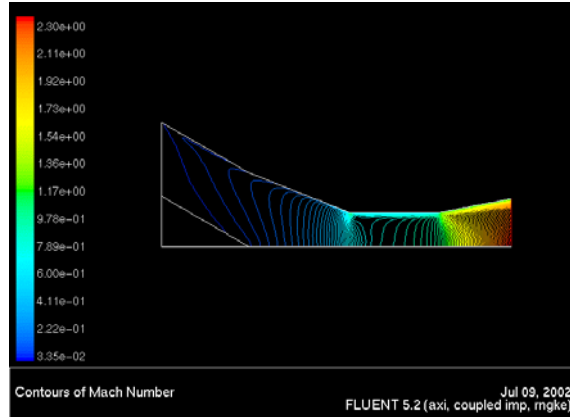
De los resultados anteriores y la figura 7, se deduce que la máxima temperatura se alcanza en tiempos muy cortos, y que por tanto la distancia de máximo intercambio de calor ocurre en un rango de 100 mm aproximadamente, por lo que desde el punto de vista práctico, la boquilla deberá colocarse a una distancia óptima de trabajo en este rango.

En forma semejante, para estos valores de tiempo y temperatura, se puede mostrar que la fuerza de arrastre acelera a las partículas, lo que incrementa su velocidad a expensas de la disminución de energía en el plasma. Eventualmente, la velocidad de las partículas y el chorro de plasmas serán comparables y al viajar en forma casi-acoplada, es posible intercambiar más eficientemente calor.

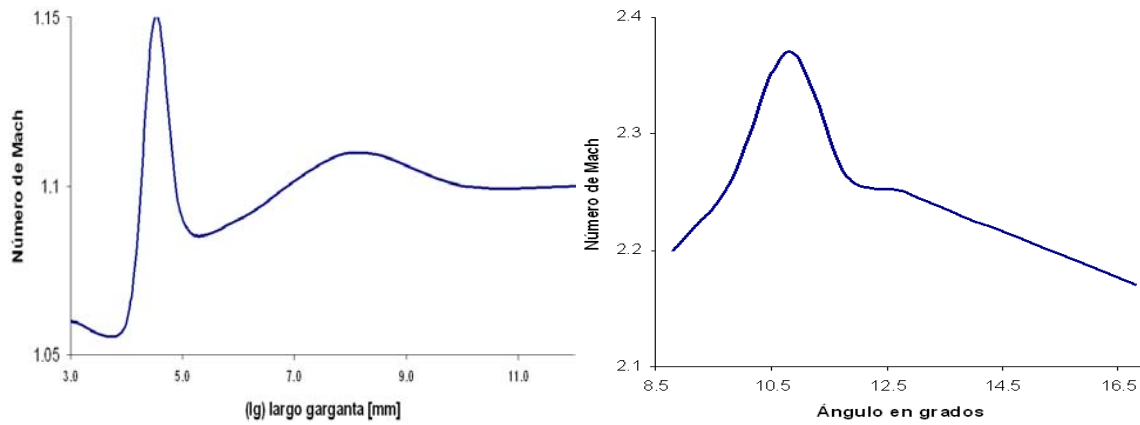
De estos resultados, se puede concluir que las propiedades del recubrimiento, como son porosidad, espesor, rugosidad, etc, pueden en principio ser controladas por la potencia del sistema, ya que este es el mecanismo para controlar la temperatura y la velocidad del chorro de plasma y las partículas.

En un estudio a futuro, se está contemplando realizar dos tesis de doctorado, cuyo propósito será lograr recubrimientos reales con diversos materiales y bajo distintas condiciones de trabajo. En un proyecto, se pretende determinar el mecanismo de deposición y solidificación utilizando teoría fractal, de forma que la rugosidad de las superficies pueda ser correlacionada con los parámetros de operación del sistema (potencia, flujo y tipo de gas). El segundo proyecto consistirá en realizar la caracterización tribológica de las superficies y generar una base de datos que permita lograr los recubrimientos deseados en función de los parámetros óptimos de operación.

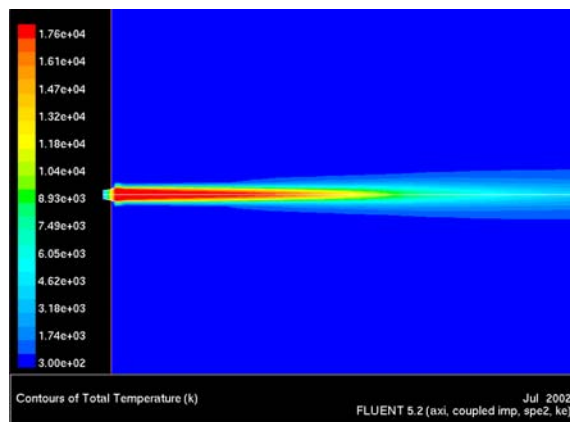
## FIGURAS



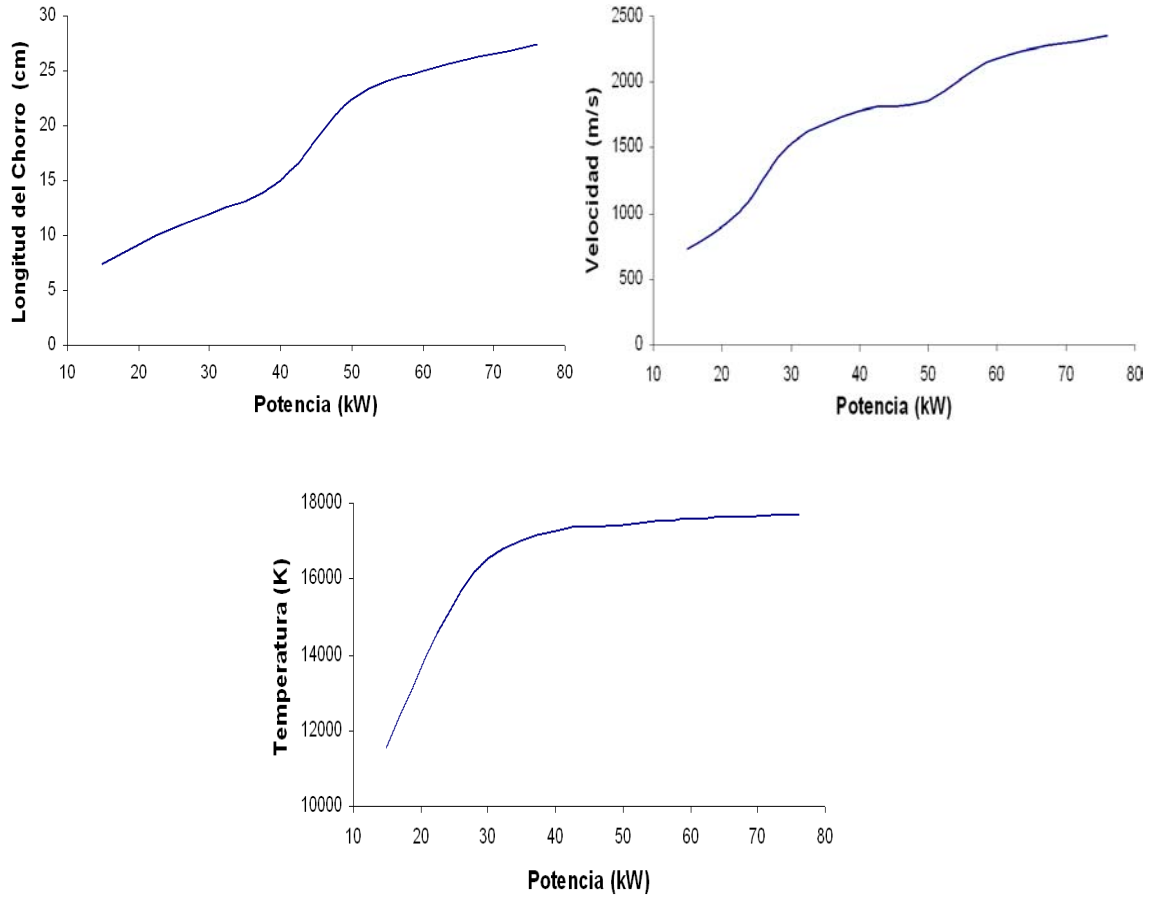
**Figura 2.** Contornos del Número de Mach para diversas condiciones de diseño.



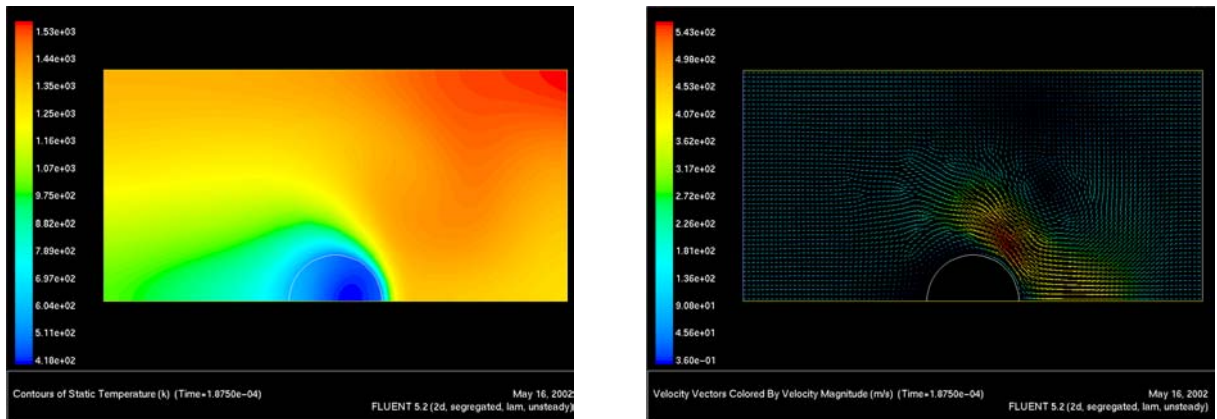
**Figura 3.** Optimización del flujo supersónico en función de la longitud de garganta y ángulos.



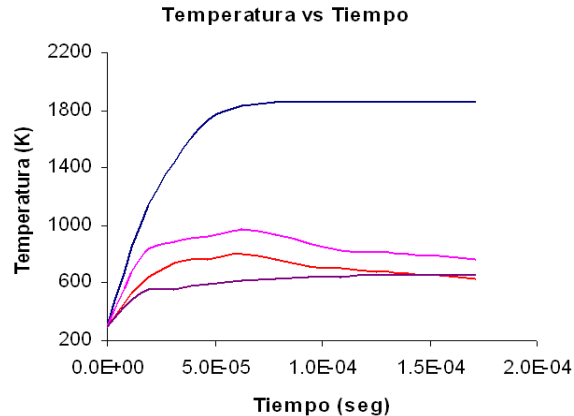
**Figura 4.** Contornos de temperatura del chorro de plasma.



**Figura 5.** Dependencia de la longitud, velocidad y temperatura del chorro de plasma en función de la potencia.



**Figura 6.** Contornos de temperatura y de velocidad, para partículas de titanio, con diámetros de 20 a 250  $\mu\text{m}$ .



**Figura 7.** Temperatura en función del tiempo, para partículas inyectadas de 20, 60, 100 y 150 micras respectivamente. Se observa la dependencia de la temperatura inversamente proporcional al diámetro de las partículas.

## 5 Referencias:

- [1]. MAHER I. BOULOS. Thermal Plasma Processing. IEEE Transactions On Plasma Science. Vol. 19. No. 6. December 1991.
- [2]. EL-KADDAH N. Thermal Plasma Applications in Materials and Metallurgical Processing. Materials Synthesis: A New Horizon For Plasma Processing. Diran Apelian. March 1992.
- [3]. COUDERT J. F., VARDELLE M. VARDELLE A. FAUCHAIS P. Diagnostics Of Thermal Spraying Plasma Jets. Laboratoire de Ceramiques Nouvelles. University of Limoges – France. 1992
- [4]. W.D. SWANK, J.R. FINCKE, AND D.C. HAGGARD, In Thermal Spray Science and Technology. C.C. Berndt and S. Sampath, Eds. Ohio: ASM Int. 1995.
- [5]. P. GOUGEON, C. MOREAU, AND F. RICHARD, In Thermal Spray Science and Technology. C.C. Berndt and S. Sampath, Eds. Ohio: ASM Int. 1995.
- [6]. LECH PAWLOWSKI, "The science and engineering of thermal spray coating". John Wiley & Sons. 1995.
- [7]. FAUCHAIS AND ARMELLE VARDELLE. Thermal Plasmas. IEEE Transactions On Plasma Science. Vol. 25. No. 6. December 1997.
- [8]. ÖZİŞİK NECATI M. "Heat conduction". Department of mechanical and aerospace engineering. Segunda edición. John Willey & Sons, Inc. 1993
- [9]. BEJAN ADRIAN. "Heat transfer". John Willey & Sons, Inc.p. 1-29. 1993
- [10]. FAUCHAIS P. VARDELLE M. VARDELLE A. and M.I BOULOS. "Plasma-particle momentum and heat transfer: modelling and measurement," Amer. Inst. Chem. Eng. J., Vol 29. 1983. p. 236-253.
- [11]. LAMPE M., G. JOYCE AND G. GANGULI. "Interactions between dust grains in a dusty plasma", Phys. Plasmas 7. p. 3851. 2000
- [12]. ZHAO Y.Y., GRANT P.S. AND CANTOR B. "Modelling and experimental analysis of vacuum plasma spraying. Part II: prediction of temperatures and velocities of plasma gases and Ti particles in a plasma jet". Oxford Centre for Advanced Materials and Composites, Department of Materials, University of Oxford. January 2000.
- [13]. TEJEIDA VOLANTIN, R. Diseño Teórico y Simulación CFD de la Geometría Interna de Boquillas para Recubrimiento Metálico por Rociado de Plasmas. Tesis de Maestría. ITESM-CEM. 2002.
- [14]. CABALLERO CÁRDENAS N. Y. Modelo Teórico y Simulación CFD de los Chorros de Plasma en el Proceso de Recubrimiento Metálico. Tesis de Maestría. ITESM-CEM. 2002.
- [15]. LENGGERKE PÉREZ O. Transferencia de Calor y Momentum a Partículas Esféricas Inyectadas en un Chorro de Plasma en el Proceso de Recubrimiento. Tesis de Maestría. ITESM-CEM. 2002.

# ENVEJECIMIENTO DE MATERIALES COMPUESTOS DE UNA ALEACIÓN Al-Mg-Si-Cu REFORZADOS CON PARTÍCULAS DE NITRURO

José Luis Ortiz, Vicente Amigó, Ma. Dolores Salvador

Se han desarrollado materiales compuestos mediante la ruta pulvimetalúrgica a partir de polvos de una aleación Al-Mg-Si-Cu reforzada con partículas de diferentes tipos de nitruro, empleando un proceso de extrusión de polvos previamente mezclados y compactados en frío. Se han evaluado las variaciones de dureza durante el proceso de envejecimiento de estos materiales. Se ha encontrado que la adición de refuerzos incrementa significativamente la dureza final de la aleación antes y después del envejecimiento. Se ha establecido que no se altera la secuencia de envejecimiento de la aleación por la adición de refuerzos, simplemente se altera la cinética. Se ha empleado un modelo cinético que se ha aplicado a aleaciones de aluminio sin refuerzo, el cual predice de forma adecuada las variaciones de dureza durante el envejecimiento de los Materiales Compuestos de Matriz de Aluminio (Al-MMCs) investigados.

Palabras clave: Materiales compuestos, Envejecimiento, Aluminio.

## 1. Introducción

Se ha desarrollado una buena cantidad de estudios acerca de la respuesta al tratamiento de envejecimiento de los materiales compuestos de matriz de aluminio (Al-MMCs) [1-9]. En general, se ha observado una intensificación en la cinética del envejecimiento. Sin embargo, algunos trabajos de investigación demuestran que a bajas temperaturas, la cinética de envejecimiento disminuye o simplemente no se modifica por el refuerzo [7].

El incremento en la cinética de envejecimiento se atribuye a una mayor facilidad de nucleación de los precipitados o al incremento de dislocaciones generados durante el tratamiento térmico en las cercanías de las partículas de refuerzo como resultado de gradientes del coeficiente de expansión térmica entre la matriz y las partículas cerámicas. En materiales procesados por pulvimetalurgia, se presentan también finas partículas de óxido en la matriz que influyen en la cinética de envejecimiento. La presencia de estas partículas, aunada a la existencia de tamaños de grano finos contribuyen a reducir la densidad de vacancias ya que proveen una alta densidad de sumideros de estos defectos puntuales, como sucede en las intercaras matriz-refuerzo [7].

Las vacancias pueden también ser barridas por el movimiento de dislocaciones asociadas con la relajación plástica de los esfuerzos generados durante el temple [10]. Los cambios en la concentración de vacancias afectarán particularmente la formación de Zonas de Guinier-Preston (GPZs) y a la respuesta al envejecimiento a baja temperatura de acuerdo con muchos de los estudios de Calorimetría diferencial de Barrido (DSC) [11].

---

Dr. José Luis Ortiz, Profesor Departamento de Ingeniería Mecánica e Industrial, ITESM Campus Querétaro, [jortiz@campus.gro.itesm.mx](mailto:jortiz@campus.gro.itesm.mx)

Dr. Vicente Amigó, Catedrático de Universidad Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universidad Politécnica de Valencia, [vamigo@mcm.upv.es](mailto:vamigo@mcm.upv.es)

Dra. Ma. Dolores Salvador, Catedrática de Universidad Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universidad Politécnica de Valencia, [dsalva@mcm.upv.es](mailto:dsalva@mcm.upv.es)

En los materiales compuestos, puede presentarse cierta segregación de soluto asociada con las intercaras entre el refuerzo y la matriz [12], y esta distribución de soluto puede verse afectada por cualquier esfuerzo residual presente en la matriz. La mayor densidad de dislocaciones en los compuestos podría también incrementar la difusividad del soluto, de tal suerte que la intensificación de la difusión de los átomos de Mg ha sido el mecanismo propuesto como la principal razón por la que se presenta una mayor rapidez de crecimiento de precipitados  $\beta'$  en Al-MMCs 6061- $\text{Al}_2\text{O}_3$  [13]. A mayores temperaturas de envejecimiento, o tiempos más largos, la precipitación puede presentarse en las intercaras de las partículas en algunas aleaciones.

A partir de estas consideraciones, es claro que la respuesta al envejecimiento de los Al-MMCs dependerá de toda una gama de factores, que incluyen a la matriz en particular, al refuerzo, a la historia de procesamiento del Al-MMC y la temperatura y tiempo de envejecimiento. Sin embargo, debe destacarse que a pesar de cualquier modificación en la cinética de envejecimiento de los compuestos, las mejores propiedades de envejecimiento, se obtienen generalmente con la misma práctica comercial de envejecimiento utilizada para las aleaciones sin refuerzo, particularmente en los Al-MMCs procesados en estado líquido [14].

*T. Das et al.* [1] han realizado estudios sobre el efecto de partículas cerámicas de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  de formas esféricas y angulares sobre el comportamiento durante la precipitación de los MMCs en matrices de aleaciones de Aluminio AA6061, usando DSC, TEM y microdurezas. Estos autores encontraron que aunque se presenta una aceleración de la cinética de disolución y precipitación, no todas las etapas del proceso de envejecimiento de estas aleaciones se modifican por la presencia de partículas. El grado de aceleración y las proporciones relativas de fases dependen de parámetros del refuerzo, tales como tamaño, forma y fracción volumétrica. En los MMCs observaron mayores densidades de dislocaciones en las vecindades de las partículas cerámicas, las cuales debieron formarse debido a las grandes diferencias en los Coeficientes de Expansión Térmica (CTE) entre las partículas cerámicas y la matriz.

*Borrego et al.* [3] han realizado estudios en aleaciones AA6061 reforzadas con whiskers de SiC, observando el mismo efecto sobre la cinética de envejecimiento en los materiales reforzados con respecto a la aleación base, además del efecto sobre la temperatura de extrusión, que parece tener una relación directa con la cinética por una influencia de los cambios en la densidad de dislocaciones al incrementarse la temperatura. Se sugiere además que el principal mecanismo de endurecimiento de estos MMCs se debe a las dislocaciones residuales (Taylor). Otras contribuciones se originan a la estructura grano/subgrano (Petch/Hall), al endurecimiento por partículas (Orowan) y/o al endurecimiento por trabajado inicial que podría representar un factor de 0,3 (o menor) debido a las dislocaciones residuales [3].

**Cinética de la precipitación:** El proceso de precipitación es un proceso difusivo. Al ser activado térmicamente, su velocidad dependerá de la temperatura y del tiempo. Para condiciones isotérmicas, la velocidad de reacción dependerá solo de la fracción transformada [15]:

$$\frac{dY}{dt} = f(Y)k \quad (1)$$

donde Y es la fracción transformada y k es una constante de velocidad que es función de la temperatura. La dependencia de la constante de la velocidad de reacción con la temperatura puede representarse por medio de la *Ecuación de Arrhenius*, que al combinarse con la Ecuación (1) resulta en:

$$\int_0^Y \frac{dY}{f(Y)} = \int_0^t k_0 \exp\left(\frac{-Q^*}{RT}\right) dt \quad (2)$$

donde  $k_0$  es un factor de frecuencia preexponencial que depende de la densidad de nucleación, de la energía de deformación y de términos entrópicos,  $Q^*$  es la energía de activación, R es la constante de los gases ideales y T es la temperatura absoluta. Para la reacción isotérmica:



$$F(Y) = kt \quad \text{donde} \quad F(Y) = \int_0^Y \frac{dY}{f(Y)} \quad (3)$$

La mayor extensión de la precipitación en las aleaciones de aluminio ocurre por procesos de nucleación y crecimiento, lo cual puede expresarse mediante la Ecuación de Johnson-Mel-Avrami:

$$F(Y) = \left\{ \ln \left[ \frac{1}{(1-Y)} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

donde n es un exponente numérico que puede variar desde -1 hasta 4. El valor de n es independiente de la temperatura suponiendo que el mecanismo de nucleación no cambia durante el envejecimiento.

Sustituyendo para las funciones F(Y) de las ecuaciones (3) y (4) se obtiene

$$\left\{ \ln \left[ \frac{1}{(1-Y)} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} = kt$$

o

$$\ln \ln \left[ \frac{1}{(1-Y)} \right] = n \ln k + n \ln t \quad (5)$$

Si tal modelo cinético es aplicable, entonces la gráfica de  $\ln t$  vs.  $\ln \ln [1/(1-Y)]$  debería ser lineal y el valor de n se determinaría a partir de la pendiente de la recta [16].

Si los valores de esfuerzo de fluencia fueran usados para determinar la fracción transformada, se obtendría que

$$Y = \frac{(\sigma_t - \sigma_i)}{(\sigma_f - \sigma_i)} \quad (6)$$

donde  $\sigma_t$  es el esfuerzo de fluencia del material a cualquier tiempo t,  $\sigma_i$  es el esfuerzo de fluencia inicial a T4 y  $\sigma_f$  es el valor pico del esfuerzo de fluencia.

Los ensayos mecánicos más empleados en el estudio del comportamiento de los materiales durante sus transformaciones de fase en estado sólido (transformaciones orden-desorden, martensítica, revenido, precipitación, etc.) son los de dureza; ya que proporcionan información rápida de la respuesta a la temperatura y al tiempo de proceso. En este trabajo de investigación se han realizado mediciones de dureza a fin de evaluar el efecto de los refuerzos en la cinética de precipitación de la aleación base de los Al-MMCs. Para ello se ha seleccionado la temperatura de 150 °C, en la que ya se observa sobre-envejecimiento para tiempos de alrededor de 100 horas [17], y que al proveer una cinética menor a la normalizada para el tratamiento T6 (175 °C), permite detectar con mayor precisión los cambios durante el tiempo; tal como lo han hecho *Borrego et al.* [3]. Se dispone además, en la literatura de los resultados para una aleación, que aunque no presente la composición química exacta de la sujeta a estudio, sí proporcione una referencia relativa.

En este trabajo se analizan las variaciones de dureza de Al-MMCs durante el proceso de envejecimiento. Estos materiales fueron producidos por una ruta pulvimetalúrgica consistente en mezclado, compactación uniaxial en frío y extrusión directa de varillas en caliente. Se ha empleado el modelo cinético descrito anteriormente y que se ha aplicado únicamente a aleaciones de forja sin refuerzo.

## 2. Metodología

Los materiales compuestos seleccionados para este trabajo son mezclas de la aleación base AlMgSiCu (de composición cercana a la AA6061) con tres diferentes fracciones en volumen de AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> y TiN (0,05, 0,10 y 0,15). Las composiciones químicas y algunos datos relevantes de los materiales de refuerzo se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Composiciones y algunos datos relevantes de los refuerzos.

Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	AlN	TiN
O: 0.9% C: 0.12% Al: 391 ppm Fe: 47 ppm Densidad: 3.44 g/cm <sup>3</sup> Tamaño promedio de partícula nominal: 8.6 μm Cristalografía: α Trigonal	Fe: 216 ppm Si: 129 ppm Otros metales: 37 ppm Carbono total: 0.01% Densidad: 3.26 g/cm <sup>3</sup> Tamaño de partícula nominal: d <sub>50</sub> = 8 μm, d <sub>97</sub> = 20 μm. Cristalografía: Hexagonal	Pureza mínima: 99.8%  Densidad: 5.22 g/cm <sup>3</sup> Tamaño de partícula nominal: 2-5 μm Cristalografía: FCC
Suministrado por: Advanced Refractory Technologies (ART), Buffalo, Nueva York.	Suministrado por: Advanced Refractory Technologies (ART), Buffalo, Nueva York.	Suministrado por: Johnson Matthey (Alfa), Alemania.

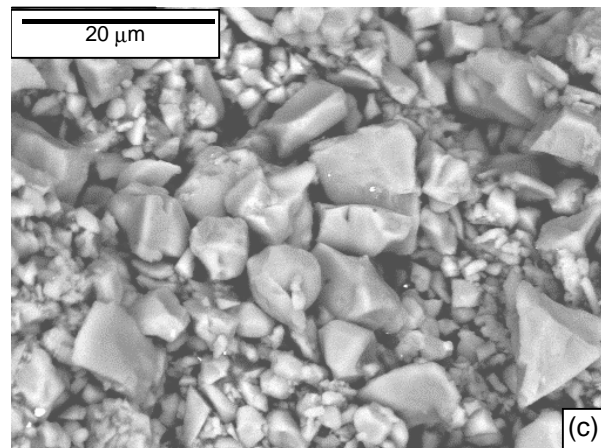
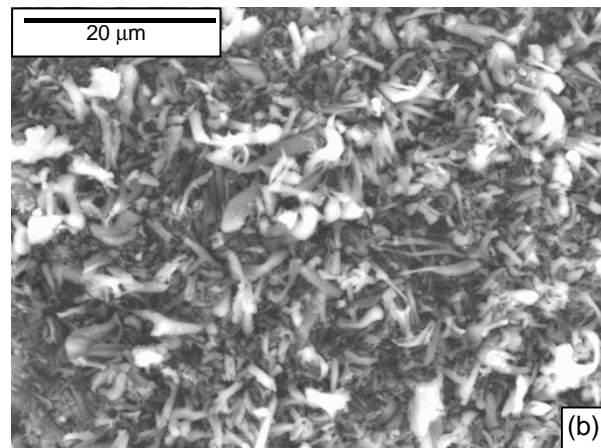
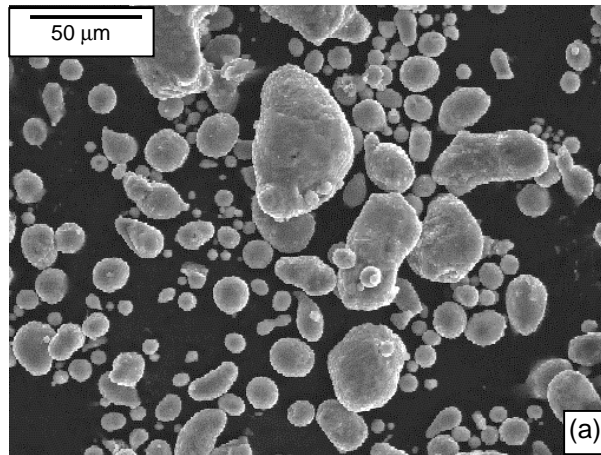
El polvo de la aleación aluminio fue suministrado por The Aluminum Powder Co. Ltd. de West Midlands, Inglaterra y su composición química se proporciona en la Tabla 2, en la que se proporcionan también las especificaciones de la aleación de forja de acuerdo con la *Aluminum Association* y las especificaciones del fabricante. El tamaño máximo de partícula es de 75 μm.

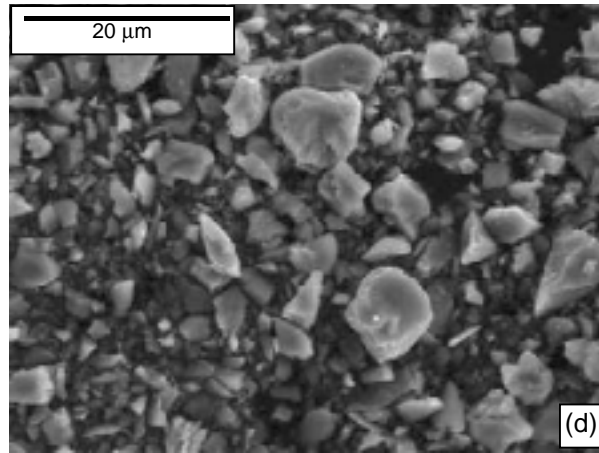
**Tabla 2.** Composición química de la aleación empleada en este trabajo.

Elemento	Composición AA (Aleación de Forja)	Especificación del fabricante	Composición de la aleación (Lote 1719)
Fe	< 0,7	< 0.2	0.06
Si	0.4 – 0.8	0.4 – 0.8	0.74
Mg	0.8 – 1.2	0.15 – 0.40	0.19
Cu	0.15 – 0.40	0.8 – 1.2	1.00
Cr	0.04 – 0.35	0.04 – 0.35	0,22
Otros	< 0.55	< 0.3	< 0.3

La Figura 1 muestra Fotomicrografías Electrónicas de Barrido (SEM) del polvo atomizado de la aleación base con forma redondeada (a), de los polvos de Nitruro de Silicio con forma acicular (b), de los polvos de Nitruro de Aluminio con forma poligonal (c) y de los polvos de Nitruro de Titanio con forma poligonal (d). Después del mezclado y homogeneización de los polvos en un molino de bolas de laboratorio fabricado de alúmina durante dos horas a 90 rpm, las mezclas de polvos se sometieron a compactación uniaxial en frío con aplicación lenta y gradual de la presión hasta los 250 MPa, obteniéndose compactados cilíndricos de 2.5 cm de diámetro por 3 cm de altura aproximadamente, los cuales fueron extruados a 550 ° C a una velocidad de desplazamiento del pistón de 1 mm/s a través de una matriz cónica (con sección circular) de 5 mm y finalmente enfriados en aire quieto a temperatura ambiente; obteniéndose de esta forma varillas de 5 mm de diámetro y 400 mm de longitud aproximadamente con un acabado superficial terso. Como material de referencia se consolidó por el mismo procedimiento a la aleación base sin reforzar. Los especímenes para los ensayos de

envejecimiento se cortaron de las mismas varillas y se sometieron a solubilización a 530° C por 90 minutos, enfriamiento a temperatura ambiente por inmersión en agua e inmediato envejecimiento a 150 ° C por diferentes tiempos en un horno al vacío. Finalmente se determinaron las Durezas Vickers (Carga de 10 N, por 15 s), con 5 mediciones en cada caso y se prepararon muestras por metalografía convencional.





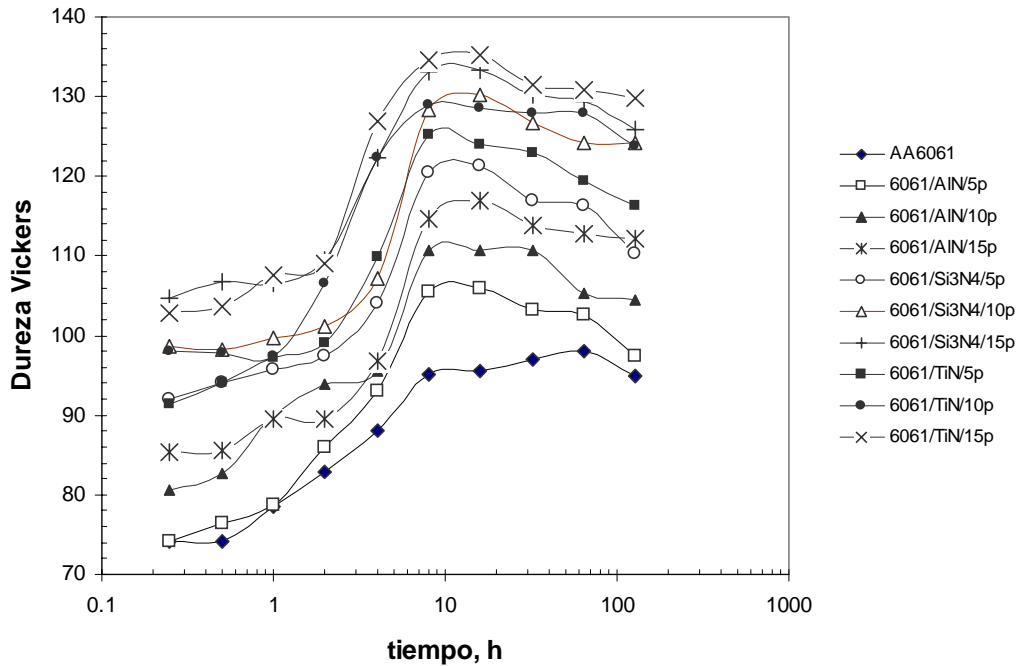
**Figura 1.** Fotomicrografías SEM de los polvos empleados en este trabajo.

### 3. Resultados y discusión

En la Tabla 3 se recogen los valores de Dureza Vickers en función del tiempo de envejecimiento a 150° C para la aleación base y los Al-MMCs analizados y en la Figura 2 se han graficado estos valores a fin de observar las tendencias en las variaciones de dureza durante el envejecimiento.

**Tabla 3.** Variaciones de Dureza Vickers con el tiempo de envejecimiento a 150° C para los materiales analizados.

t, h	Material									
	6061	6061/ AlN/ 5p	6061/ AlN/ 10p	6061/ AlN/ 15p	6061/ Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> / 5p	6061/ Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> / 10p	6061/ Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> / 15p	6061/ TiN/ 5p	6061/ TiN/ 10p	6061/ TiN/ 15p
0,25	74	74	81	85	92	99	105	91	98	103
0,5	74	76	83	86	94	98	107	94	98	104
1	79	79	90	89	96	100	107	97	97	108
2	83	86	94	90	97	101	109	99	107	109
4	88	93	95	97	104	107	122	110	122	127
8	95	106	111	115	120	128	133	125	129	135
16	96	106	111	117	121	130	133	124	129	135
32	97	103	111	114	117	127	130	123	128	131
64	98	103	105	113	116	124	130	119	128	131
128	95	97	104	112	110	124	126	116	124	130
<b>Dureza Vickers</b>										



**Figura 2.** Dependencia entre la Dureza Vickers y el tiempo de envejecimiento a 150° C.

**Modelación de la cinética de envejecimiento:** La modelación matemática del proceso de envejecimiento es relevante a fin de establecer predicciones cinéticas y termodinámicas del mismo. Al aplicar el modelo cinético antes expuesto y empleando valores de dureza para determinar la fracción transformada, se obtiene que:

$$Y = \frac{H_t - H_i}{H_f - H_i} \quad (7)$$

Donde  $H_t$  es la dureza del material a cualquier tiempo  $t$ ,  $H_i$  es la dureza inicial a T4 y  $H_f$  es el valor del pico de dureza en la Gráfica dureza vs. tiempo.

Con los resultados de la Tabla 3, y al considerar el intervalo de endurecimiento, se ha graficado la Ecuación (5):

$$\ln \ln \left[ \frac{1}{(1-Y)} \right] = n \ln k + n \ln t$$

Los valores correspondientes a los parámetros relevantes de la Ecuación (5) y del análisis de regresión correspondiente se expresan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Valores calculados para la Ecuación (5). El valor  $R^2$  indica los Coeficientes de Correlación obtenidos a partir de los Análisis de Regresión correspondientes a las rectas con Ecuación  $\ln[\ln(1/1-Y)] = n \ln t + n \ln k$ .

Material	n	nlnk	$R^2$	lnk	k
AA6061	0.92	-8.95	0.96	-9.78	5.67E-05
6061/AlN/5p	1.46	-13.71	0.98	-9.41	8.17E-05
6061/AlN/10p	1.32	-12.31	0.90	-9.32	8.95E-05
6061/AlN/15p	2.27	-22.18	0.86	-9.77	5.72E-05
6061/Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> /5p	1.30	-12.65	0.90	-9.72	6.04E-05
6061/Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> /10p	1.52	-15.30	0.92	-10.07	4.22E-05
6061/Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> /15p	1.60	-15.29	0.90	-9.57	6.95E-05
6061/TiN/5p	1.04	-10.31	0.96	-9.95	4.79E-05
6061/TiN/10p	1.65	-15.58	0.93	-9.47	7.73E-05
6061/TiN/15p	1.77	-16.84	0.97	-9.49	7.56E-05

Como puede observarse de la tabla anterior, los valores de Coeficiente de Correlación son bastante cercanos a la unidad, lo que indica que el modelo cinético propuesto describe adecuadamente las variaciones de dureza durante el envejecimiento de estos materiales. De acuerdo con la esta tabla, los materiales analizados presentan valores de n entre 0,92 para la matriz y 2,27 para el Al-MMC con 15% de AlN. Cuando n = 1, la difusión controla el crecimiento de cilindros en una dirección axial, mientras que para valores de n = 2, es aplicable al crecimiento de discos con espesor constante para un modelo simple de precipitación [18], por lo que podremos esperar que los mecanismos de precipitación en estos materiales compuestos sean ambos, lo que concuerda con el proceso de formación de precipitados coherentes  $\beta''$ ; responsables del endurecimiento durante el envejecimiento de la matriz.

Los valores de k en los Al-MMCs son generalmente superiores al de la matriz, a excepción de 6061/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/10p, poniendo en evidencia la aceleración durante el proceso de precipitación inducida por la adición de refuerzos, ya sea por las dislocaciones generadas como consecuencia de los gradientes de Coeficientes Expansión Térmica o por la energía interfacial asociada a la presencia del refuerzo.

Reordenando la Ecuación (5), obtenemos la Ecuación que modela el proceso de precipitación en estos materiales como:

$$Y = 1 - \exp\left[-(kt)^n\right] \quad (8)$$

De esta forma, con los datos de la Tabla 4, se obtiene una ecuación que modela la cinética de la precipitación de cada uno de los materiales analizados.

#### 4. Conclusiones

La adición de refuerzo produce un incremento significativo de la dureza de los materiales sometidos a un proceso de envejecimiento en prácticamente todos los tiempos del intervalo analizado.

Se presenta un incremento de la cinética de envejecimiento con la adición de refuerzos, ya que los valores máximos de dureza para la aleación sin refuerzo se encuentran a alrededor de las 64 horas de tratamiento, a diferencia de los Al-MMCs, en los que los máximos se encuentran aproximadamente entre las 8 y 16 horas para todos los casos.

El TiN y el Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> cuyo comportamiento se encuentra muy cercano entre sí, tienen un mayor efecto endurecedor que el AlN en los Al-MMCs estudiados.

Los incrementos de la dureza se encuentran directamente relacionados con la cantidad de refuerzo en el material.

Las durezas para un tiempo determinado en los Al-MMCs son incrementadas en primera instancia por el refuerzo que genera un mayor número de dislocaciones CTE, endureciendo de esta manera a la matriz y en segundo lugar por la generación de sitios de nucleación de precipitados en estas regiones, que aceleran el proceso de envejecimiento.

Al mostrar las curvas Tiempo de envejecimiento vs. Dureza comportamientos en los que éstas prácticamente son paralelas entre sí, se infiere que el refuerzo imparte aproximadamente el mismo gradiente de dureza al material independientemente del tiempo del proceso para el intervalo evaluado, sobre todo si se comparan los Al-MMCs entre sí.

La cinética de envejecimiento de la aleación AA6061 y de los MMCs analizados es consistente con el modelo simple de procesos de precipitación, lo cual refleja que los únicos precipitados que tienen un efecto significativo durante el endurecimiento son del tipo  $\beta''$  y  $\beta'$ .

Los valores de k y n de la Ecuación (5) son generalmente superiores para los MMCs con respecto a la aleación base, por lo que la cinética de precipitación es mayor.

## 5. Referencias

- [1] Das, T., Munroe, P.R., y Bandyopadhyay, S., The Effect of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Particulates on the Precipitation Behaviour of 6061 aluminium-matrix composites, *Journal of Materials Science*, 31 (1996), pp. 5351-5361.
- [2] Cöcen, Ü., Önel, K., y Özdemir, I., Microstructures and Age Hardenability of Al-5%Si-0.2% Mg based Composites reinforced with particulate SiC, *Composites Science and Technology*, 57 (1997), pp. 801-807.
- [3] Borrego, A., Ibáñez, J., López, V., Lieblich, M., y González Doncel, G., Influence of Extrusion Temperature on The Aging Behavior of 6061Al-15%volSiC<sub>w</sub>, *Scripta Materialia*, 34, 3 (1996), pp. 471-478.
- [4] Amigó, V., Ortiz, J.L. y Salvador, M.D., Microstructure and Mechanical Behavior of 6061Al Reinforced with Silicon Nitride Particles, Processed by Powder Metallurgy, *Scripta Materialia*, 42, 4 (2000), pp. 383-388.
- [5] Varma, V.K., Mahajan, Y.R. y Kutumbarao, V.V., Ageing Behaviour of Al-Cu-Mg Alloy Matrix Composites with SiC<sub>p</sub> of varying sizes, *Scripta Materialia*, 37, 4, (1997), pp. 485-489.
- [6] Shakesheff, A.J., Ageing and Toughness of Silicon Carbide particulate reinforced Al-Cu and Al-Cu-Mg based Metal-Matrix Composites, *Journal of Materials Science*, 30 (1995), pp. 2369-2376.
- [7] Zhen, L. y King, S.B., The Effect of Pre-aging on microstructure and tensile properties of Al-Mg-Si Alloys, *Scripta Materialia*, 36, 10 (1997), pp. 1089-1094.
- [8] Borrego, A., Cristina, M.C., Ibáñez J. y González D., G., Transferencia de Carga en Materiales Compuestos de Matriz Metálica: Dependencia del Parámetro s con la Desorientación, *Actas del II Congreso Nacional de Materiales Compuestos*, AEMAC, ETSI Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid (25-28 de noviembre 1997), pp. 456-464.
- [9] Ceresara S. y Fiorini, P., Cit. pos. en Lloyd, D.J., Particle Reinforced Aluminium and Magnesium Matrix Composites, *International Materials Reviews*, 39, 1 (1994), pp. 1-23.
- [10] Pragnell P., y Stobbs, W.M., The Effect of Internal Stresses on Precipitation Behaviour in Particulate Reinforced Al Matrix MMCs, *Metal Matrix Composites, Processing, Microstructure and Properties*, 12<sup>th</sup> Riso International Symposium, Riso National Laboratory, Dinamarca, (1991), pp. 603-610.

- [11] Lloyd, D.J., Particle Reinforced Aluminium and Magnesium Matrix Composites, *International Materials Reviews*, 39, 1 (1994), pp. 1-23.
- [12] Stangwood, M., Hipsley, C.A. y Lewandowski, J.J., Cit. pos. en D.J. Lloyd, Particle Reinforced Aluminium and Magnesium Matrix Composites, *International Materials Reviews*, 39, 1 (1994), pp. 1-23.
- [13] Dutta P., y Allen, S.M., Cit. Pos. en Edwards, G.A., Stiller, K., Dunlop G.L. y Couper, M.J. The Precipitation Sequence in Al-Mg-Si Alloys, *Acta Materialia*, 46, 1 (1998), pp. 3893-3904.
- [14] Amigó, V., Desarrollo de Materiales Compuestos de Matriz de Aluminio por vía Pulvimetalúrgica, *Trabajo de Investigación*, Universidad Politécnica de Valencia (Diciembre de 1998).
- [15] Jena A.K. y Chatuverdi, M.C., Cit. Pos. en Gupta, A.K., Marois P.H. y Lloyd, D.J., Study of the Precipitation Kinetics in A 6000 Series Automotive Sheet Material, *Materials Science Forum*, Vols. 217-222, Transtec Publications, Suiza (1996), pp. 801-808.
- [16] A.K., Marois P.H. y Lloyd, D.J., Study of the Precipitation Kinetics in a 6000 Series Automotive Sheet Material, *Materials Science Forum*, Vols. 217-222, Transtec Publications, Suiza (1996), pp. 801-808.
- [17] Davis, J.R., Ed., *Aluminum and Aluminum Alloys*, ASM Speciality Handbook, ASM International, Metals Park, Oh. (1993), p. 313.
- [18] Burke, J.E., *Phase Transformations and Kinetics*, Headington Hill Hall, Oxford (1965), p. 84.



## **MODELLING THE EVOLUTION OF NITRIDE LAYERS UNDER MICROWAVE POSTDISCHARGE NITRIDING.**

I. Campos <sup>1\*</sup>, J. Oseguera <sup>2</sup>, U. Figueroa <sup>2</sup>, A. García <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México, Departamento de Ingeniería Mecánica.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, Departamento de Ingeniería Mecánica.

### *ABSTRACT*

Models for the growth kinetics of a monolayer  $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N<sub>1-x</sub> and for the concomitant growth layers ( $\epsilon$ -Fe<sub>3</sub>N<sub>1-x</sub> +  $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N<sub>1-x</sub>) were developed. The models have been developed considering a volume frame reference for the phase transformation and the thermodynamic information on the Fe-N system. The concentration independent self-diffusivity coefficient of nitrogen in  $\gamma'$  was evaluated.

The intrinsic diffusion coefficient of nitrogen in  $\gamma'$ -iron nitride can be calculated from the corresponding self-diffusion coefficient if the dependence of the nitrogen activity on the nitrogen concentration is known, in order to evaluate the thermodynamic factor.

In a plasma –assisted nitriding process, a rapid evolution of the surface concentration is observed. In this process, which occurs out of thermodynamic equilibrium, ionized and neutral species coexist. Quick evolution of the nitrogen concentration without sputtering results from the fast dissociation neutral and excited species of nitrogen at the solid surface. The surface concentration can be controlled the process parameters, a flat front of  $\gamma'$  or ( $\epsilon+\gamma'$ ) on  $\alpha$ -Fe substrate can be obtained.

---

\* Corresponding autor. Tel: (01) 5554832198 ; e-mail: icampos@campus.ccm.itesm.mx

**NUCLEACIÓN Y CRECIMIENTO DE NITRUROS DE HIERRO GENERADOS POR NITRURACIÓN CON PLASMA Y POSDESCARGA MICRO-ONDAS.** Joaquín Oseguera, José Luis Bernal, Olimpia Salas y Ulises Figueroa. División de Profesional y Graduados, Campus Estado de México, ITESM.

Se compara las etapas iniciales de la germinación de nitruros de hierro para los procesos de nitruración iónica y nitruración en condiciones de posdescarga micro-onda. Por medio de la caracterización microestructural se comparan las morfologías de los nitruros que han sido producidas en la superficie por los dos métodos. Se ha encontrado que la cinética de crecimiento de nitruros depende de la densidad de especies excitadas y adsorbidas en la superficie. Con base en estas observaciones, se propone un mecanismo para la formación de las fases  $\epsilon$  y gama prima, el crecimiento de estas fases se relaciona con un modelo de difusión que toma en cuenta la evolución de la concentración de nitrógeno en la superficie. El modelo predice el tiempo mínimo necesario para la nucleación de nitruros de hierro. Las observaciones microestructurales muestran que después de la nucleación, el crecimiento de las capas compactas de nitruros inicia con una abundante precipitación a lo largo de las fronteras de grano, seguido por un crecimiento tipo dendrítico en la superficie del material para el caso de gama prima. En el caso de la nitruración iónica, la cinética de crecimiento de nitruros es afectada por la pulverización de la pieza. La comparación de las microestructuras para cada proceso permite identificar el efecto de las especies ionizadas sobre el crecimiento de nitruros.

**SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN COMPOSITO MAGNÉTICO CON NANOPARTÍCULAS DE CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> OBTENIDAS *IN-SITU* DENTRO DE UNA MATRIZ POLIMÉRICA.** Roberto Chapa Rodríguez, Campus Monterrey, ITESM; Jaime Bonilla Ríos, Campus Monterrey, ITESM; Luis Alfonso García Cerda, Química de Polímeros, CIQA, Saltillo Coah. México.

Los nanocompuestos magnéticos son materiales que tienen gran interés tecnológico debido a sus propiedades físicas y químicas y a sus importantes aplicaciones. Estos compósitos están constituidos por partículas con propiedades magnéticas inmersas en una matriz polimérica. Sus novedosas propiedades se derivan de las dimensiones nanométricas de los constituyentes magnéticos y de la abundancia interfacial. En este estudio se desarrolla la técnica de producción y caracterización del nanocompuesto magnético el cual está constituido por una matriz copolimérica de Poliestireno-Divinilbenceno y por partículas de Ferrita de Cobalto (CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) obtenidas *in-situ* a temperatura ambiente utilizando el copolímero como nanoreactor. El nanocompuesto fue caracterizado por técnicas como Análisis Termogravimétrico (TGA), Análisis Térmico Diferencial (DTA), Difracción de Rayos-X (XRD), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Microscopía Electrónica de Trasmisión (TEM) y Análisis Magnético (VSM) obteniéndose características importantes con el superparamagnetismo.

**<sup>1</sup>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, N. L.,  
México 64890**

**<sup>2</sup>Mechanical Engineering Department, The University of Texas Pan American,  
Edinburg, TX 78539**

**<sup>3</sup>Department of Mechanical Engineering and Materials Science, Rice University,  
Houston, TX 77005**

## **ABSTRACT**

Vapor-grown carbon fibers (VGCFs) were exposed to a series of chemical treatments and to electrochemical deposition of copper to modify their surface conditions and alter their electrical properties. The fibers were then mixed with polypropylene using a Banbury type mixer obtaining composites up to 5 wt.% VGCFs. Rheological, electrical and mechanical properties were evaluated and compared to unfilled polypropylene processed in a similar manner. The composites made with HNO<sub>3</sub> treated VGCFs showed a lower electrical resistivity compared to the untreated samples. The composites containing VGCFs subjected to the copper electrodeposition process showed the lowest resistivity with no change in the mechanical properties. Changes in rheological properties demonstrated the effects of varying surface conditions of the VGCFs. Microscopic analysis of these composites showed a heterogeneous distribution of VGCFs forming an interconnected network with the presence of copper on the surface of the VGCFs and in the matrix. Both the interconnected network and the presence of copper led to a lower percolation threshold than those seen in a previous work where high dispersion was sought.

**Área: Ingeniería**  
**Coordinador de área: Dr. José Arturo Ortiz Peralta**

**Ecología y calidad ambiental**  
**Coordinadora de mesa: Mtra. Gabriela Cabral Velázquez**

# CONCENTRACION ATMOSFERICA DE POLEN EN EL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY. RELACION CON LA PRECIPITACION PLOVIAL Y RELEVANCIA EN ENFERMEDADES ALERGICAS

Amelia Ma. Garza Barbosa, Rosamaría López-Franco, Gerardo Mejía, Gerardo Morales

La concentración atmosférica de polen presenta fluctuaciones a lo largo del año, así como en las especies presentes. Altas concentraciones de polen y el tipo de especies de éste en la atmósfera están relacionados con la presencia de algunos tipos de alergias. Esta investigación provee información sobre la fluctuación de la concentración atmosférica de polen durante el transcurso de un año en el Área Metropolitana de Monterrey, así como las especies de polen que prevalecen en cada época del año. Además, se analiza el efecto de la precipitación pluvial en la concentración atmosférica de polen. Esta información contribuye al conocimiento de la calidad del aire en la zona de estudio desde el punto de vista de su carga biológica y puede ser utilizada como herramienta para ayudar en el diagnóstico de algunos tipos de alergias.

Palabras clave: Polen. Alergia. Calidad del Aire. Carga Biológica

## 1. Antecedentes

Área de Estudio- La zona de estudio comprende el Área Metropolitana de Monterrey (AMM). El AMM se ubica en una llanura abierta que contiene valles menores rodeados por montañas y tiene una extensión aproximada de 1480 kilómetros cuadrados [1]. Se encuentra integrada por siete municipios: Apodaca, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina. El AMM ha tenido durante los últimos años un gran crecimiento urbano e industrial. En 1980 tenía una población de 2.3 millones de habitantes y actualmente cuenta con una población de casi cuatro millones de habitantes [2].

El clima que predomina en el AMM es el seco estepario cálido y extremoso, con lluvias irregulares, según el sistema de clasificación de Koeppen modificado por García [3]. La temperatura media anual es de 22.1°C. Las lluvias generalmente son escasas, con una precipitación media anual de 635 mm [1]. De acuerdo al Programa de Administración de la Calidad del Aire del AMM [4]. La mayor parte del año la dirección predominante del viento en el AMM es de 90° azimutales, es decir, de Este a Oeste con excepción de algunos días durante el invierno en los que el viento proviene del Norte.

Debido a esto se eligió el municipio de Santa Catarina como sitio de muestreo para el polen, específicamente la Prepa TEC Santa Catarina. En dicha institución dieron las facilidades para instalar el muestreador en la azotea del 5o. piso de Aulas I (posición 25.66 °N y 100.43 °O), aproximadamente a 20 metros de altura. Alejado de cualquier tipo de vegetación y libre de obstáculos que obstruyan la trayectoria de las partículas.

---

MC Amelia Ma. Garza Barbosa Profesora ITESM VEMAE Campus Santa Catarina [amgarza@itesm.mx](mailto:amgarza@itesm.mx)  
Dra. Rosamaría López-Franco Investigadora Centro de Biotecnología ITESM Campus Monterrey  
Dr. Gerardo Mejía Investigador Centro de Calidad Ambiental ITESM Campus Monterrey  
Dr. Gerardo Morales Investigador Hospital San José ITESM Campus Monterrey

Polen- Los granos de polen constituyen las células reproductoras masculinas de las plantas con semillas. La función del grano de polen es el transporte del material genético masculino hasta el femenino para que la fertilización se pueda llevar a cabo [5]. El número y forma de las aperturas de los granos de polen son importantes para la identificación del polen, así como la ornamentación de la superficie del grano de polen, pues forma bordes o depresiones características.

La dispersión y transporte del polen se lleva a cabo de varias formas. Las más frecuentes: por medio del viento (anemófila), de insectos (entomófila) y de aves (ornitófila), entre otras. También se puede transportar por medio de murciélagos (quirópterofila) o de agua (hidrófila) [6]. Los granos de polen que se dispersan por aire miden usualmente de 22 a 60 micras; además se producen en grandes cantidades. Solo aproximadamente el 10 % de las plantas son anemófilas [7].

Existen además algunos factores meteorológicos como la precipitación pluvial que afectan la sedimentación de los granos de polen [8]. Una lluvia ligera de finas gotas colecta más eficientemente que una lluvia abundante con gotas grandes [5].

Alergias- La alergia, (también conocida como hipersensibilidad inmediata) se define como una sensibilidad anormal a una sustancia que es generalmente tolerada y considerada no dañina [9]. En una persona alérgica, el cuerpo reacciona a sustancias en el medio ambiente, llamadas alérgenos. Se estima que aproximadamente entre el 10 y el 15% de la población padece de algún tipo de enfermedad alérgica [10]. Aparentemente existe evidencia acerca de que la incidencia de estas enfermedades está aumentando en todo el mundo, hasta un 30% en adultos y un 40% en niños [11].

Entre los alérgenos más comunes se encuentran algunos tipos de polen, esporas de hongos, ácaros, medicamentos, alimentos, caspa de animales, etc. A las sustancias que provocan una respuesta inmune se les llama antígenos[12]. El polen anemófilo ha sido reconocido desde hace muchos años como una de las causas principales de alergias [5]. Cuando existe una alergia ocasionada por polen, los síntomas del paciente frecuentemente se reproducen cada año en la misma época. Dada la importancia que tiene la carga polínica en la atmósfera para la calidad del mismo en el AMM, se decidió llevar a cabo un estudio que comprendiera al menos un ciclo anual.

La información que aporta este estudio tiene una gran importancia ambiental y de salud pues contribuye al conocimiento de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey desde el punto de vista de su carga biológica y además puede ser utilizada como herramienta para ayudar en el diagnóstico de algunos tipos de alergias.

## **Objetivos**

- Determinar la concentración atmosférica de granos de polen en el AMM y sus variaciones temporales durante el transcurso del año 2000.
- Determinar los tipos de polen anemófilo que predominan en el transcurso del año 2000.
- Determinar la relevancia de la concentración atmosférica de los diferentes tipos de polen en la incidencia de enfermedades alérgicas.
- Evaluar los efectos de la precipitación pluvial en la concentración atmosférica de granos de polen.

## **2. Metodología**

Durante el transcurso de un año se muestreó polen utilizando un método volumétrico, por medio de un Rotorod<sup>®</sup> [13]. (MULTIDATA, Sampling Technologies, model 20, St. Louis, MN, 55416, USA). Con este equipo se obtuvo la concentración de polen atmosférico por volumen de aire. Se

hicieron muestreos un día a la semana, por el transcurso de un minuto en cada intervalo de 15 minutos, de manera que se muestreaba durante cuatro minutos por hora.

Posteriormente se realizó un análisis microscópico. Para identificar y contar el número de granos de polen en la muestra se utilizó la tinción de fucsina básica en solución de Calberla según Ogden [6]. Para el análisis palinológico se realizaron observaciones al microscopio óptico. En cada muestra se cuantificó el número de granos de polen. Para identificar el tipo de polen se observó si estos estaban asociados o no, su forma general, tamaño, número y tipo de aperturas y tipo de ornamentación de la exina.

Para determinar los diferentes tipos de polen se colectaron muestras de polen directamente de las plantas en floración en la región. Se muestreó en diferentes épocas del año y durante todo el año 2000 en diferentes zonas del AMM. El polen obtenido se analizó al microscopio. Se prepararon laminillas semipermanentes con gelatina glicerizada como medio de montaje. Se tiñó con fucsina básica [6]. El polen se identificó por comparación con el Atlas de Polen [5] y las laminillas semipermanentes elaboradas.

Con el objeto de dar a conocer a la comunidad la carga de polen en el aire (cantidad y tipo) se diseñó una página electrónica en Internet con información referente al conteo y los tipos predominantes de polen semanales <http://uninet.mty.itesm.mx/CCA/proyectos/polen.html>. En esta página se indica la fecha en que se llevó a cabo el último muestreo, los niveles de polen (bajo, moderado, alto) y el significado de dichos niveles con relación a la susceptibilidad de las personas alérgicas [10]. Dicha página fue la primera de su tipo en América Latina. En la Figura 7 se puede observar parte de la página publicada en la semana del 13 de julio del 2002.

Para analizar la relación entre la concentración de polen, los diferentes tipos de éste y la presencia de síntomas y/o signos de alergia, se aplicó una encuesta (Figura 1) a una muestra aleatoria y representativa de estudiantes en la Prepa TEC Santa Catarina. Dicha encuesta se adaptó de una encuesta aplicada en la Universidad de Arizona para conocer los Riesgos a la Salud por Contaminación Atmosférica avalada por la Environmental Protection Agency, USA [14]. La encuesta se aplicó cuatro veces, en los meses de febrero, abril, agosto y noviembre. Esto con el fin de que hubiera diferentes concentraciones y tipos de polen y detectar variaciones. Al evaluar los resultados de la encuesta solo se tomaron como positivos a alergias por polen u hongos a aquellos individuos que presentaron síntomas y /o signos de alergia cuatro o más días. El tamaño de la muestra para que la encuesta fuera representativa (Hernández, 1999) con una confiabilidad del 98.5% para la población ( $Se = .015$ ) y del 90% para la muestra ( $p = 0.9$ ) fué de 350 individuos.

Debido a que la precipitación pluvial puede afectar la sedimentación de los granos de polen [5], se analizó la relación entre la concentración atmosférica de polen y la precipitación pluvial. Los datos de precipitación pluvial se obtuvieron del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) del Área Metropolitana de Monterrey. Se registró el promedio diario de las estaciones [15].

### **3. Resultados y Discusión**

Se observó que la concentración atmosférica de polen varía a lo largo del año, de acuerdo a las condiciones fenológicas y biotipo predominante de vegetación. La concentración atmosférica de polen de árboles y malezas se presenta en épocas diferentes bien marcadas, mientras que el de gramíneas está representado a todo lo largo de todo el año.

En el presente estudio se encontró la mayor concentración de polen de árbol del 22 de marzo al dos de abril (Figura 2), después la concentración fue claramente disminuyendo y a partir de junio ya no se registró polen salvo el 23 de agosto y dos de noviembre en que se registraron concentraciones muy bajas de este biotipo. Las especies que predominaron fueron *Fraxinus*, *Acacia*, *Prosopis* y *Pinus*



En el presente estudio el polen de gramíneas se encontró a lo largo de casi todo el año (Figura 3). De hecho, los valores más altos registrados, pertenecen a este grupo, mientras que su disminución está más claramente asociado al efecto de las lluvias.

Respecto al polen de malezas los pólenes predominantes en el AMM son la *Ambrosia* y el *Amaranthus* entre los meses de junio a noviembre. En el presente estudio se encontraron las mayores concentraciones atmosféricas de este tipo de polen el 23 de agosto (después de una precipitación pluvial de 45 mm.), del 19 de septiembre al cuatro de octubre y del 25 de octubre al ocho de noviembre (Figura 4). Este resultado está aparentemente relacionado con lo que se encontró en la incidencia de alergias. Estas aumentan durante esos meses.

Los tipos de polen más frecuente encontrados fueron entre otros: *Pinus* (pino), *Juniperus* (junípero), *Fraxinus* (fresno), *Prosopis* (mesquite), *Acacia* (uña de gato, huisache, chaparro prieto, huisacillo, etc.), Poaceae (gramíneas), *Parkinsonia* (retama), *Quercus* (encino), *Carya* (nogal), Compositae (ambrosia), *Amaranthus* (quelite), *Populus* (álamo), Asteraceae (girasol, etc.), Euphorbiaceae (chinese tallow), Urticaceae (pegajosa), etc.

La concentración y variación estacional del polen se ven influidas por las condiciones ambientales y fenológicas de la vegetación. Se encontró que la precipitación pluvial tiene una relación cíclica de disminución y aumento con la concentración atmosférica de polen. En las semanas que se presenta precipitación pluvial se aprecia una disminución en la concentración de polen atmosférico (Figuras 2 a 4), debido probablemente al efecto de arrastre de partículas de la atmósfera incluyendo el polen por las gotas de agua [5]. Sin embargo, en los muestreos de una semana después se observa un incremento en la concentración de polen en aire principalmente en gramíneas y malezas, que se ven favorecidas por condiciones de lluvias previas, favorables para la floración este tipo de comunidades vegetales [16]. Sin embargo, la correlación no es muy clara, debido tal vez a que en dicho análisis se toma en cuenta la cantidad de lluvia por día y no el tiempo de duración de ésta. Además, como el polen puede transportarse hasta 500 Km. en condiciones propicias [5], es probable que además del polen del AMM, en la muestra se obtenga polen de otras regiones.

Respecto a la incidencia de alergias en la población muestreada, los resultados de la encuesta que se aplicó en cuatro ocasiones a lo largo del año en una muestra aleatoria y representativa de estudiantes de la Prepa TEC Santa Catarina, se observó que en noviembre se incrementó la incidencia de individuos con síntomas y /o signos de alergia (Figura 5), y no coincidió exactamente con los valores mas altos de concentración de polen. Sin embargo en ese mes es cuando se presentan concentraciones mayores de polen de malezas comparado con las otras encuestas y 55% del polen de malezas en noviembre fue de *Ambrosia*. Se conoce que la *Ambrosia*, es la planta con potencial alergénico mayor [5]. Por lo que es probable que el incremento en la incidencia de síntomas y /o signos de alergia en noviembre en la población de estudiantes, se debió a la presencia en la atmósfera de polen de *Ambrosia* (Figura 6).

Se recomienda continuar con el proyecto recopilando información acerca de la concentración atmosférica de polen en el AMM, con el propósito de identificar efectos estacionales. También continuar recopilando información acerca de la precipitación pluvial y así identificar la asociación entre ambas variables con una mayor confiabilidad. Se recomienda incluir en la información meteorológica la humedad y temperatura. Además se recomienda continuar la recolección de muestras de polen en campo para elaborar una colección palinológica en forma de laminillas semipermanentes, que se utilicen de respaldo para poder comparar con las muestras obtenidas y facilitar la identificación del polen muestreado.

#### 4. Conclusiones

La concentración atmosférica de polen de árboles y malezas se presenta en épocas diferentes bien marcadas a lo largo del año, mientras que el de gramíneas se encuentra presente en la atmósfera durante casi todo el transcurso del año (Figuras 2 a 4). La mayor concentración de polen de árboles fue

durante marzo y abril, predominando el polen de *Fraxinus*, *Acacia*, *Prosopis* y *Pinus*. Las malezas presentan la mayor concentración de polen atmosférico durante septiembre y octubre con predominio de *Amaranthus*, *Ambrosia* y *Compositae*.

La precipitación pluvial abate la concentración atmosférica de polen el día que se presenta y dos o tres días después de ésta. Sin embargo, la lluvia favorece las condiciones de floración, y por lo general, una semana después esto se refleja en un incremento de la concentración de polen, especialmente para las gramíneas y malezas (plantas de ciclo cortos típicos de zonas semiáridas [16]).

Las especies de polen presentes en la atmósfera, tienen una influencia en la incidencia de síntomas y/o signos de alergia. Se observó en la población de estudiantes de la muestra, que en el mes de noviembre se incrementa la incidencia de síntomas y/o signos alérgicos, lo que coincide con el incremento en la concentración atmosférica de polen de *Ambrosia* en comparación con las otras encuestas.

## 5. Referencias

- [1] Garza G. Atlas de Monterrey. Gobierno del Estado de Nuevo León. México; 1995
- [2] INEGI. Censo de Población y Vivienda 1995 (Perfil Socio Demográfico). Anuario Estadístico del Estado de Nuevo León. México; 1999.
- [3] García E, editor. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen. México; 1988.
- [4] Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey. Gobierno del Estado de Nuevo León. 1997-2000. México; 1997.
- [5] Smith G. Sampling and Identifying Allergenic Pollens and Molds, Blewstone Press, San Antonio, TX; 1990.
- [6] Ogden EC. Manual for Sampling Airborne Pollen. New York: Hafner Press; 1974.
- [7] Weber RW. Pollen Identification, Ann All Asthma, & Immunol 1998; 80.
- [8] Middleton E, Reed Ch, Ellis E. Allergy: Principles and Practice. USA: Mosby, Vol I, Fourth edition, 1993.
- [9] Stone, Hector. October 1998. Alergias por pólenes. Accesado en enero 17 – 2000 en la World Wide Web <http://www.comaaipe.org.mx/infopub/polenes.htm>
- [10] American Academy of Allergy, Asthma & Immunology (AAAAI). Accesado año 2000 en la World Wide Web: <http://www.aaaai.org/>
- [11] Shute N. Allergy Epidemic Everyone seems to be sneezing, and our lifestyle may be the culprit. U.S. News and World Report. 2000; 128: 18.
- [12] Stites D, Abba T, Parslow T. Medical Immunology. USA: Appleton & Lange. 7th. Edition. 1997.
- [13] Rotating Impaction Sampler Rotorod Sampler. Accesado en noviembre, 2000 de la World Wide Web: <http://www.rotorod.com>
- [14] Gutiérrez H. Contaminación del Aire, Riesgos para la Salud. México: Editorial El Manual Moderno, UNAM; 1997.
- [15] Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA). Accesado en año 2000 de la World Wide Web: <http://www.nl.gob.mx/dep/sduop/sima/sima.htm>
- [16] Rzedowski J. Vegetación de México. México: Limusa; 1988.

# APLICACIÓN DE UN MODELO FOTOQUÍMICO PARA ESTUDIAR LA FORMACIÓN DE OZONO EN EL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

Gerardo Manuel Mejía Velázquez y Rosa María Gómez Moreno

La calidad del aire en el estado del Valle del Cauca en Colombia se ha deteriorado considerablemente por el alto consumo de combustibles fósiles. En Santiago de Cali, capital del estado, a partir de 1999 se inició el monitoreo de la calidad del aire. Los datos de las estaciones de monitoreo muestran violaciones a la norma de calidad del aire. Actualmente no existe ningún estudio que permita determine el comportamiento, concentración y dispersión de los contaminantes en el corredor industrial comprendido entre Cali, Palmira y Yumbo. En este estudio se utilizó el modelo de fotoquímico de calidad del aire CIT para estudiar la dinámica de formación de ozono en este corredor. Para aplicar el modelo se realizó un inventario de emisiones de las diferentes fuentes móviles, fijas y de área. El modelo usa además como datos meteorológicos de temperatura, humedad, radiación solar, radiación ultravioleta y magnitud y dirección de los vientos, así como características de la zona como topografía, usos del suelo y datos de monitoreo de la calidad del aire. Los resultados de la concentración de ozono calculados se compararon con los datos de las estaciones de monitoreo del día 4 al 10 de Octubre de 1999, que mostraron altas concentraciones de ozono. Los resultados de la simulación de la calidad muestran que el modelo predice adecuadamente la calidad del aire en el área de estudio, donde se supera la norma Colombiana de Calidad del Aire establecida para la concentración del ozono de 0.0867 ppm, abarcando en forma aproximada el 24% del área estudiada. Estos resultados son muy importantes para el desarrollo de estrategias del control de las emisiones y para la planificación de los usos del suelo en el Valle del Cauca.

Palabras clave: Contaminación del Aire, Modelos Fotoquímicos, Ozono, Colombia, Valle del Cauca

## 1. Introducción

El Estado de Valle del Cauca esta ubicado en la región occidental de Colombia, entre los 3° 05' y 5° 01' de latitud norte y los 75°42' y 77° 33' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Su territorio lo cruzan las cordilleras Occidental y Central, tiene una llanura selvática hacia el Pacífico y un valle fértil y extenso atravesado por el río Cauca. La Figura 1.1 muestra el relieve, la cuenca del río Cauca y se indica el área seleccionada para el estudio. El Valle del Cauca tiene una población de 3'736.090 habitantes, la capital es Santiago de Cali en donde habitan 1,783,546 personas. La agricultura es la más importante y variada del país, con cultivos tecnificados de caña de azúcar, café, algodón, soya y sorgo. El valle es uno de los principales centros de desarrollo económico, siendo el tercer departamento en producción industrial. Se destacan las actividades comerciales, de transporte, y bancarias, favorecidas en gran medida por el puerto de Buenaventura, que es el más importante puerto de Colombia, por donde sale el 70% de la carga de mercancías. La principal industria es la azucarera, junto con la producción de papel, químicos, maquinarias y equipos [1]. El área de estudio comprende el corredor industrial ubicado entre Cali, Yumbo y Palmira, por ser la zona donde se ubican el mayor número de industrias y también

---

Dr. Gerardo M. Mejía, Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey, [gmejia@itesm.mx](mailto:gmejia@itesm.mx)  
M.C. Rosa María Gómez Moreno, Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey.

se presenta el mayor tráfico vehicular y transporte de materias primas y productos terminados de las industrias.

En Yumbo se encuentran ubicadas alrededor de 532 empresas que corresponden al sector industrial, mientras que en el municipio de Cali se duplica éste valor [2]. En Palmira se ubica principalmente la agroindustria representada en un 16.52% del municipio sembrado en caña [3], en menor proporción cultivos temporales, además de pequeña y mediana industria. La dirección predominante de los vientos procede del oeste nor-oeste [3] y específicamente en horas de la tarde. Por lo anterior la contaminación generada en el municipio de Yumbo es dispersada hacia el norte de la ciudad de Cali. En horas de la mañana el desplazamiento es en sentido sur oeste, por lo cual la contaminación que se genera en el centro de la ciudad también converge al norte de la misma, ocasionado prácticamente que en el norte de Cali y al sur de Yumbo se concentre mayores niveles de contaminación; la cual proveniente no solo de la industria sino también del transporte público y particular. Se considera por lo tanto, un punto crítico para evaluar los efectos de las emisiones en la calidad del aire de este sector. Los datos de monitoreo reportan varias violaciones a la Norma Colombiana de calidad del aire para el ozono de 0.0867 ppm.

Es importante realizar estudios para evaluar la dinámica de la contaminación en la zona del Valle del Cauca, de tal forma que los resultados puedan ser utilizados como herramienta de planificación y de apoyo en la toma de decisiones para la elaboración de políticas y programas gubernamentales eficaces que conlleven a la disminución de la contaminación atmosférica. La modelación de la calidad del aire es una herramienta eficaz para evaluar la efectividad en los controles ambientales aplicados a las industrias, así como para diagnosticar la calidad del aire que cubre una cierta zona. En el Valle del Cauca se encuentra la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), quien asume el seguimiento y control de la contaminación atmosférica. Esta corporación identifica las fuentes de emisión por fuentes fijas y su nivel de cumplimiento. El Decreto 948-95, Art. 108, del Ministerio del Medio Ambiente indica que en coordinación con la autoridad ambiental regional y con base en estudios con periodos mínimos de un año, se podrán establecer áreas de contaminación denominadas altas, medias, moderadas y marginales. Para controlar la ubicación de nuevas industrias, el proyecto en desarrollo sienta una buena base para tal dicha identificación y enfatiza nuevamente su uso como herramienta de planificación [4].

El objetivo de este trabajo es estudiar la dinámica del ozono en la cuenca atmosférica del corredor industrial ubicado entre Cali, Yumbo y Palmira. Para esto se utilizó el modelo fotoquímico CIT para determinar los niveles de concentración de ozono y se obtuvieron las series de tiempo para compararlos contra los datos tomados por las estaciones de monitoreo. El presente trabajo es el primer diagnóstico que se realiza sobre el comportamiento de la dinámica del ozono en el Valle del Cauca y sienta las bases para el desarrollo de estudios futuros. El estudio pretende también servir como herramienta en el desarrollo de estrategias de control para la emisión de contaminantes atmosféricos en el Valle del Cauca.

## **2. Metodología**

Los modelos para la calidad del aire son una herramienta para predecir la concentración de los contaminantes en la atmósfera, relacionan las emisiones desde una fuente y los cambios que se pueden esperar en la atmósfera de las concentraciones de los contaminantes. Los modelos consideran los patrones de emisión, la meteorología, las transformaciones químicas y los procesos de remoción. La información obtenida de los modelos son instrumentos importantes para la elaborar la legislación del control de emisiones, como también para evaluar estrategias y técnicas de control, para planificar la ubicación de futuras industrias, para definir estrategias inmediatas de control en eventos picos de

contaminación y para establecer una relación actual entre fuente y receptor [5]. La modelación, al igual que el monitoreo, no son la solución a los problemas de contaminación del aire, constituyen solo una actividad razonablemente económica cuyos resultados en muchos de los casos suministran una poderosa información evitar el uso futuro de costosos proyectos y estrategias en la reducción de la contaminación del aire.

Los modelos se pueden dividir en dos tipos. Los físicos, que son una replica a escala de un área urbana o corresponden a representaciones del fenómeno al nivel de laboratorio, y los matemáticos, que son un conjunto de algoritmos analíticos y numéricos que describen los aspectos físicos y químicos del problema. Estos últimos se clasifican en dos tipos, los de análisis estadístico de datos de monitoreo y los determinísticos que se basan en la descripción matemática de los procesos atmosféricos y en la causa efecto. Los modelos de calidad del aire, dada su complejidad y la cantidad de variables que envuelven, se resuelven numéricamente mediante el uso de computadoras. Predicen la concentración promedio de los contaminantes sobre una determinada área bajo estudio. Estos modelos se clasifican como modelos Eulerianos o modelos Lagrangianos. La diferencia básica entre ambos modelos es el sistema de referencia, para los primeros el sistema es fijo mientras para los segundos el sistema de referencia sigue el movimiento de la atmósfera [6].

En este estudio se uso el modelo CIT desarrollado por el Instituto Tecnológico de California y el Instituto Tecnológico Carnegie [7]. Este modelo se basa en la conservación de la masa, y en un sistema de referencia absoluto. El modelo calcula la distribución espacial de las concentraciones de los contaminantes considerando la difusión turbulenta, la dispersión, las reacciones químicas y la remoción del contaminante. Para cada contaminante se resuelve la ecuación de balance de masa en un volumen de aire definido. La expresión matemática que describe la concentración de cada especie satisface la ecuación de continuidad [5]:

$$\frac{\partial \langle Ci \rangle}{\partial t} + \nabla \cdot (u \langle Ci \rangle) = \nabla \cdot (K \nabla \langle Ci \rangle) + Ri(\langle Ci \rangle, \dots, \langle Cn \rangle; T) + Si(x, t) \quad (1)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

Donde  $C_i(x, t)$  es la concentración de la especie  $i = 1, 2, \dots, n$ , en el tiempo  $t$  y en la posición  $x$ ,  $u(x, t)$  es el vector de vientos,  $K_i$  es el coeficiente de difusión turbulenta de la especie  $i$ ,  $R_i$  es la velocidad de reacción de la especie  $i$  que en general depende de la temperatura  $T$  del fluido y  $S_i$  es la velocidad de adición de la especie  $i$  a una ubicación determinada por el vector posición  $x = (x_1, x_2, x_3)$  a un tiempo  $t$ . Esta ecuación es resuelta en el modelo CIT por el método de diferencias finitas. Para lo anterior se define una área de estudio que es subdividida en cuadros mediante una malla regular. La ecuación se resuelve en tres dimensiones para las diferentes especies químicas que se consideran bajo estudio según el mecanismo químico que se utilice en el modelo [7].

Los datos de entrada al modelo son las condiciones meteorológicas (altura de mezcla, perfil en tres dimensiones del campo de vientos, radiación solar, radiación ultravioleta, temperatura, humedad relativa, coeficiente de difusión turbulenta y topografía), las condiciones de frontera, los parámetros de calidad del aire iniciales y los inventario de emisiones (fuentes móviles, fijas y biogénicas), además de la cinética química (mecanismos de reacción, constantes de velocidad de reacción, estequiometría de las reacciones, velocidad de sedimentación en la superficie, agrupamientos de hidrocarburos). A través de los datos meteorológicos se incorporan al modelo las características específicas de la región a modelar, son de naturaleza diversa y se requieren para resolver las ecuaciones de difusión y las ecuaciones químicas. El CIT utiliza el mecanismo químico condensado LCC, que incluye 53 especies y 112 reacciones [7]; los compuestos orgánicos volátiles son agrupados en alcanos, alquenos, eteno, tolueno, di y tri-alquil aromáticos, formaldehído, aldehídos superiores y monóxido de carbono. A cada clase se le asigna un peso o factor de reparto dependiendo del tipo de hidrocarburos en la mezcla atmosférica de la

región a modelar [7]. El campo de vientos se calcula usando un interpolador de diagnóstico acoplado al modelo CIT, el transporte se simula en tres dimensiones usando la técnica numérica de diferencias finitas. La difusión turbulenta vertical esta en función de la estabilidad atmosférica y de la velocidad de fricción mientras que la horizontal depende de la altura de mezcla y de la velocidad convectiva [5]. El área de estudio en sentido longitudinal puede variar entre 5 y 120 km, mientras que en el vertical entre 6 a 10 km en una zona rural, mientras que en la urbana puede fluctuar entre 1 y 2 km. El CIT usa generalmente 5 capas alrededor de 1.5 km; el lado de la cuadrícula en la malla suele tener en promedio 5 km [7]. Se especifica también al modelo las coordenadas de latitud y longitud de la malla computacional. Los resultados del modelo consisten en concentraciones promedio cada hora y el episodio a simular puede variar desde 3 días hasta una semana.

### 3. Resultados y Discusión

La Figura 1 muestra el Estado de Valle del Cauca en Colombia. Este estado se encuentra al oeste de Colombia. La zona de estudio se encuentra encerrada en un cuadro, que comprende el Valle del Cauca. El valle se encuentra limitado por dos cordilleras al este y al oeste y lo atraviesa el Rio Cauca de Noreste a Suroeste. La zona de estudio cubrió 45 Km x 45 Km, cubriendo la zona industrial en el corredor de Yumbo a Santiago de Cali. En la Figura 2 se muestra el área de modelación, en ella se ubican las zonas urbanas y las estaciones meteorológicas, de donde se extrajo la información necesaria para correr el modelo fotoquímico. Las principales zonas urbanas son Santiago de Cali, Yumbo, y Palmira. Las estaciones ubicadas en la ciudad de Cali miden la calidad del aire en forma continua. Las estaciones meteorológicas en su orden son: (1) Arroyohondo: HON, (2) Centro de Diagnóstico Automotor del Valle: CDAV, (3) Base Aérea: BAS, (4) Hospital Universitario del Valle: HUV, (5) Polideportivo el Diamante: POLD, (6) Meléndez: MEL, (7) San Marcos: MAR, (8) Amaime: AMA, (9) Aeropuerto: AER, (10) Palmira San José: PSJ, (11) Candelaria: CAN, (12) Cenicaña: CEN. La cuadrícula, corresponde a la malla de modelación, utilizada en el modelo de simulación. Cada celda era de 3 Km x 3 Km.

Para el estudio se usaron los datos de las estaciones meteorológicas de las estaciones meteorológicas ubicadas en la zona. Con los datos se prepararon los archivos de vientos, humedad, temperatura, etc., necesarios para correr el modelo CIT para el período del 4 al 10 de octubre de 1999. Por ejemplo, la Figura 3 muestra una Rosa de Vientos de los datos meteorológicos tomados el día 6 de octubre de 1999 en la estación CDAV, ubicada al norte de Cali. Esta rosa muestra que los vientos predominantes en la zona fueron del norte y noroeste, con cambio de viento del suroeste en otras horas del día. Esta estación muestra la influencia de vientos de la montaña. Otras estaciones en la zona centro del valle mostraron mayor influencia de vientos del sur y suroeste.

La Figura 4 muestra la distribución de emisiones para la zona de estudio. En ella se observa que además de las zonas urbanas y del corredor industrial entre Yumbo y Cali, la quema de caña en áreas rurales es una fuente importante de emisiones. Los detalles del cálculo de las emisiones, su distribución espacial y la especiación de hidrocarburos es discutido en mayor detalle por Rosa María Gómez [8]. En la misma figura se indica la ubicación de las zonas industriales en la zona de estudio.

La Tabla 1 muestra las normas oficiales de calidad del aire de Colombia. Las normas están dadas para el ozono, el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno, el monóxido de carbono y las partículas suspendidas totales. Las normas se dan para diferentes períodos de exposición. En el caso del ozono la norma es de  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.0867 ppm o 86.7 ppb, como se usan típicamente las unidades de concentración en Estados Unidos). Las Figuras 5 y 6 muestran las concentraciones de ozono medidas en las estaciones de monitoreo Meléndez y CDAV, ubicadas al sur y al norte de Cali respectivamente. Ambas estaciones muestran valores de concentración de ozono que rebasan la norma de calidad del aire para el ozono los días 5, 7 y 8 de octubre. El resto de los días se alcanzan valores cercanos a la

norma de 86.7 ppb. En las mismas figuras se graficaron los valores de concentración de ozono calculados con el modelo fotoquímico CIT. Se puede observar que en algunos días el modelo predice razonablemente la concentración de ozono medida por las estaciones, y en otros días las diferencias muestran ser importantes. Para mejorar los resultados del modelo es necesario reducir las incertidumbres en los datos meteorológicos y de emisiones. Asimismo, influye la clasificación de uso de suelo que se tiene y la resolución topográfica para predecir los campos de viento. Otro factor que influye es la distribución temporal de las emisiones. Mejorando la resolución y calidad de estos datos se podría tener una mejor certidumbre en los resultados para poder calibrar el modelo. Un factor muy importante es el inventario de emisiones que se usa para correr el modelo. Es necesario igualmente mejorar la calidad de la información que se usa para generar el inventario y las metodologías utilizadas.

Un aspecto importante que se puede estudiar con un modelo de calidad del aire es determinar la calidad del aire que puede haber en zonas donde no se tienen estaciones de monitoreo. Típicamente monitoreamos en zonas urbanas y obtenemos datos puntuales. Sin embargo, debido al transporte del viento, el impacto de los contaminantes puede ser más importante en otras zonas que no se consideran en una red de monitoreo. Este fenómeno es pronosticado por el modelo CIT al aplicarlo a la zona del Valle del Cauca. Las Figuras 7 y 8 muestran mapas de concentraciones de ozono a las 13:00 y 17:00 horas del día 6 de octubre de 1999. Como se observa en estas figuras, en las estaciones CDAV y Meléndez se observan concentraciones cercanas a la norma de calidad del aire de 0.0867 ppm para el ozono. Estas dos estaciones y la de polideportivo (5) son las únicas que miden ozono en la zona. Como se observa en ambas figuras, debido a los vientos predominantes del suroeste, los contaminantes de Cali son transportados a la zona industrial al norte de la ciudad, donde el modelo predice valores mayores a 225 ppm de ozono. Lamentablemente, las estaciones San Marcos (7) y Aeropuerto (9) no miden ozono para poder comparar los resultados del modelo contra valores que se pudiesen medir en estas estaciones. A pesar de lo anterior, los resultados son valiosos para evaluar las zonas de posible impacto por altas concentraciones de ozono, lo cual da una guía para definir labores de monitoreo en el futuro y la importancia de considerar medidas de mitigación de la contaminación en la zona.

#### **4. Conclusiones**

Los resultados de este estudio muestran que el Valle del Cauca en Colombia puede tener problemas importantes de contaminación del aire por ozono. Los resultados del modelo se ajustan razonablemente bien a los datos de monitoreo en algunos días y en otros se observan diferencias que pueden disminuirse si se cuenta con datos de mejor calidad. Estos incluyen mejores inventarios de emisiones y su variación espacial y temporal, así como mejor predicción de los campos de viento, los cuales juegan un papel importante en el transporte de contaminantes y en la definición de las zonas impactadas. Un hallazgo importante de este estudio es que las zonas donde no se encuentran monitores de ozono pueden ser las mayormente impactadas en su calidad del aire. Los resultados del modelo sirven como guía para definir que áreas se pudiesen monitorear, así como para determinar la necesidad de considerar medidas de control de la contaminación en la zona del Valle del Cauca en el futuro cercano.

#### **5. Referencias**

- [1] Universidad Distrital: [www.udistral.edu.co/colombia/mapas/index.html](http://www.udistral.edu.co/colombia/mapas/index.html), última actualización Noviembre de 1999.
- [2] Instituto del Seguro Social y CENSAT: "Impacto de los Residuos Industriales en la Salud de los Trabajadores y Medio Ambiente, Cazucá, Cundinamarca, Yumbo Valle del Cauca". Primera Edición, Bogotá, 1997.

- [3] ASOCAÑA: Información sobre Producción por Ingenio y por Municipio sobre el Cultivo de la Caña de Azúcar, 1999.
- [4] Diario Oficial de la República de Colombia, Decreto 948 de 1995, 5 de Junio de 1995.
- [5] Seinfeld, J.H.: "Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution", John Wiley, USA, 1986.
- [6] Zannetti, P.: "Air Pollution Modeling. Theories, Computational Methods and Available Software", Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
- [7] McRae, G.J., Russell, G., Harley, R.A: "CIT Photochemical Airshed Model, Data Preparation Manual". Carnegie Mellon University, California Institute of Technology, USA, 1992.
- [8] Gómez, Rosa María: *Modelación de la Calidad del Aire en el Valle del Cauca, Colombia*, Tesis de Maestría, ITESM, Monterrey, N.L., Mayo del 2001.

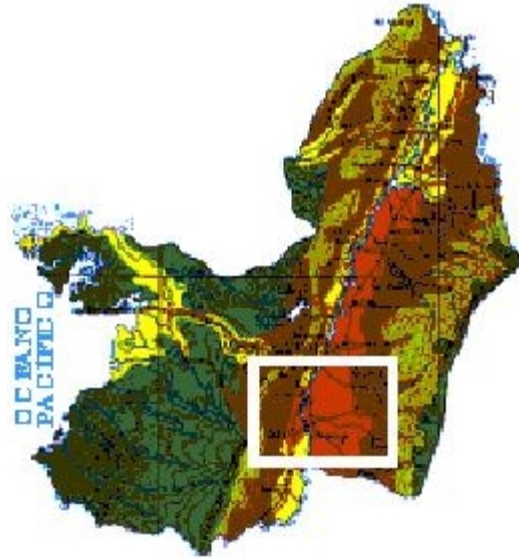
## Agradecimientos

Agradecemos a las siguientes instituciones de Colombia el apoyo que nos proporcionaron para realizar este trabajo: ASOCAÑA, Centro de Diagnóstico Automotor del Valle del Cauca, Departamento Nacional de Planeación, Instituto del Seguro Social y CENSAT, y a la Secretaria de Transito y Transporte del Municipio de Cali. Rosa María Gómez agradece al ITESM la beca de colegiatura que le otorgó para realizar sus estudios de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental.

**Tabla 1** Normas de Calidad del Aire en Colombia. (Diario Oficial de la República de Colombia, 1982).

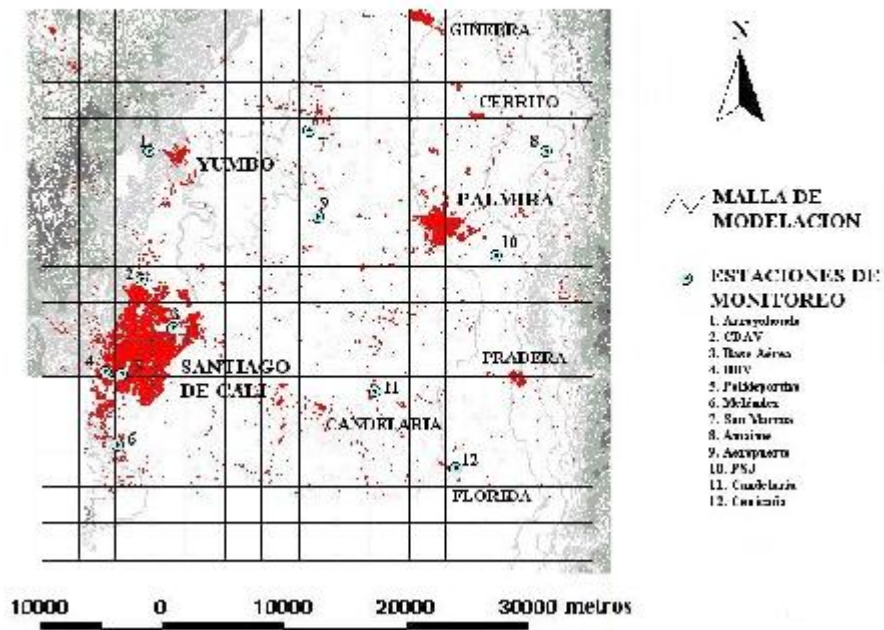
	<b>COMPUESTO</b>	<b>Concentración y Tiempo promedio</b>	<b>Frecuencia Máxima Aceptable</b>	<b>Protección a la Salud</b>
	O <sub>3</sub> (Ozono)	170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 hora) (0.0867 ppm)	1 vez por año	-
	SO <sub>2</sub> (Dióxido de Azufre)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24horas) 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24horas) 1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3 horas)	1 vez por año 1 vez por año 1 vea por año	Promedio aritmético Máx. concentración Máx. concentración
	NO <sub>2</sub> (Dióxido de Nitrógeno)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24horas)	1 vez por año	Promedio aritmético
	CO (Monóxido de Carbono)	15 $\text{mg}/\text{m}^3$ (8 horas)		Máxima concentración
	PST (Partículas Suspendidas Totales)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24horas) 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24horas)	1 vez al año 1 vez al año	Promedio geométrico Máxima concentración



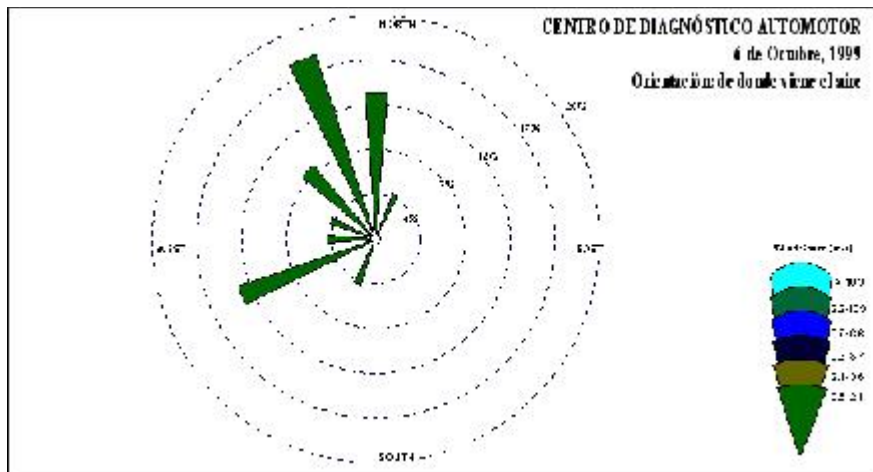


**Figura 1** Estado del Valle del Cauca, su relieve y el área de estudio, la cual incluye el corredor industrial Cali, Yumbo y Palmira.

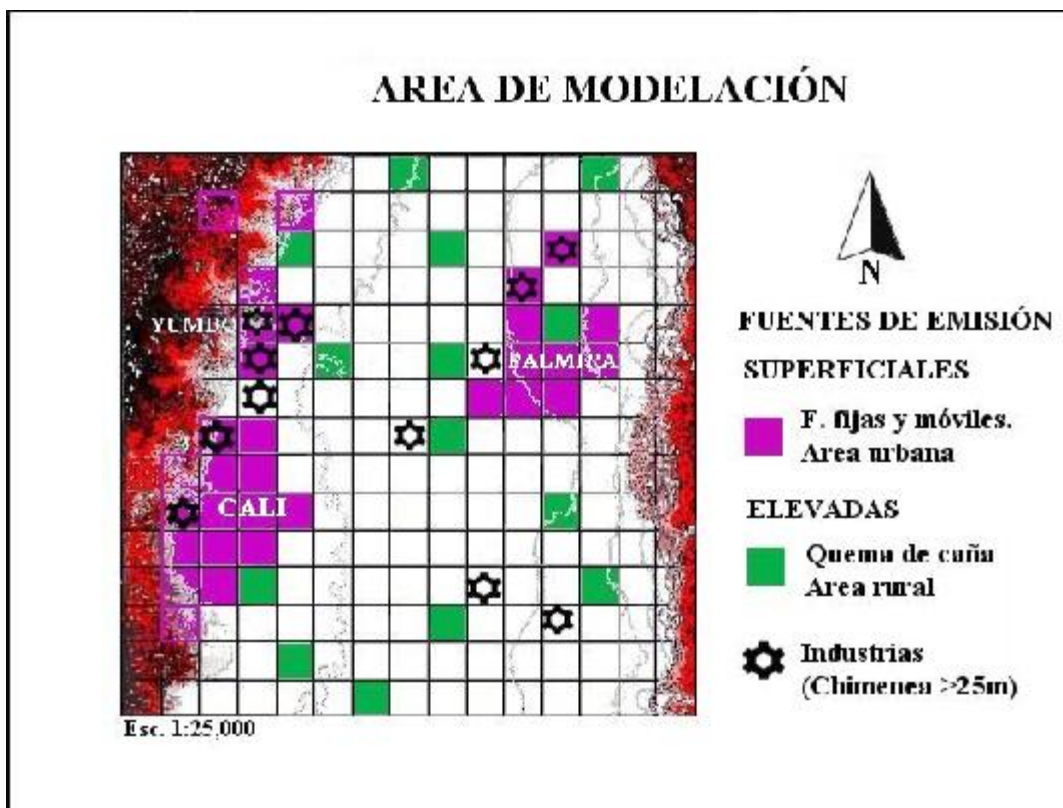
**AREA DE ESTUDIO, VALLE DEL CAUCA  
Zonas Urbanas y Estaciones de Monitoreo**



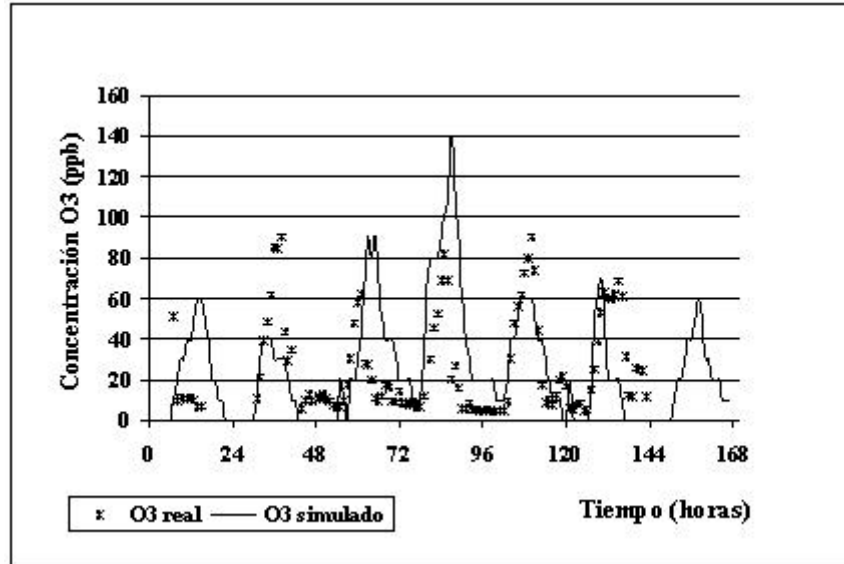
**Figura 2** Área de estudio donde se observa el Valle del Cauca y en él las zonas urbanas de Yumbo, Santiago de Cali y Palmira, así como la ubicación de las estaciones meteorológicas. Miden ozono las estaciones 2, 5 y 6.



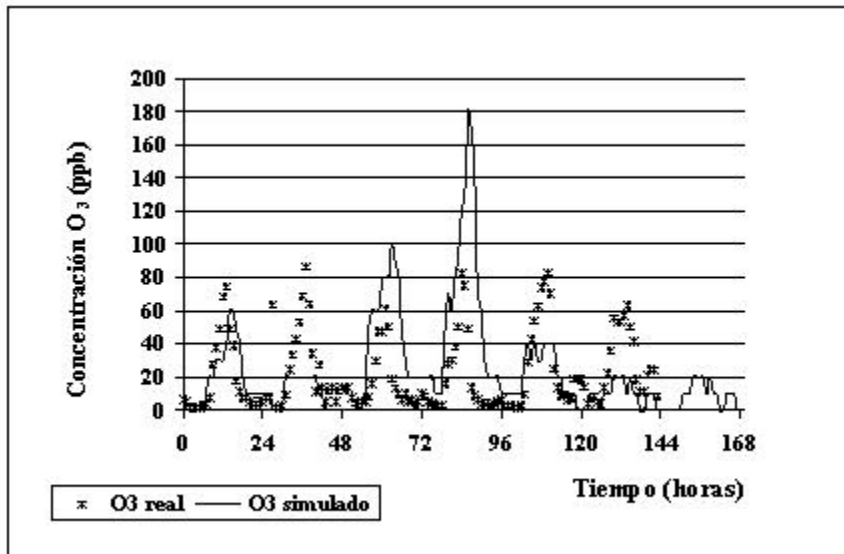
**Figura 3** Rosa de vientos en la estación CDAV ubicada en el Valle del Cauca, 6 de Octubre de 1999.



**Figura 4** Ubicación de las fuentes fijas elevadas tanto industrial como por quema de caña de azúcar en el Valle del Cauca, 1999.

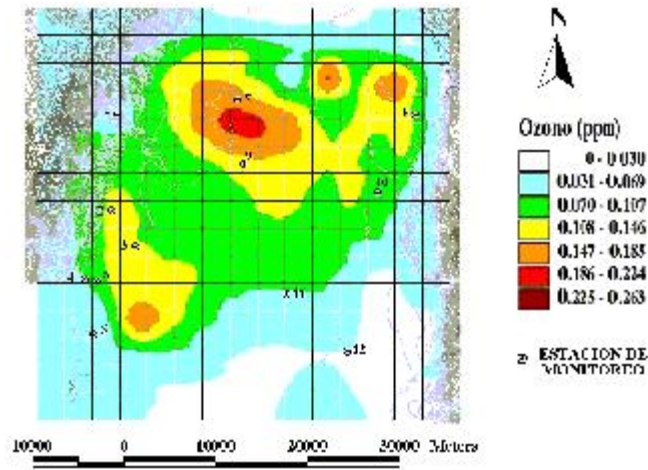


**Figura 5** Comparación entre la variación de la concentración de ozono (serie de tiempo), entre datos simulados y datos reales. Estación Meléndez, del 4 al 10 de Octubre de 1999.



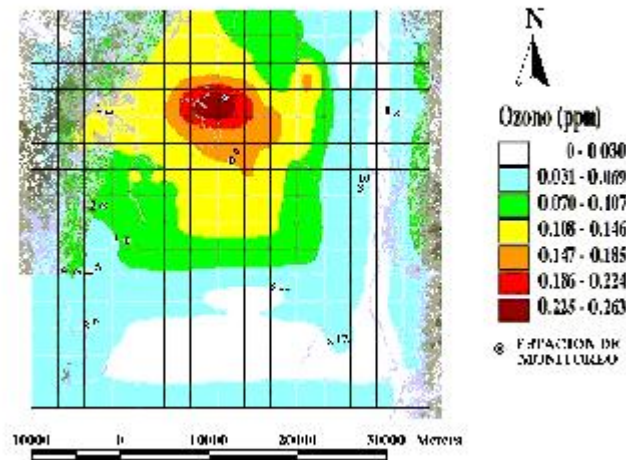
**Figura 6** Comparación entre la variación de la concentración de ozono (serie de tiempo), entre datos simulados y datos reales. Estación CDAV, del 4 al 10 de Octubre de 1999.

**CONCENTRACION DE OZONO EN EL AREA DE ESTUDIO**  
6 de Octubre, 1999, 13:00



**Figura 7** Mapa de concentraciones de ozono en el Valle del Cauca a la una de la tarde del día 6 de Octubre, 1999

**CONCENTRACION DE OZONO EN EL AREA DE ESTUDIO**  
6 de Octubre, 1999, 17:00



**Figura 8** Mapa de concentraciones de ozono en el Valle del Cauca a las 5 de la tarde del día 6 de Octubre, 1999.

**COMPARACION DE PERFILES DIARIOS DE LOS PRECURSORES DE OZONO PARA MONTERREY.** Jerónimo Martínez Martínez, Departamento de Ingeniería Química, Campus Monterrey, ITESM. Nuria I. Arellano Briones, Maestría de Sistemas Ambientales, Campus Monterrey, ITESM.

## **RESUMEN**

Las diferencias entre los perfiles de los contaminantes ambientales para cada día de la semana fueron analizados en cinco regiones del Area Metropolitana de Monterrey de 1998 al 2000. Monterrey has sido una región que no ha cumplido con el estandar de calidad del aire de 0.11 partes por millon en volumen (ppmv) basado en concentraciones medidas y promedidas cada hora. El promedio de días que se excede el estandar es de 19 por año. La red de monitoreo de la calidad del aire en Monterrey ha estado funcionando desde 1992. Para cada estación de monitoreo, las distribuciones de cada día de la semana fueron construidas usando las concentraciones de cada hora de CO, NOx, O<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, y PM10. Los resultados de las diferencias de los perfiles proporciona información sobre los tiempos y localización de las fuentes emisoras primarias. También los cambios en los perfiles indican como las razones de contaminantes pueden jugar un role importante en la formación de ozono para cada día de la semana. Estos datos y resultados pueden proporcionar elementos adicionales en las estrategias de control para la contaminación del aire en Monterrey. Algunos de los resultados indican que las distribuciones de los días de entre semana de NOx y CO tienen niveles mayores que en las distribuciones del fin de semana. Aparentemente menores emisiones en los fines de semana produce picos similares en la concentración de ozono. Además, la comparación entre perfiles indica que las regiones noreste y suroeste están mayormente influenciadas por emisiones industriales y las regiones sureste y centro son afectadas fuertemente por emisiones vehiculares.

**DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE IMPACTO DE LOS OLORES GENERADOS POR UNA PLANTA DE RENDIMIENTO**, Walter Murguía Leyva, Centro de Calidad Ambiental, Campus monterrey, ITESM, Vicente Garza Ramirez Centro de Calidad Ambiental, Campus monterrey, ITESM, Belzahet treviño Arjona, Centro de Estudios del Agua, Campus Monterrey, ITESM y Erick santos Rodriguez Centro de Calidad Ambiental, Campus monterrey, ITESM.

Aunque los olores son considerados por distintas Agencias Gubernamentales de protección al ambiente como contaminantes del aire, estos han sido un aspecto que se ha relegado durante décadas, hasta el momento no existe una Norma Oficial Mexicana en materia de olores. En México la industria de Rendimiento a sido presa de fuertes presiones por parte de las comunidades cercanas a la planta de rendimiento debido a un descontento y malestar por un olor que consideran no solo desagradable sino inclusive ofensivo. Este hecho ha provocado el sacar de operación este tipo de industrias, siendo que desde el punto de vista ambiental estos procesos representan una manera viable de reciclar los residuos animales, previniendo así la descomposición de estos en basureros y drenajes municipales. Se estableció como objetivo del presente trabajo, determinar el área de impacto del olor generado por una planta de rendimiento y desarrollar un sistema de control de olores. La metodología aplicada se basa en los procedimientos desarrollados por países como Estados Unidos, Australia, China y Japón contemplando 4 pasos: 1) Identificación de las fuentes de olor y determinación de concentraciones, 2) Determinación de los flujos de emisión de olores , 3) Monitoreo de las condiciones meteorológicas locales y 4) Modelación de la dispersión de olores. Tomando como criterio de impacto un valor de 20 UO/m<sup>3</sup> como concentración máxima permisible, se determinó que antes de implementar el sistema de control de emisiones tenía un área de afectación de 196,350 m<sup>2</sup>. Después de implementar el sistema de control de emisiones se determinó un área de afectación de 0 m<sup>2</sup>, y una concentración máxima en los alrededores de la planta menor a 1 UO/m<sup>3</sup>. La implementación del sistema de control por parte de la empresaha terminado con las quejas por parte de los vecinos de la planta.

# EVALUACION AMBIENTAL INTERDISCIPLINARIA DE LA EX-AZUFRERA PANAMERICANA

Martín H. Bremer Bremer, D. Fabián Lozano García, Porfirio Caballero Mata  
Mucio Rodríguez G., Ma. Del Consuelo Hori O., Sandra Luz Correa M.

El presente texto se refiere a los trabajos realizados para la Evaluación Ambiental del predio que ocupaba la Azufrera Panamericana en el municipio de Jaltipan, Ver. El estudio consistió en 3 secciones principales que son: Evaluación de la Deuda Ambiental Histórica de las 480 Ha's del predio. Evaluación del cumplimiento de la NOM-ECOL-083-1996 del área aledaña a la denominada planta de ácido para establecer un relleno sanitario. Resultados de pruebas de tratabilidad de los residuos azufrosos

Palabras clave: Contaminación de suelo, Confinamiento, Remediación, Azufre, Jaltipan

## 1. Introducción

Por solicitud de la Secretaría de Desarrollo Regional del Gobierno del Estado de Veracruz, el Centro de Calidad Ambiental realizó de fines de abril a fines de septiembre, una Evaluación Ambiental del predio que ocupaba la Azufrera Panamericana en un área de 480 Ha's del municipio de Jaltipan, Ver. El proceso consistió de 3 rubros principales: Evaluación de la Deuda Ambiental Histórica de las 480 Ha's del predio. Evaluación del cumplimiento de la NOM-ECOL-083-1996 [1] del área aledaña a la denominada planta de ácido. Realización de pruebas de tratabilidad de los residuos

El predio consta de 480 Ha's que tienen zonas con depósitos de residuos de carbón y azufre (Torta de carbón), depósitos de restos de azufre donde éste era 'almacenado' a cielo abierto para su distribución (Vats), derrames de azufre en diversos puntos del predio, presas y lagunas, sembradíos de papaya y otros, un asentamiento irregular, así como zonas en estado natural con diversos grados de afectación por actividades antropogénicas.

Se realizaron una serie de trabajos multidisciplinarios donde participaron los laboratorios analíticos, el laboratorio de Sistemas de Información Georeferenciada, el laboratorio de Geofísica Ambiental y el área de Manejo de Residuos Peligrosos del Centro de Calidad Ambiental así como también los laboratorios de microbiología de la UANL.

Los objetivos principales de la Evaluación Ambiental de la Ex-azufrera Panamericana fueron:

- Evaluar el grado de peligrosidad (NOM-ECOL-052 [2]) de los materiales que se encuentran depositados en las zonas denominadas 'VATS' y 'TORTA DE CARBON'
- Evaluar la presencia de metales pesados en aguas y sedimentos

---

Martín H. Bremer Bremer, Profesor Titular, Lab. De Geofísica Ambiental, CCA, ITESM Campus Monterrey  
D. Fabián Lozano García, Profesor Titular, LabSIG, CCA, ITESM Campus Monterrey,  
Porfirio Caballero Mata, Profesor Asociado, Laboratorios Analíticos del CCA, ITESM Campus Monterrey,  
Mucio Rodríguez G., Profesionista de apoyo, Lab. De Geofísica Ambiental, CCA, ITESM Campus Monterrey  
Ma. Del Consuelo Hori O., Profesionista de apoyo, LabSIG, CCA, ITESM Campus Monterrey  
Sandra Luz Correa M, Asistente de Investigación, Lab. De Geofísica Ambiental, CCA, ITESM Campus Monterrey

- Determinar la extensión lateral y vertical del impacto causado por materiales azufrosos .  
Demostrar cuales áreas del predio se encuentran sin impacto por los materiales azufrosos
- Cuantificar el volumen del material a tratar/disponer conforme a sus propiedades de peligrosidad
- Evaluar el área aledaña a la denominada ' planta de ácido' respecto al cumplimiento de los parámetros establecidos en la norma oficial mexicana NOM-ECOL-083, suponiendo que se encontraría una forma de neutralizar la peligrosidad de los residuos y acceder a la posibilidad de confinar el material como un residuo industrial no peligroso
- Realizar pruebas de tratabilidad respecto a:
  - la resistencia de la cubierta vegetal a los efectos ácidos de los residuos,
  - la neutralización de los residuos para cuantificar el tipo y la cantidad de material que se requiere para neutralizar los residuos
- identificar la posibilidad de actividad microbiológica bajo condiciones anaerobias de la celda de confinamiento para la posible biodegradación de los residuos.

## 2. Metodología

### a) Deuda Ambiental Histórica

- Ubicación de puntos de muestreo y rasgos en el terreno. Se localizó un punto de referencia de INEGI en el ejido de San Lorenzo para la propagación de coordenadas y contar con un punto fijo con coordenadas conocidas en los terrenos de la Azufrera. Con este punto como referencia se procedió a obtener las coordenadas de 7 puntos en el terreno. Otros 98 puntos de muestreo (lagunas ácidas, Vats, torta) se ubicaron usando un sistema de GPS diferencial 1.



FIGURA 1. Imagen IKONOS del 2002 a color 4x4 m (izquierda) y puntos muestreados sobre imagen pancromática 1x1 m (derecha).



Ubicación de límites de propiedad y otros puntos importantes Se localizaron y ubicaron en el terreno los dos puntos de referencia de la cuadrícula de la propiedad original, ambos puntos se georeferenciaron con un GPS diferencial 2. Los límites de propiedad se ubicaron en el terreno usando un procedimiento "diferencial 2". Se midieron un total de 30 puntos cubriendo el perímetro de la propiedad.

- Imagen de percepción remota y Digitalización de rasgos en el predio. La imagen Ikonos multiespectral se empleó para ubicar rasgos en el terreno tales como derrames de petróleo, azufre y áreas afectadas por derrames de azufre. Además, para la ubicación de los límites de propiedad, así como los puntos de muestreo ubicados con un GPS diferencia 2. Se produjo una clasificación con verificación de campo de la imagen para la identificación de los tipos de cobertura de vegetación en el predio.
- Cartografía A partir de los datos almacenados en las base de datos de los análisis de laboratorio, se elaboraron planos de valores de pH y acidez en el del predio. Asimismo, se elaboraron planos en papel y digitales de los resultados obtenidos.

#### Muestreos

- Aguas superficiales y sedimentos: Se obtuvieron las 28 muestras de agua y 28 de sedimentos programadas para los diferentes cuerpos de agua en el predio

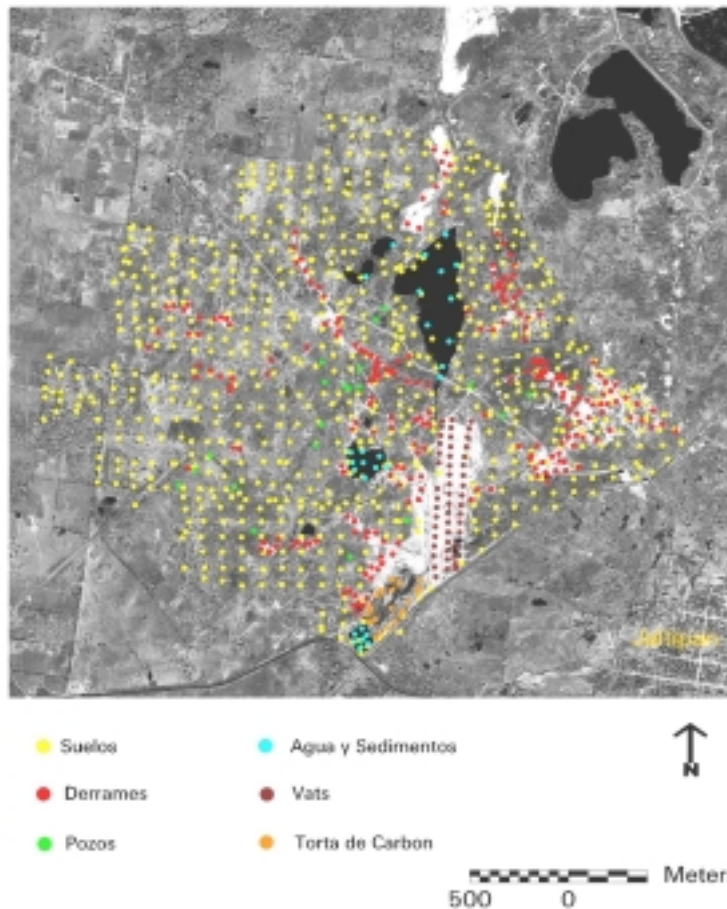


FIGURA 2. Puntos de muestreo en el terreno de la azahara para la estimación de volúmenes de suelo contaminado a través de interpolación con valores de pH.

#### Suelos y residuos:

- *Torta:* En la torta de carbón y azufre se obtuvieron 68 muestras de material correspondientes a 24 puntos para su análisis químico, así como 3 muestras para análisis CRETI.
- *Vats:* En la zona denominada Vats, se obtuvieron 113 muestras de material que corresponden a 50 puntos para su análisis químico excediendo lo estipulado debido a que las características de sitio lo ameritaban, también se obtuvieron y analizaron 2 muestras para análisis CRETI.
- *vDerrames Varios:* Se obtuvieron 442 muestras de suelos y residuos de las áreas con derrames varios de azufre dispersas por todo el predio. El número real de muestras fue superior al propuesto (550%) debido a la importancia que representaba la estimación real del volumen de suelo afectado lo cual no fue posible detectarlo durante la visita preliminar de campo.
- *Muestreo regional de suelos:* Se obtuvieron 665 muestras regionales de suelo a lo largo de perfiles con un espaciamiento aproximado de 100 m entre muestras, lo cual equivale al 66% de las muestras planteadas en la propuesta original.
- *Muestreo de hidrocarburos:* Se obtuvieron 9 muestras de suelo impactado por hidrocarburos alrededor de 3 pozos no clausurados.

#### Análisis de Suelos y Residuos

El análisis químico de los residuos fue realizado por el Laboratorio del Centro de Calidad Ambiental como análisis complementario para realizar la evaluación y proponer la restauración del sitio. En la Tabla 1 se indican cada uno de los parámetros que fueron medidos para cada zona o tipo de residuo:

Tabla 1. Parámetros medidos en los distintos muestreos realizados en el predio.

Parámetro	Lagunas	Sedimentos	Torta	Vats	Suelo	Derrames	Puntos
Acidez	•	•	•	•	•	•	•
PH	•	•	•	•	•	•	•
%Azufre			•	•		•	
%Carbón			•	•			
%Humedad			•	•	•	•	
Cloruros	•	•	•	•	•	•	
Nitratos	•	•	•	•	•	•	
Sulfatos	•	•	•	•	•	•	
Arsénico	•	•	•	•			
Bario	•	•	•	•			
Berilio	•	•	•	•			
Cadmio	•	•	•	•			
Cromo	•	•	•	•			
Mercurio	•	•	•	•			
Níquel	•	•	•	•			
Plata	•	•	•	•			
Plomo	•	•	•	•			
Selenio	•	•	•	•			
Talio	•	•	•	•			
Vanadio	•	•	•	•			

#### b) Caracterización del Sitio de Acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996 Estudio Geológico

Estudio geológico regional y local para obtener la descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución.

#### Estudios hidrogeológicos

Se identificaron evidencias y uso del agua subterránea, el tipo de acuífero, las unidades hidrogeológicas, extensión y geometría, para lo cual se realizaron 20 pruebas para determinar la capacidad de infiltración y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del estrato superficial del suelo

#### Estudio Geofísico

Se realizó un levantamiento geofísico de 17 Sondeos Eléctricos Verticales ' SEV y de 11,387 metros de perfiles con mediciones electromagnéticas de muy baja frecuencia (' VLF por sus siglas en inglés)

#### Estudio Hidrológico

Se identificó la distancia a cuerpos de agua y caudales perenes y la dirección de escurrimientos en base a observaciones de campo y la topografía reportada por el INEGI, así como los resultados del levantamiento topográfico del área donde se planea construir la celda y que nos fueron amablemente facilitados por la empresa RUST de México. Si fuera necesario un trabajo de mayor resolución en otras áreas del predio, sería necesario un levantamiento topográfico de las áreas de interés.

#### Identificación y Estimación de Bancos de Material

Se identificaron algunos posibles bancos de material para el relleno y se realizó el muestreo y caracterización de los mismos.

### **c) Pruebas De Tratabilidad**

#### Caracterización microbiana presente en los residuos.

Se obtuvieron muestras del suelo contaminado con tortas de carbón y vats para usarlas como fuente potencial de los microorganismos biotransformadores de azufre, y así evaluar el proceso de transformación de azufre en las muestras.

#### Pruebas de tratabilidad de residuos a nivel de laboratorio.

Se simularon y evaluaron diferentes sistemas de tratamiento en el laboratorio sobre el proceso de mezclado de los residuos antes de ser depositados en la celda de confinamiento, a los que se les dio seguimiento a través del pH de sus lixiviados. Se calculó teóricamente la cantidad de hidróxido de calcio necesaria para neutralizar el 100% del valor máximo de acidez presente en cada uno de los residuos.

Se estimó la cantidad teórica de hidróxido de calcio necesaria para efectuar la neutralización de la acidez en campo con base a las densidades promedio y los volúmenes de los residuos.

#### Pruebas en campo de resistencia de cubierta vegetal.

Se realizaron pruebas de crecimiento de flora natural a condiciones ambientales de la ciudad de Jáltipan con el fin de demostrar si la cubierta final de la celda de confinamiento puede cubrirse con plantas nativas a fin de evitar la erosión natural.

### **3. Resultados**

Los resultados respecto a la peligrosidad del material contaminante así como su distribución lateral y vertical dentro del predio son los siguientes:

- La caracterización CRETIB de los residuos identificados como Torta de Carbón y Zona de Vats resultaron peligrosos por corrosividad considerando el resultado del pH igual a 1.35 y 1.83 respectivamente. Estos resultados se consideran peligrosos por estar debajo de 2.0, límite mínimo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 [3].

- En algunas de las muestras de agua y sedimentos obtenidas de las lagunas y presas que existían en el predio durante la campaña de muestreo, se detectó presencia de metales pesados a niveles de trazas, presentando en la mayoría de los casos niveles por debajo de los límites de detección.
- Los resultados del muestreo extensivo de suelos (1 muestra por Ha) indican que éstos tienen en promedio un pH de 7.4 y permiten delimitar las áreas impactadas con materiales azufrosos que fueron detectadas ya sea por el muestreo de los derrames y/o por medio de la clasificación de la imagen de satélite.
- Durante la evaluación se encontraron algunas áreas impactadas por hidrocarburos provenientes del domo salino, que emergieron a través de pozos que no fueron clausurados una vez que terminó la explotación de azufre. Dichas áreas deben ser remediadas conforme a metodologías específicas para hidrocarburos.



FIGURA 3. Pozo abandonado con emanaciones de hidrocarburos y

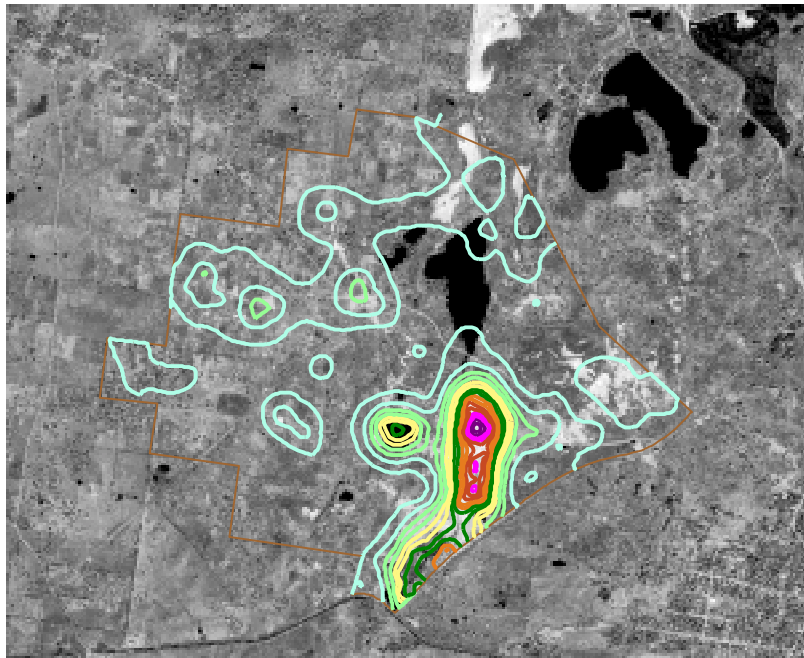


Figura 4. Distribución de concentraciones de acidez [mg/Kg CaCO<sub>3</sub>]

- La cuantificación del volumen del material a tratar / disponer conforme a sus propiedades de peligrosidad se realizó para 2 límites diferentes de acidez (acidez>100 y acidez>200), excepto en la torta, ya que en ella se realizó una estimación a todo el material que la compone dada su peligrosidad por inflamación espontánea.
- Se presentaron los volúmenes correspondientes a ambos límites de acidez ya que en este caso corresponde a las autoridades ambientales decidir cual es el límite objetivo que debe cumplirse con la remediación del sitio, teniendo esto un impacto considerable en el volumen a confinar / remediar como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2. Estimación de volúmenes a confinar/remediar.**

	Volumen [ m3]	
	acidez> 100	acidez > 200
<b>Torta**</b>	309,593.49	309,593.49
<b>Vats</b>	273,024.60	272,234.89
<b>Derrames (Z-III)</b>	159,913.88	47,170.88
<b>Derrames (Z-IV)</b>	33,247.30	3,609.70
<b>Derrames (Z-V)</b>	33,300.82	208.72
<b>Derrames (Z-VI)</b>	107,891.73	12,818.33
<b>Derrames (Z-VII)</b>	108,675.63	28,744.33
<b>Derrames (Z-VIII)</b>	60,413.36	15,495.96
	<b>1,086,060.82</b>	<b>689,876.31</b>

\*\* se utilizó el volumen del 100% del material

Los resultados del análisis del cumplimiento de la NOM-ECOL-083-1996 [1]

- Se evaluó el área aledaña a la denominada planta de ácido respecto al cumplimiento de los parámetros establecidos en la norma oficial mexicana. Se realizó la evaluación con base a la normatividad de residuos municipales en lugar de la normatividad de residuos peligrosos (NOM-ECOL-055-1993 [3]) debido a que ésta quedaría descartada de antemano por la cercanía a la ciudad de Jáltipan y al clima imperante en la región entre otras cosas. Se propuso la evaluación respecto a la NOM-ECOL-083-1996 [1] suponiendo que se encontraría una forma de neutralizar la peligrosidad de los residuos y construir la celda de confinamiento de acuerdo a estándares para residuos industriales no peligrosos. Los resultados condensados de esta evaluación se presentan en la siguiente tabla 3.
- El factor de tránsito de infiltración, se calculó con base al coeficiente de permeabilidad medido en la superficie (1m) en diversos puntos. Los resultados obtenidos para el factor de tránsito de infiltración fluctúan entre  $9.37 \times 10^{-9}$  [ $\text{seg}^{-1}$ ] y  $2.29 \times 10^{-10}$  [ $\text{seg}^{-1}$ ] lo que es una diferencia mínima debajo del límite estipulado por la norma ( $3 \times 10^{-10}$  [ $\text{seg}^{-1}$ ]). Sin embargo, es de presuponerse que dicho coeficiente de permeabilidad disminuya con la profundidad, lo cual aumentaría el factor de tránsito de infiltración.

Tabla 3. Evaluación de la zona de la “planta de ácido” según el cumplimiento de la Norma NOM-083-ECOL-1996

Especificaciones	Si Cumple	No Cumple
Punto 3.2.1.1.1 distancia mínima a aeropuerto.	X	
Punto 3.2.1.1.2 derechos de vías de comunicación.	X	
Punto 3.2.1.1.3 sobre áreas naturales protegidas.	X	
Punto 3.2.1.1.4 derechos de vía de obras públicas federales (oleoductos, etc.).	X	
Punto 3.2.1.1.5 distancia mínima a poblaciones.	X	
Punto 3.2.1.2 sobre localidades con una población de hasta 50,000 habitantes.	NA	
Punto 3.2.2.1 sobre zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años.	X	
Punto 3.2..2.2 sobre zonas de pantanos, marismas o similares.	X	
Punto 3.2.2.3 respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo.	X	
Punto 3.2.3.1 60m de distancia mínima de falla activa.	X	
Punto 3.2.3.2 sobre taludes inestables.	X	
Punto 3.2.3.3 evitar zonas de asentamientos diferenciales.	X	
Punto 3.2.4.1 sobre materiales fracturados.	NA	
Punto 3.2.4.2 sobre el factor de tránsito de infiltración.		X
Punto 3.2.4.3 respecto a pozos de extracción de agua.	X	

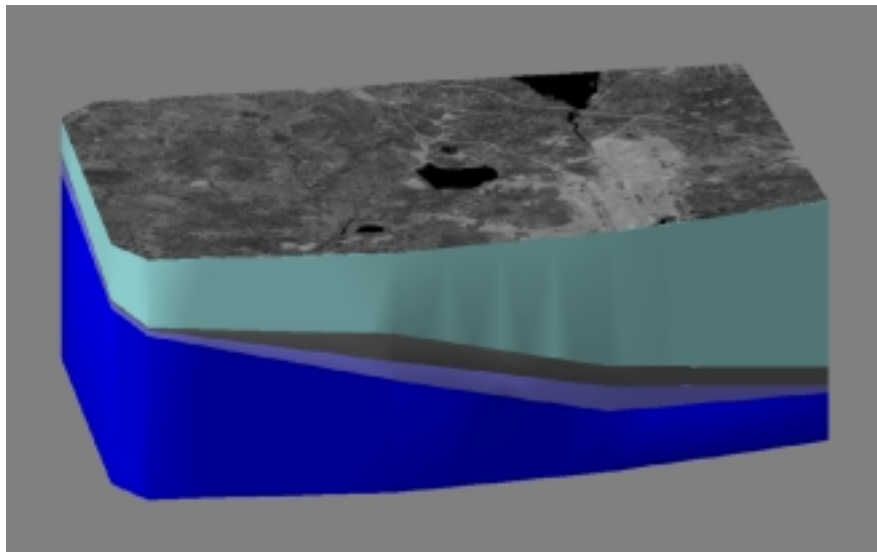


FIGURA 4. Modelo Tridimensional Estratigráfico del Area de Interés Destinado para Confinamiento

Respecto a las pruebas de tratabilidad se encontró que:

- La cubierta vegetal de gramíneas presentó, durante el tiempo del experimento, resistencia a los efectos ácidos de los residuos que subyacían directamente debajo de la capa de suelo que dio soporte a la cubierta vegetal, tratando de simular el peor escenario posible que no existiera un 'liner' protector entre la capa de suelo y la de residuo (ya sea que esto sucediera por ruptura o por diseño).
- Las pruebas de tratabilidad química de residuos demostraron que la arcilla actúa como amortiguador del pH en los sistemas de tratamiento. Se recomienda utilizar un 30% del agente neutralizante (hidróxido de calcio) total determinado para el volumen de suelo a tratar como factor preventivo.
- La cantidad total teórica requerida de hidróxido de calcio es de 295 ton, las cuales corresponden a 122, 104 y 69 ton de hidróxido de calcio para la torta de carbón, la zona de vats y la zona de derrames respectivamente. Por lo tanto la cantidad total requerida de hidróxido de calcio es de 98 toneladas.
- Los resultados de las pruebas microbiológicas indican que el alto contenido de azufre produce una reducción en el pH del suelo lo que inhibe el desarrollo de la actividad microbiana. Por lo tanto, la degradación microbiana como un procedimiento para transformar el 100% de azufre en la zona no es una alternativa de restauración del sitio.

#### 4. Conclusiones

El residuo es peligroso debido a su acidez, por lo que neutralizándolo o encapsulándolo en material con propiedades básicas, puede reducir / eliminar su peligrosidad. La concentración total de metales pesados en los residuos y en sus lixiviados fue a nivel de trazas, por lo que se considera que su presencia es poco significativa.

Se recomienda utilizar como criterio para el monitoreo de la restauración al pH por su facilidad de medición. Para la validación final del tratamiento se recomienda analizar caracterización CRETI en las zonas de torta de carbón y vats como garantía de la restauración y análisis de pH y acidez en las zonas de derrames.

Existen 3 áreas que se encuentran impactadas por hidrocarburos que han emanado a la superficie a través de pozos que quedaron abiertos y que deben ser remediadas conforme a metodologías de remediación específicas para hidrocarburos.

El volumen a remediar dependerá fuertemente de los objetivos de limpieza que impongan las autoridades ambientales correspondientes. Sin embargo, de acuerdo a los resultados de las pruebas de lixiviación, de cubierta vegetal y a bibliografía consultada respecto a la tolerancia al ácido de algunas especies de gramíneas, es posible considerar como técnicamente viable la posibilidad de establecer como límite objetivo de remediación una acidez de 200 mg CaCo<sub>3</sub> y/o pH 4. Esto, ya que una vez retirada la fuente principal de contaminación proveniente de la torta, los Vats y los derrames, los procesos naturales se encargarían de neutralizar el suelo impactado (4<pH<6) y sustentar una cubierta vegetal.

El área junto a la planta de ácido propuesto para la construcción de la celda cumple en principio con los puntos establecidos en la NOM-ECOL-083-1996 [1], excepto en el punto 3.2.4.2 referente al factor de tránsito de infiltración que deberá ser  $\leq 3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$  y los resultados obtenidos fluctúan entre  $9.37 \times 10^{-9}$  y  $2.29 \times 10^{-10}$  lo que es una diferencia mínima. Es de suponerse que la permeabilidad disminuya con la profundidad, además que en el proceso de construcción de la celda pueden realizarse obras para aumentar dicho factor, pero en el sentido estricto no cumple. Sin embargo, tomando en consideración que los residuos no presentan características tóxicas por metales pesados y compuestos orgánicos, y que el factor de peligrosidad se debe sólo a su pH, consideramos que es factible el tratamiento de éstos residuos mediante un relleno sanitario aprovechando las propiedades amortiguadoras de pH del suelo natural del predio más una cantidad adicional de hidróxido de calcio como medida preventiva.

Con base a los resultados de las pruebas de lixiviación se propone que el agente neutralizante (98 ton) se aplique directamente sobre la capa de arcilla que protege al liner inferior de la celda de confinamiento.

#### 5. Referencias

[1] NOM-ECOL-083-1996, Norma oficial mexicana que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales. Diario Oficial de la Federación, fecha de publicación, 25 de noviembre 1996

[2] NOM-ECOL-052-1993, Norma oficial mexicana, que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.(antes NOM-CRP-001-ECOL/1993). Diario Oficial de la Federación

[3] NOM-ECOL-055-1993, Norma oficial mexicana, que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radiactivos. Diario Oficial de la Federación, fecha de publicación 22 de octubre de 1993,



**ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL WASTEWATER HIEARCHY METHODOLOGY A " SOFT DRINK BOTTLING CASE STUDY"** Dr. Belzahet Treviño Arjona, Centro de Estudios del Agua, Campus monterrey, ITESM, Dr. Enrique Cazares Rivera, Centro de Estudios del Agua, Campus monterrey, ITESM and M.S. Carlos Pacheco, Centro de Estudios del Agua, Campus monterrey, ITESM

Industrial facilities all over the world are always facing the challenge to become a zero wastewater discharge industry or at least a compliance facility. In the process to become either a zero discharge or a compliance facility is always very important to determine which wastewater effluents are the most important ones, based on economic and environmental criteria. Some countries with low water cost disregard the economical value of water and grade their wastewater effluents based on the environmental regulatory parameters. On the other side other countries with high water cost and low environmental regulations grade their wastewaters based on the cost. At the present time most countries are facing the challenge to grade their wastewaters based on both environmental and economical criteria. The present study had the objective to develop a methodology to grade wastewater effluents from a process based on environmental and economical criteria. The soft drink industry is a typical wastewater effluent generator with a large number of water discharges all over the process, specially those that reuse returnable glass bottles, making it very difficult to decide which wastewater should be reduce, recycle, treated or disposed. Soft drink glass bottling starts with the bottle washing process producing a clean bottle ready to be fill. The soft drink (soda) process starts with the syrup production mixing sugar and soft water, the syrup is then mix with the flavor concentrate to produce the soda drink, the soda drink is injected into the clean bottle along with carbon dioxide. During the soft drink bottling process many wastewater effluents are produced directly and indirectly. The wastewater effluents have different flow rates, composition and cost. The main purpose from this paper is process all the information from all de wastewater effluents and identify the importance of each effluent with respect to each other.

## Visual Simulation of Hydraulic Erosion

Bedrich Benes  
Rafael Forsbach

ITESM Campus Ciudad de Mexico  
Department of Computer Science  
Tel: +52 54 83 21 80  
Fax: 52 54 83 21 63  
ZIP code & City/Town: 014380 Mexico D.F.  
Country: Mexico

beda@campus.ccm.itesm.mx  
<http://paginas.ccm.itesm.mx/~beda>

### Abstract

New algorithm for hydraulic terrain erosion is introduced. The main goal of the paper is to provide technique that is based on physics and allows for high level of control. We divided the erosion process into four independent steps that can be applied independently to achieve high level of realism. The erosion algorithm is based on the ability of water to dissolve material that is then transported to another locations. Because of the evaporation the sediment capacity of water volume is exceeded and the material is deposited. This kind of material transport significantly influences the terrain morphology. The algorithm has wide area of applications; we describe here water sources, drying up the plashes, as well as fictive rain on the surface of Mars.

Keywords: physics-based modeling, erosion processes, weathering, visual simulation

This paper has been presented at International Conferences in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision and in the Journal of WSCG 2002 pages 79--86.

# EFFECTO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN EL ESCURRIMIENTO EN LA SUBCUENCA 24Bf "MONTERREY", APLICANDO UN SIG

María Erendira Murillo, D. Fabián Lozano, Martín Bremer y V. Hugo Guerra Cobián

Han habido ocasiones excepcionales en las que han penetrado huracanes en el estado de Nuevo León -específicamente en la ciudad de Monterrey-, causando avenidas repentinas del río Santa Catarina y daños en diferentes formas. Por tal motivo es importante estudiar las condiciones fisiográficas de la subcuenca del río Santa Catarina y así predecir las avenidas de agua causadas por las lluvias, para tomar medidas preventivas de modo que se eviten daños como los que se han suscitado a través de la historia del desarrollo de Monterrey. La metodología empleada se basa en el uso de un SIG para construir un Modelo Hidrológico que incluya la descripción morfológica de la subcuenca en estudio, así como el cálculo de los caudales máximos en diferentes periodos (1975 y 1995), y finalmente el análisis de los cambios de uso de suelo en 20 años y su efecto en el escurrimiento. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran un incremento de un poco más del 10% (524 m<sup>3</sup>/seg) en 20 años. La vegetación en ese lapso de tiempo cambió debido a diferentes factores de disturbio, como incendios, tala inmoderada, agricultura y ganadería, entre otros. La vegetación primaria -y por consiguiente con mayor capacidad de captación de agua- (como bosques y matorral submontano), está siendo sustituida por vegetación indicadora de disturbio o secundaria (como chaparral), o simplemente por vegetación con menores requerimientos de humedad o en el peor de los casos por suelo desnudo. En su conjunto, estos cambios están causando un aumento en el escurrimiento que provoca la erosión de la superficie del suelo y el acarreo de sedimentos..

**Palabras clave: Hidrología, SIG´s, Escurrimientos, Inundaciones**

## 1. Introducción

De acuerdo con González [1], la región de Monterrey se encuentra sujeta, por su cercanía al mar, a las perturbaciones que aparecen en el Golfo de México, ondas del este muy comunes en verano y perturbaciones ciclónicas tropicales, por lo que la lluvia ocurre en mayor cantidad en los meses en que se presentan estos fenómenos, de mayo a octubre, y tienen una media máxima en la primera quincena del mes de septiembre.

Generalmente estos fenómenos no alcanzan a llegar a esta región como tales, con todas sus características -magnitud de vientos, baja extrema de presión atmosférica, intensidad de la precipitación, etc., sino que producen lluvias frontales muy copiosas y chubascos. Se nota también otra débil cresta que se desliza entre mayo y junio, mucho menor que la primera. Las lluvias de los restantes meses se generan por fenómenos frontales u orográficos. Este régimen de precipitación genera las condiciones propicias para la ocurrencia de inundaciones producidas por avenidas repentinas en la ciudad de Monterrey. Han habido ocasiones excepcionales en que los huracanes han penetrado en el estado de

---

M. en C. Erendira Murillo y Dr. Fabián Lozano, Laboratorio de Sistemas de Información Georreferenciada, Centro de Calidad Ambiental, ITESM  
Dr. Martín Bremer;, Laboratorio de Geofísica Ambiental, Centro de Calidad Ambiental, ITESM  
M. en C. V. Hugo Guerra Cobián, Instituto de Ingeniería, UANL.

Nuevo León. De acuerdo a González [2], “Los huracanes del 10 y 25 de agosto de 1909, septiembre 5 de 1933 y agosto 28 de 1938 cruzaron la plataforma continental, ocasionando inundaciones en Monterrey por el desbordamiento del río Santa Catarina, y pudieron conservar su fuerza hasta el estado de Coahuila, donde declinaron”. Sánchez y Zaragoza [3] describen detalladamente los sucesos del huracán de 1909 y mencionan que hubo 3000 víctimas. También se tienen registros de huracanes más recientes en Monterrey, como el Beulah, que se presentó del 19 al 25 de septiembre de 1967, el Gilberto del 17 al 18 de septiembre de 1988, y la tormenta tropical Gabrielle el 13 de agosto de 1995.

El papel fundamental que desempeña la vegetación (principalmente los bosques) sobre el escurrimiento es el de modificar la forma en que las aguas acceden a los cauces, disminuyendo drásticamente las aportaciones de superficie y aumentando correspondientemente las subterráneas, conjugándose los siguientes factores para conseguir este efecto [4]:

- a) La mayor capacidad de infiltración de que dotan a los suelos
- b) La intercepción de la precipitación,
- c) La mayor rugosidad de la superficie,
- d) La transpiración de las plantas,
- e) La gran capacidad de absorción de agua de las cubiertas de restos vegetales y húmicas.

A nivel local, otra consecuencia del máximo interés en el bosque del control de los escurrimientos superficiales consiste en la posibilidad de reducir los caudales originados por los fuertes aguaceros que, con cierta frecuencia, son causa de fuertes avenidas en Monterrey.

Los SIG's y la Hidrología se basan en principios fundamentales muy diferentes; sin embargo, existe un vínculo entre los dos. Los SIG's describen el medio ambiente, mientras la Hidrología describe cómo el ambiente afecta el flujo de agua a través del ciclo hidrológico. Un objetivo fundamental en la Hidrología Espacial es el uso de los datos espaciales y funciones de los SIG's, a fin de ayudar a generar nuevas ideas y estrategias para solucionar problemas dentro de la Hidrología.

El objetivo de este trabajo fue el estudiar el efecto que produce el cambio de uso de suelo en el escurrimiento en la subcuenca 24Bf “Monterrey” mediante un sistema de Información Geográfica; contruyendo “Modelo Hidrológico” basado en un modelo de elevación digital, determinando las características morfométricas de la subcuenca. Se contruyen curvas de Intensidad-Duración-Período de Retorno (I-D-Tr) a partir de precipitaciones máximas obtenidas de las estaciones climatológicas. Además, se determinó la distribución espacial de la intensidad de la precipitación mediante una interpolación de los datos, aplicando el método de distancias inversas cuadradas (IDW), lo que permitió estimar el caudal máximo a partir de datos de uso de suelo de las cartas de INEGI de 1975 y la clasificación de la imagen Landsat de 1995 [5], para establecer la relación entre el aumento en el escurrimiento y los cambios producidos en la vegetación en este período de tiempo

## **2. Metodología**

### **Área de Estudio**

El área de estudio forma parte de la cuenca B Río Bravo-San Juan, subcuenca f (Río Santa Catarina), dentro de la región hidrológica RH-24 del río Bravo, ocupando un área de 1128.84 km<sup>2</sup>, aproximadamente. Varios municipios del estado de Nuevo León forman parte de la subcuenca, y son Santa Catarina, San Pedro Garza García, Santiago, Garza García, Allende y Monterrey. Del estado de Coahuila están incluidos los municipios de Saltillo y Ramos Arzipe. Se encuentra en la provincia de la Sierra Madre Oriental, constituida por una serie de plegamientos con dirección Norte-Noroeste a Sur-Sureste, los cuales sufren una flexión hacia Oeste-Suroeste de Monterrey, Nuevo León. En ella dominan las capas plegadas de calizas y lutitas, con prominentes ejes estructurales de anticlinales y sinclinales. La región flexionada que se encuentra al este de Saltillo y al sur de Monterrey, se conoce como anticlinorio de Arteaga [6]

En términos generales puede decirse que hay dos formas fundamentales de paisaje vegetal que compiten por un claro predominio: los bosques y los matorrales. En el primer caso dominan los de pino, y en el segundo, los matorrales desértico rosetófilo y submontano, y el chaparral [6]. Según la clasificación de suelos de la FAO-UNESCO modificada por Cetenal, se distingue para la zona de estudio las siguientes unidades de suelo [7]: Litosol, Rendzina, Regosol, Feozem, Vertisol, Fluvisol, Castañozem, Xerosol.

## Materiales y Métodos

La información necesaria para alimentar el modelo es:

- Precipitaciones máximas en 24 horas de cada una de las estaciones climatológicas (información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional Río Bravo en Monterrey, y Gerencia Coahuila en Saltillo).
- Cartas de INEGI de 1975 :G14c24, G14c25, G14c26, G14c34, G14c35, G14c36, escala 1:50,000 de edafología y uso de suelo.
- Tipos de vegetación actualizado para 1995 a partir de la clasificación de datos de satélite [5].
- Modelo Digital de Elevación de INEGI, representando cada celda un área de 50X50 metros.

El modelo Hidrológico se construyó de acuerdo a la metodología propuesta ESRI [8], y Maidment, [9]. Lo que involucra la construcción de un DEM a partir de los datos de curvas de nivel; el cálculo de la dirección del flujo; la identificación y (en su caso) eliminación de depresiones; el cálculo de la acumulación del flujo; la construcción de la red de drenaje; la delimitación de las cuencas y subcuencas y la jerarquización de los escurrimientos.

Se calcularon las curvas de Intensidad-Duración-Periodo de Retorno (curvas I-D-Tr) de acuerdo al procedimiento descrito por Guerra [10]. El período de retorno se estableció en 20 años, debido al análisis efectuado en los eventos extraordinarios que se han presentado en la región en los últimos años (comunicación personal de D. Treviño, CNA, Gerencia Regional Río Bravo, 2000).

Se utilizó la metodología de Cheng-Lung Chen [11] para el cálculo de alturas de precipitación mayores o iguales a diez años de período de retorno, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$P_t^{Tr} = \frac{a * P_{60}^{10} * \log(10^{2-F} * T_r^{F-1}) * t}{60 * (t+b)^c}$$

donde:

$P_t^{Tr}$  = Altura de la precipitación en mm, para un período de retorno  $T_r$  y duración de la tormenta "t"

$T_r$  = Período de retorno en años

t = Duración de la tormenta en minutos

a, b, c = Parámetros regionales en función de cociente lluvia-duración R, que son a = 21.2861, b = 6.6421, c = 0.7, estimados por el Dr. Daniel F. Campos Aranda.

$P_{60}^{10}$  = Altura de la precipitación en mm para un  $T_r$  de 10 años y una duración de 60 minutos:

F = Cociente de lluvia-período de retorno

La lluvia se presenta en función del tiempo, así que la intensidad de la lluvia es directamente proporcional a la altura de la precipitación e inversamente proporcional al tiempo, por lo cual se define la intensidad de la lluvia "I" en mm/hr en la relación:

$$I_t^{Tr} = P_t^{Tr} / t'$$

donde:

$I_t^{Tr}$  = Intensidad de la lluvia en mm/hora, período de retorno ( $T_r$ ) en años y una duración t' en horas

$P_t^{Tr}$  = Altura de la precipitación en mm, período de retorno (Tr) en años y una duración de la tormenta "t"  
 $t'$  = Duración de la tormenta en horas

Una vez calculada la intensidad de la precipitación para cada una de las estaciones climatológicas analizadas, se procedió a interpolar los datos espacialmente mediante el método de Promedio de distancias inversas.

El caudal máximo Q se estima a partir de la ecuación

$$Q(\text{m}^3/\text{seg}) = C * I * A * K$$

Siendo:

I: intensidad de la lluvia (mm/hr)

C: coeficiente de escurrimiento (%)

A= área de la celda en  $\text{km}^2$ , es decir, 2500  $\text{m}^2$  equivale a 0.0025  $\text{km}^2$

K= Coeficiente de ajuste 0.278, si A está en  $\text{km}^2$

Para determinar los cambios de los diferentes tipos de vegetación por unidad de área, se utilizó el Índice de Transformación:

$$IT = \frac{\text{diferencia (has) 1975-1995}}{20 \text{ (años)}}$$

### 3. Resultados

La dirección de los escurrimientos determinada por la pendiente se muestra en la Figura 1. La complejidad del área es obvia; sin embargo, hay características fácilmente distinguibles. Por ejemplo, en las sierras los parteaguas definen las principales direcciones de escurrimiento, que son Norte-Noreste y Sur-Suroeste. Así, se empiezan a trazar las rutas por donde el agua transita hasta llegar al punto de acumulación en los cauces. En este paso se obtuvo la definición de los cauces principales y la desembocadura, que es el Cañón de la Huasteca.

Una cuenca está definida como el área superficial de donde proviene el agua de lluvia acumulada en una tormenta y que se vierte en la desembocadura; está formada por varias subcuencas, cada una con su desembocadura [12]. En este caso, los parteaguas de las sierras marcan los límites entre ellas. Con la delimitación de las subcuencas (Figura 2), se obtiene también los datos de área y perímetro de cada subcuenca siendo las marcadas con los números 7, 9, 12 y 14 las de mayor dimensión.

El área de estudio tiene un patrón de drenaje dendrítico, caracterizado por numerosos y pequeños tributarios que se unen en ángulo recto a arroyos de mayor jerarquía, formando eventualmente los ríos más grandes. La red de drenaje, así como la definición de los órdenes de corriente, se muestran en la Figura 3. Una comparación visual con la imagen Landsat TM muestra en general una alta precisión en el trazado de las líneas, así como en la ubicación de las desembocaduras de cada subcuenca. Sin embargo se encontraron áreas muy pequeñas donde las líneas se interrumpen y posteriormente siguen su ruta normal, y esto se debe a que el Modelo Digital de Elevación está compuesto por varias imágenes unidas, pero estas uniones no son perfectas y generan imprecisiones en el resultado. Se utilizó el método de Strahler para jerarquizar los órdenes de corriente, en donde la longitud de cada corriente es indicada por su orden [12].

Se obtuvieron los datos por estación climatológica (proporcionados por CNA) y se preparó una gráfica del comportamiento de la lluvia a través del tiempo. Los registros máximos concuerdan con la presencia de ciclones en el estado -ya sea con nivel de tormenta tropical, depresión tropical o huracán de cualquier categoría. El registro máximo se presentó en 1988, con el huracán Gilberto.

Algunos problemas de planeación y diseño hidrológico sólo requieren la estimación del volumen de precipitación. Sin embargo, para propósitos de análisis y diseño hidrológico se requiere obtener la distribución de la lluvia a través del tiempo. Esto es llamado un Hidrograma [12]. Las siguientes tres

características son muy importantes en el análisis y diseño hidrológico: Duración, la longitud de tiempo en que ocurre la lluvia; Volumen, la cantidad de precipitación durante la tormenta; Frecuencia, la ocurrencia de eventos que tienen el mismo volumen y duración. Está asociada a un período de retorno, que es la longitud de tiempo promedio entre eventos que tienen la misma altura y duración; Intensidad: Tasa temporal de la precipitación; es decir, profundidad por unidad de tiempo [13]. Con estas características determinadas se construye un hidrograma de curvas altura-duración-período de retorno, así como de intensidad-duración-período de retorno, que representan una lluvia o tormenta de diseño específica para una zona; en este caso, la subcuenca. Se construyeron curvas I-D-Tr para cada una de las estaciones climatológicas (Figuras 4 y 5) utilizando un período de retorno único de 20 años, ya que es el período estimado para huracanes de categoría similar al Gilberto para el estado de Nuevo León (comunicación personal del Ing. Doroteo Treviño, Unidad de Hidrometeorología, CNA-Gerencia Regional Río Bravo), que son los que producen escurrimientos de grandes proporciones en la cuenca.

En las gráficas anteriores se puede observar que la altura de la precipitación aumenta a medida que transcurre el tiempo; lo contrario sucede con la intensidad, que disminuye hasta llegar al último intervalo. Este es un comportamiento común en las tormentas de diseño. Las demás estaciones presentan el mismo patrón gráfico. En el *mapa de estaciones* se integraron las intensidades de precipitación durante los primeros 5 minutos y se interpolaron los datos. Las subcuencas que mayor intensidad de lluvia presentan son la 14, 21, 23, y 26; y en menor proporción, la 3, 4, 5, 6, 8 y 13. Los valores de las demás son muy bajos en proporción. Esto se debe a que las precipitaciones producidas por las tormentas de verano provenientes del Golfo de México son detenidas por la Sierra Madre Oriental, disminuyendo su magnitud e intensidad a medida que avanza el meteoro. Así, las mayores intensidades se dan en las subcuencas localizadas al Este, Sureste, Noreste y Norte.

En los mapas de uso del suelo de 1975 y 1995 se observó que, en general, las áreas comprendidas por Bosques y Matorrales ocupan la mayor parte. Las diferencias entre ambos mapas se muestran en la Tabla 1, donde hay una disminución de la vegetación primaria (Bosques y Matorral Submontano) mientras el Chaparral aumenta de manera significativa, lo cual indica un disturbio. El Matorral Desértico Rosetófilo, Pastizal y Zonas Agrícolas no cambian significativamente. Finalmente, el Matorral Desértico Micrófilo presenta un ligero aumento que, en proporción con el área, no es importante. Más adelante se explicarán en profundidad éstos cambios y cómo afectan el escurrimiento. La tendencia general es el cambio de Bosques a Chaparral, de Matorral Submontano a Chaparral, Matorral Desértico Rosetófilo y suelos desnudos, y finalmente de Chaparral a Matorral Desértico Rosetófilo. Esto se debe principalmente a disturbios que provocan que la vegetación primaria, como Bosques y Matorral Submontano, sea sustituida por vegetación secundaria o indicadora de disturbio, como el Chaparral.

Los resultados de la comparación de clasificaciones muestran que se transforman a otro tipo de vegetación 342.9 ha/año de bosque y 372.85 ha/año de matorral submontano, un ritmo bastante acelerado. Las zonas agrícolas también se han incrementado (111 ha/año), así como el matorral desértico rosetófilo (2.35 ha/año) aunque no se compara con los dos primeros. Los valores de chaparral (-353.15 ha/año) y suelos desnudos (-272.9 ha/año) indican que se está incrementando su área de distribución en la zona de manera muy rápida, -especialmente el chaparral- y a un ritmo menor el pastizal (-28.5 ha/año) así como el matorral desértico micrófilo (-172.15 ha/año), concluyéndose que los disturbios antes mencionados, están produciendo este cambio.

El caudal máximo estimado para una subcuenca es el resultado de la suma acumulativa de las subcuencas localizadas aguas arriba que desembocan en ella. Así, el caudal en la subcuenca 3 (la desembocadura final de toda la subcuenca) es el total estimado para el área. Las subcuencas que presentan caudales mayores son las que por su contribución forman parte del cauce principal de la subcuenca G14-7f, y que son la 3, 4, 8, 9, 14, y 23. La subcuenca 6 también presenta un caudal muy grande (Figura 6) aunque no pertenece al cauce principal sino a una ramificación menor, pero este valor se da porque es la suma acumulativa de la subcuenca 7, que ocupa un área mayor que todas las demás, captando una gran cantidad de lluvia y por lo tanto generando escurrimiento en grandes proporciones.

Estos disturbios originan que el coeficiente de escurrimiento se incremente. Para comprobar esta última aseveración se comparó la media de los coeficientes de 1975 y 1995 (Figura 7), y además se

calculó la diferencia entre los coeficientes de escurrimiento (Figuras 8 y 9), donde los valores negativos muestran un incremento del coeficiente. Esto indica que la proporción de la lluvia que escurre por la superficie de la subcuenca se incrementó en ese período de tiempo, aumentando el volumen de las avenidas súbitas. En definitiva, el factor que ayudó a este aumento es el cambio de uso del suelo y la erosión de la superficie del suelo, que favorece escurrimientos de mayores proporciones.

#### 4. Conclusiones

La aplicación adecuada de la Hidrología Espacial puede ser una herramienta poderosa para analizar los escurrimientos causados por lluvias torrenciales, así como los efectos producidos en el ciclo hidrológico por el cambio de uso de suelo. Específicamente se concluye que:

1. Las perturbaciones en la zona como incendios, plagas, desmonte, aprovechamiento forestal, etc., están provocando la disminución en la vegetación primaria (bosques y matorral submontano) y un aumento en la vegetación secundaria (chaparral) así como los suelos desnudos, y como consecuencia la erosión del suelo.
2. El caudal máximo obtenido para 1975 es de 5004 m<sup>3</sup>/seg y para 1995 es de 5528 m<sup>3</sup>/seg. En 20 años hubo un aumento de 524 m<sup>3</sup>/seg, lo que representa el 10.47% de total.
3. Comparando las diferencias entre coeficientes de escurrimiento de 1975 y 1995, se puede observar que el coeficiente aumentó debido estas perturbaciones en un período de 20 años, lo cual provoca el incremento en el caudal máximo total.
4. La definición de las subcuencas, puntos de desembocadura de cada subcuenca, cauces y los rasgos morfológicos en general, coinciden con estudios realizados en 1994 por el departamento de Hidráulica del Instituto de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León, lo que confirma la precisión del Modelo Hidrológico construido.
- 5.

Mediante estudios como el presente, se ayuda a la toma de decisiones sobre el control de avenidas en cuencas perturbadas. Sin embargo, es importante que múltiples disciplinas e instituciones involucradas en el control de avenidas torrenciales aporten ideas, experiencias y soluciones, haciendo énfasis en la restauración de la vegetación como medida a largo plazo.

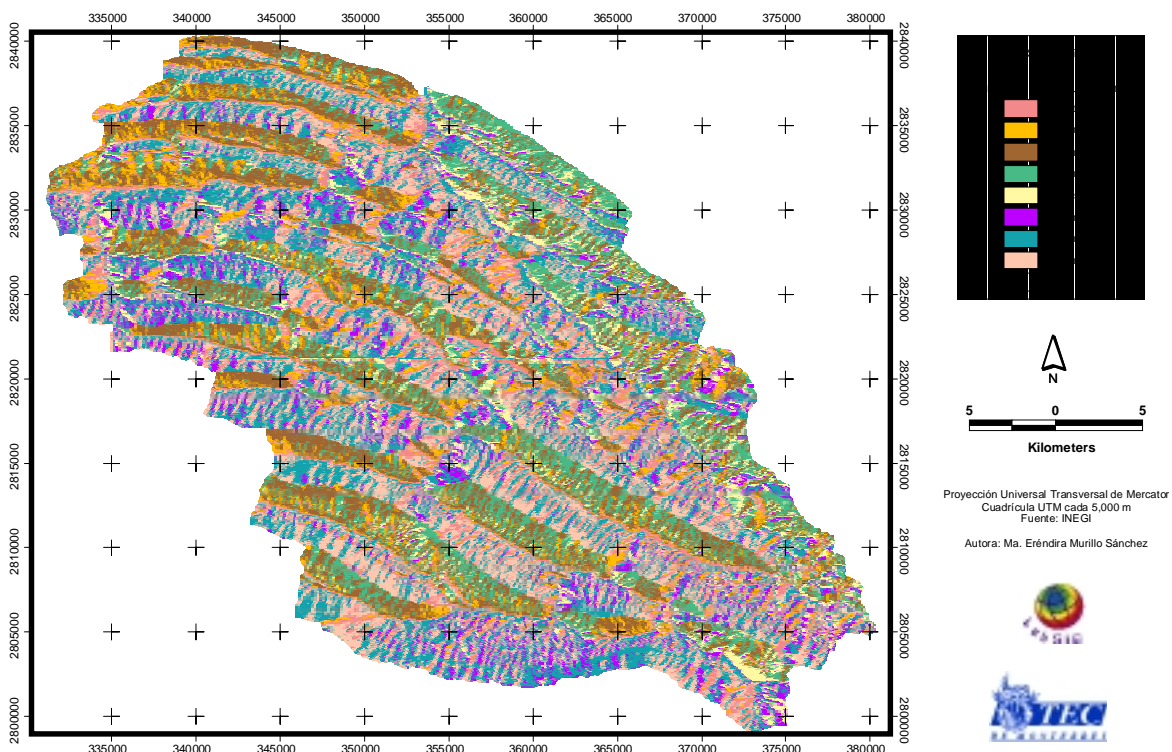


Figura 1. Dirección del escurrimiento de acuerdo al patrón topográfico



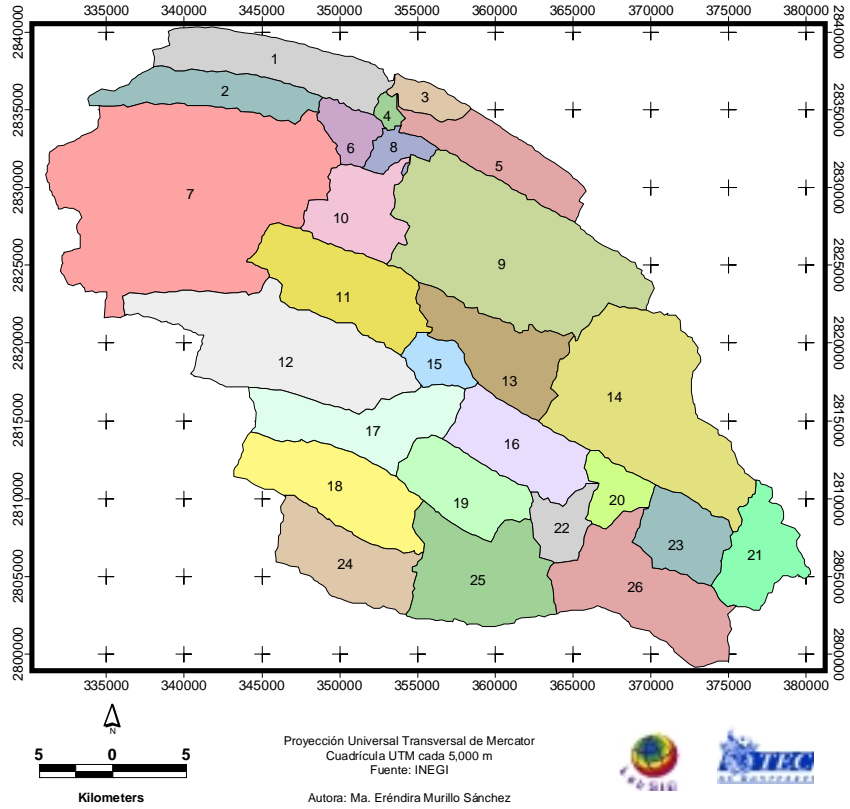


Figura 2. Subcuencas obtenidas, así como perímetro y área de cada una.

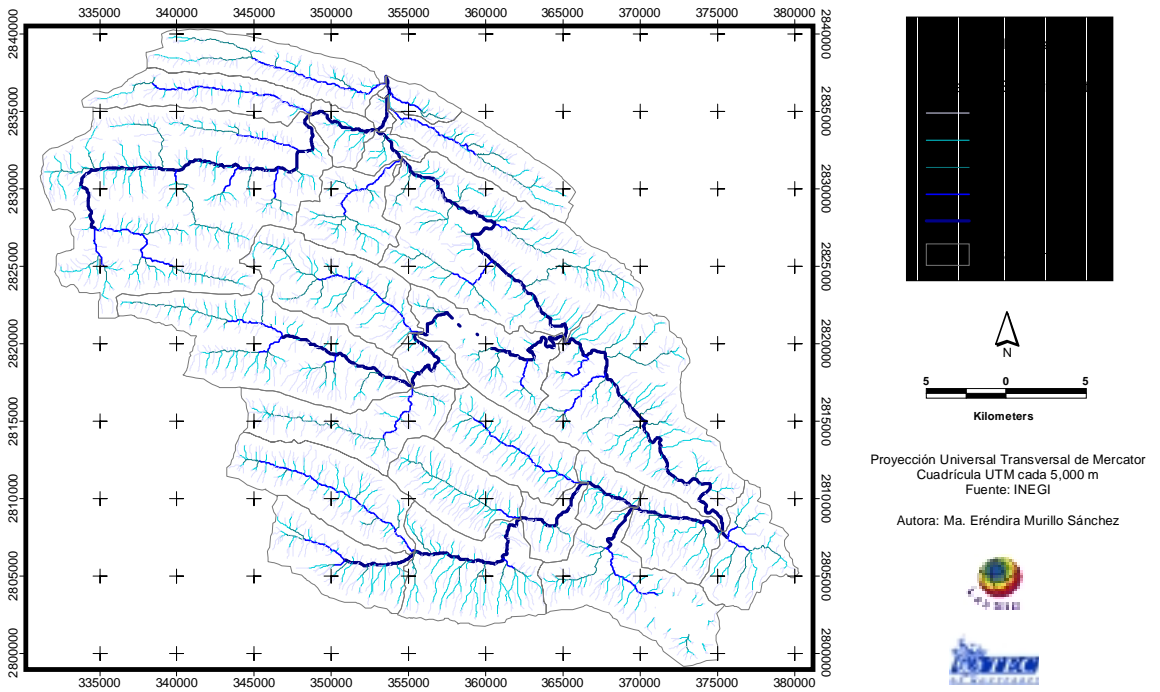


Figura 3. Orden hidrológico de escurrimientos.

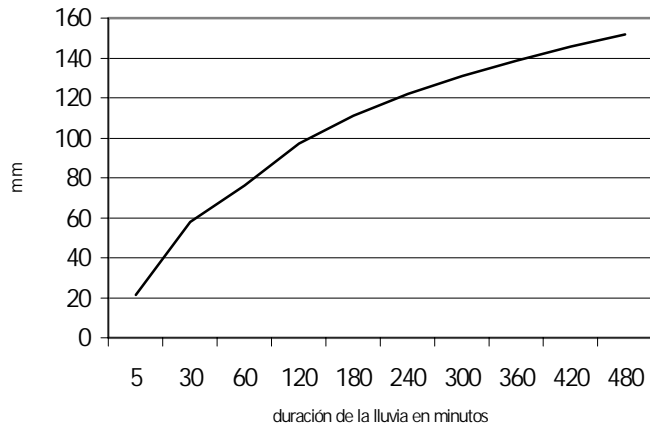


Figura 4. Altura de la precipitación (mm), período de de 20 años. Estación: El Cerrito

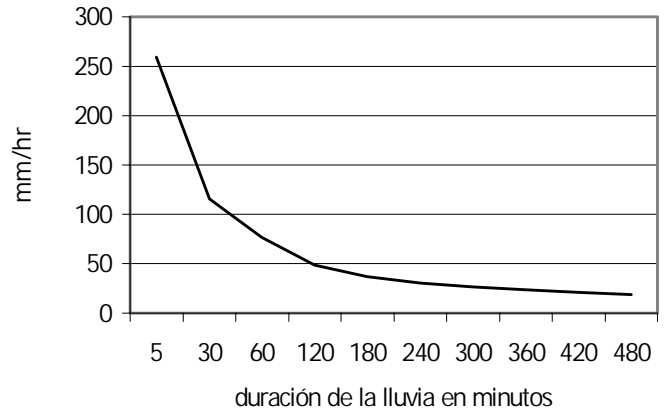


Figura 5. Intensidad de la precipitación (mm/hr), período de retorno de 20 años, Estación El Cerrito

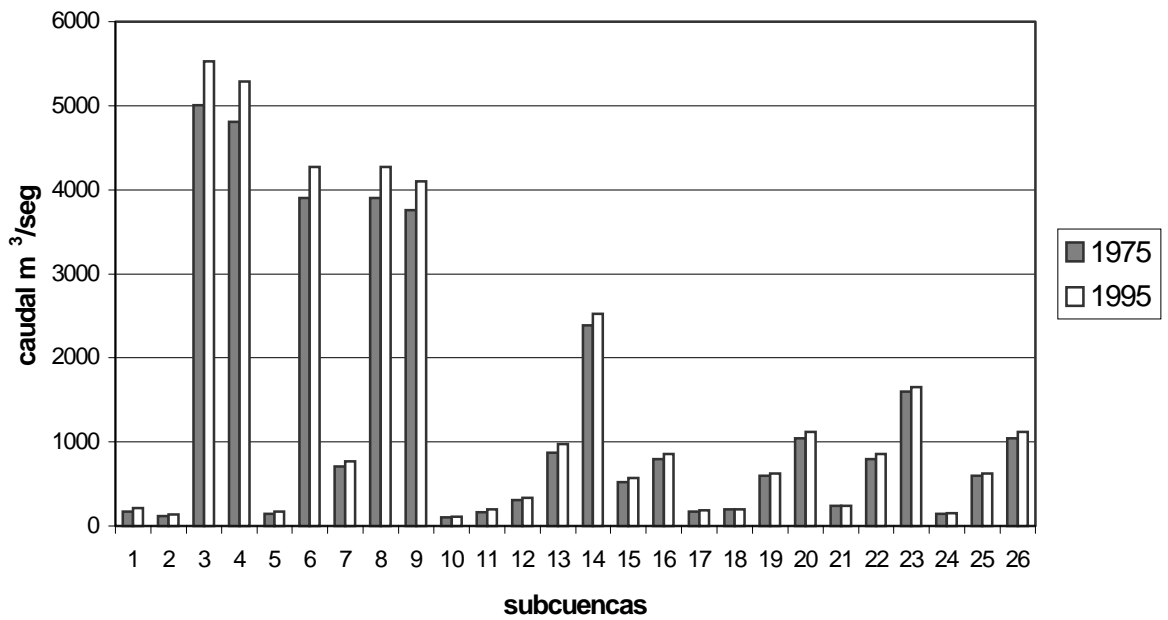


Figura 6. Caudales máximos estimados por subcuenca en 1975 y 1995 para una duración de 5 minutos y un período de retorno de 20 años.

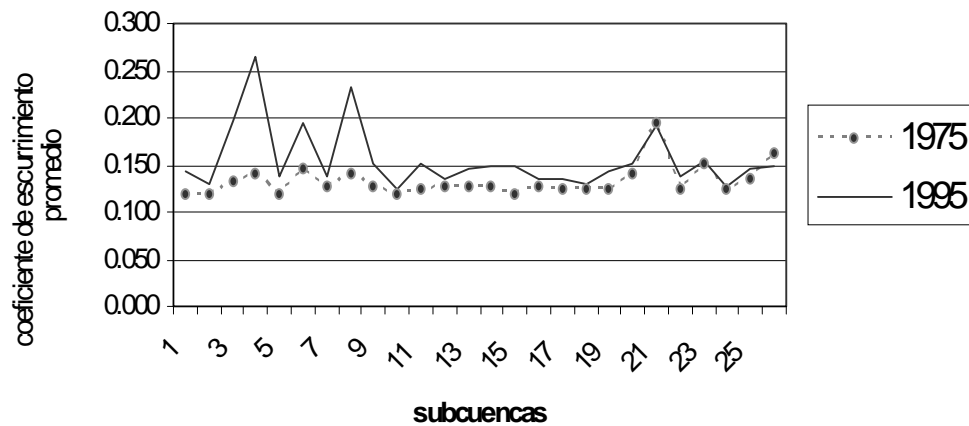


Figura 7. Media de coeficientes de escurrimiento de 1975 y 1995

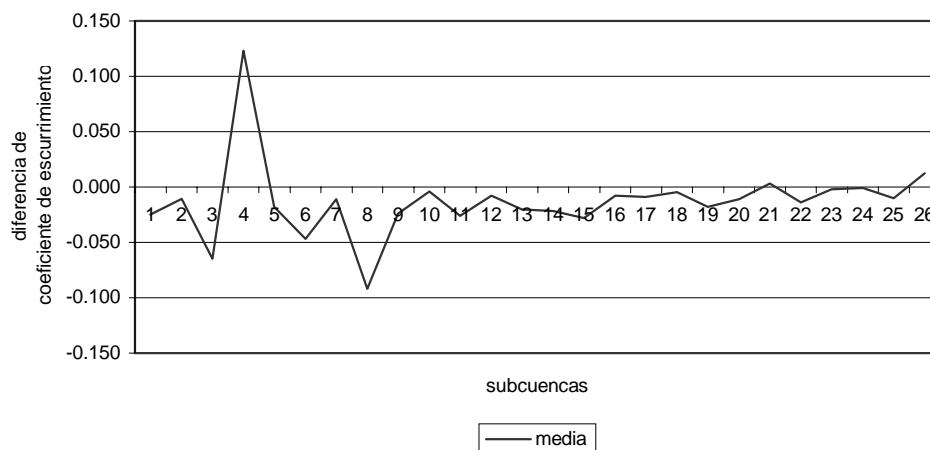


Figura 8. Cambio en el coeficiente de escurrimiento de 1975 a 1995

Tabla 1. Tipos de Uso del suelo en 1975 y 1995

Cobertura del Suelo	1975 Km <sup>2</sup>	%	1995 Km <sup>2</sup>	%	Diferencia
<b>Bosque</b>	501.40	44.42	432.82	38.36	6.06
<b>Chaparral</b>	186.53	16.52	257.16	22.79	-6.27
<b>Matorral Desértico Micrófilo</b>	0.27	0.02	34.70	3.08	-3.06
<b>Matorral Desértico Rosetófilo</b>	114.41	10.13	113.94	10.10	0.03
<b>Matorral Submontano</b>	256.92	22.76	182.35	16.16	6.6
<b>Pastizal</b>	27.59	2.44	33.29	2.95	-0.51
<b>Suelos Desnudos</b>	7.20	0.64	61.78	5.48	-4.84
<b>Zonas Agrícolas</b>	34.55	3.06	12.35	1.09	1.97

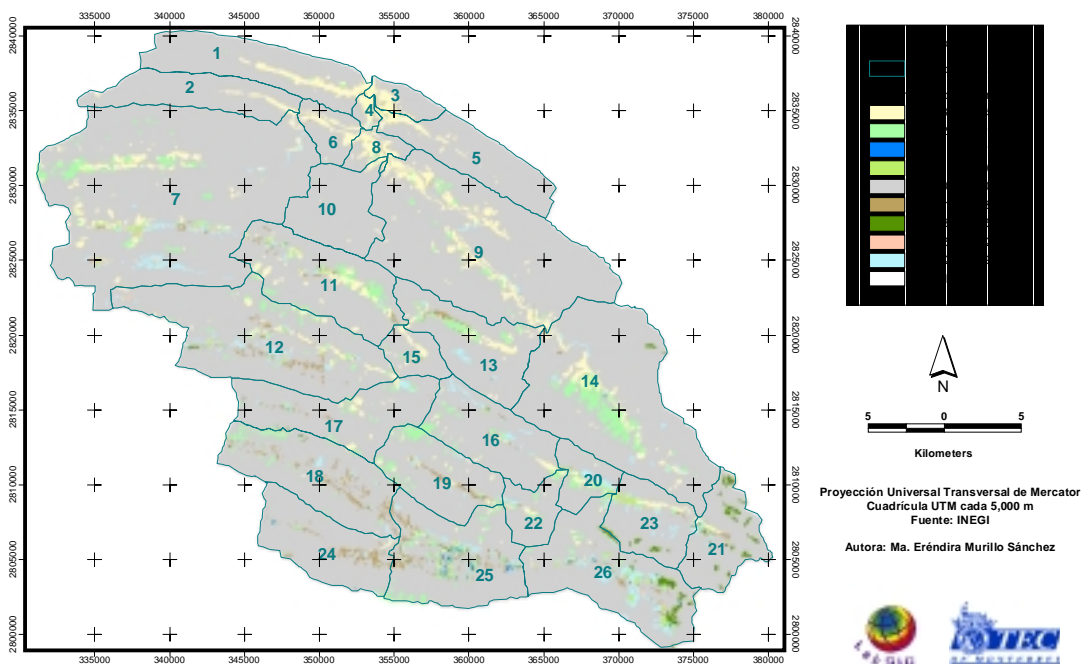


Figura 9. Diferencias entre coeficientes de escurrimiento de 1975 y 1995. Valores positivos indican disminución en el escurrimiento.

## 6. Referencias

- [1] González G. R. 1973. *La lluvia en Monterrey, Nuevo León. Estudio Cronológico y Probabilístico*. Boletín Bimestral de la División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas del I.T.E.S.M. 147:1-7 pp.
- [2] González G.R. 1967. *Los ciclones en el Golfo de México*. Boletín Bimestral de la Escuela de Agricultura y Ganadería del ITESM. 111:1-15 pp.
- [3] Sánchez, O. y A. Zaragoza. 1989. *El Río Fiera, Bramaba*. Cuadernos del Archivo, No.35. Archivo General del Estado. Monterrey, Nuevo León. 125 p.
- [4] TRAGSA, TRAGSATEC Y MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1998. *Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión*. Ingeniería Medioambiental. Ediciones Mundi-Prensa. 2ª Edición. 945 pp.
- [5] Hori Ochoa, Ma. Del C. 1998. *Variabilidad de las Respuestas Espectrales de acuerdo a los cambios Fenológicos de la Vegeación del Anticlinorio de Arteaga, Coahuila y Nuevo León, México*. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México. 136 pp.
- [6] INEGI. 1986. *Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León*. Instituto Nacional de Estadística. Geografía e Informática. México, D.F. 170 pp.
- [7] INEGI, CCFF y USFNS. 1998. Carta de transformación de la cubierta vegetal, escala 1:50,000, de la porción central del estado de Nuevo León. Pp:110.
- [8] ESRI.1992. Cell-based Modeling with GRID 6.1. Supplement: Hydrologic and distance modeling tools. Arc Info user's guide. Environmental Systems Research Institute, Inc. pp: 2-17.
- [9] Maidment, D.R., 1992 a. *Grid-based Computation of Runoff: A Preliminary Assessment*. Hydrologic Engineering Center. US Army Corps of Engineers. Davis, California. Contract DACW05-92-P-1983.
- [10] Guerra, V.H. 1999. *Construcción de Curvas Intensidad-Duración-Período de Retorno a partir de Lluvias Máximas*. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- [11] Chen, C-L. 1983. *Rainfall Intensity-duration-frequency formulas*. Proc.ASCE. Journal of Hydraulic Engineering.109(12):1603-1621 pp. In: Guerra, V.H. 1999. *Construcción de Curvas Intensidad-Duración-Período de Retorno a partir de Lluvias Máximas*. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Autónoma de Nuevo León.

- [12] McCuen, R.H. 1998. Hydrologic Analysis and Design. Department of Civil Engineering, University of Maryland. Second Edition. Prentice Hall Incorporated. Pp: 142.
- [13] Chow, Ven Te, D. R. Maidment, L.W. Mays. 1994. Hidrología Aplicada. McGraw Hill. Colombia. 583 pp.

# ESTUDIO BITEMPORAL DE LA VEGETACIÓN EN UNA ZONA AFECTADA POR INCENDIOS EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO, NUEVO LEON, MEXICO.

Se considera al fuego el principal medio de deforestación y para ello es usado extensamente en el país siendo una práctica de herencia ancestral. Los incendios naturales también son parte integral de los ecosistemas porque promueven la sucesión de especies y un mosaico de condiciones diversas para las mismas. Los bosques del municipio de Santiago representan ecosistemas en donde se encuentran un gran número de especies endémicas y su destrucción por incendios ha dado por resultado tanto la desaparición de especies como la disminución alarmante de la superficie arbolada de la zona. Con la finalidad de evaluar las zonas afectadas, para posteriormente ofrecer alternativas de reforestación y recuperación de dichos hábitats se realizó un estudio sobre la aplicación de técnicas de detección de cambios mediante el uso de imágenes satelitales, las cuales prestan una solución al reconocimiento y análisis a gran escala y a bajos costos de las zonas afectadas, especialmente en serranías boscosas de difícil acceso, como es el caso de la zona de estudio. Para este análisis se obtuvieron dos imágenes de satélite Landsat-TM anteriores y posteriores a la fecha en que sucedió uno de los incendios registrados en esa zona. Los datos se procesaron a través de métodos digitales siendo, de las técnicas de detección probadas, la técnica combinada "Tasseled cap con diferencia" la que mejores resultados aportó para el área de estudio, determinándose en la imagen producto las zonas de cambio afectadas por éstos siniestros. Estas zonas se compararon contra los polígonos de incendios del área respectiva, elaborados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y se encontró una correspondencia aproximada del total de las superficies afectadas del 97.9%.

Palabras clave: Análisis Bitemporal, Incendios Forestales, Imágenes de satélite, Detección de cambios.

## 1. Introducción

Por su ubicación territorial, México se considera el 4º país más biodiverso en el contexto mundial, ocupando el 1er. lugar en reptiles con 717 especies, el 2º en mamíferos con 229 especies y el 1er. lugar en diversidad de especies del género *Pinus* [1], encontrándose tan solo en el Estado de Nuevo León una tercera parte de las especies endémicas mexicanas de pinos (*P. culminicola*, *P. johannis* y *P. nelsoni*), de ahí la importancia del monitoreo de los recursos forestales en el estado.

En la histórica temporada de incendios que el país sufrió en 1998, Nuevo León ocupó el cuarto lugar entre los 32 estados con una superficie afectada de poco más de 28,000 hectáreas; el segundo lugar en el promedio de superficie afectada por incendio, 299.3 hectáreas, sólo superado por el estado de Chiapas con 319.6 hectáreas por incendio[1].

Los incendios forestales ocasionan daños económicos, perjudican el suelo, alteran los ciclos hidrológicos, provocan serios deterioros a los ecosistemas forestales y a la biodiversidad y aportan carbono a la atmósfera, con lo que se contribuye al calentamiento global de la Tierra. No obstante, en condiciones naturales los incendios forman parte del proceso dinámico de los ecosistemas. Sin embargo en México el 80% de los incendios forestales son de origen antropogénico y no natural [2]. Es por ello que su mejor comprensión, control y prevención es un reto, de manera que todo esfuerzo dirigido a coadyuvar en ese sentido es importante y necesario.

Para la prevención, el control y la restauración de zonas quemadas es de especial interés su localización y reconocimiento. No obstante, existe una gran cantidad de zonas incendiadas, especialmente en serranías boscosas de difícil acceso, que no son oficialmente detectadas y registradas. En estos casos la aplicación de técnicas de detección de cambios mediante el uso de imágenes satelitales presta una valiosa solución al reconocimiento y análisis a gran escala y a bajos costos de las zonas afectadas.

Las observaciones por satélite han permitido documentar desde periodos de pocos días hasta de varios años los patrones de incendios a escala regional y continental, siendo la única fuente de información que así lo permite. El uso e interpretación de la fotografía aérea es costosa y, si bien sigue ocupándose a escalas menores, no tiene la extensión de cobertura, la periodicidad, la actualidad ni tampoco la mayor información espectral que las imágenes digitales brindan y que son particularmente útiles en los análisis temporales.

El propósito del presente estudio fue la evaluación comparativa de la vegetación en una zona serrana afectada por incendios en el Municipio de Santiago, Nuevo León, México, mediante técnicas de detección de cambio con imágenes satélite Landsat-TM5, para lo cual se analizaron dos imágenes de satélite, una del 22 de abril de 1986 (fecha previa al incendio de mayor superficie que ocurrió en el área, en 1988) y otra del 9 de abril de 1993 (fecha posterior al incendio).

Un criterio importante para la adquisición de las imágenes fue su obtención en la fecha más cercanas posible en día y mes a los incendios, con la finalidad de disminuir la variabilidad en la respuestas espectrales de las cubiertas vegetales debido a cambios fenológicos [3] que pudieran introducir confusión en la discriminación de clases [4].

## **2. Metodología**

De forma preliminar se llevó a cabo la identificación de la vegetación de la zona de estudio a través de la observación y verificación en campo de las distintas comunidades vegetales que pueden apreciarse en las imágenes de satélite. Posteriormente se clasificaron las imágenes de satélite, en forma individual, teniendo como base la información de campo. Para clasificar las imágenes se utilizó un método híbrido, el cual combina aspectos del método supervisado y del no supervisado, permitiéndonos utilizar las ventajas de ambos. El algoritmo utilizado durante el proceso de clasificación fue el de máxima verosimilitud.

De forma complementaria al proceso de clasificación se estimó el porcentaje de precisión de los datos obtenidos, mediante una selección de píxeles de referencia al azar. Para determinar la cantidad, tipo y sentido del cambio de la cobertura de suelo se aplicó un algoritmo de comparación post-clasificación, y con estos resultados se elaboró una matriz de análisis cruzado.

Los métodos en la detección de cambios de imágenes digitales van desde la simple comparación visual y manual de dos imágenes que apenas requiere de un simple pre-procesamiento hasta otros más complejos en su procesamiento. En general suelen basarse en operaciones de transformación aritméticas y/o empíricas aplicadas a una simple imagen multispectral de una área de interés o a un número de imágenes de la misma área tomadas en diferentes fechas, para generar una nueva imagen compuesta de una o más bandas [3, 5]. Los métodos utilizados fueron:

- a). Diferencia de imágenes temporales
- b). Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y cociente simple de las bandas infrarroja y roja (IR/R) y Diferencias
- c). Análisis de Componentes Principales (ACP) y Diferencias
- d). Transformación Tasseled cap (TC) y Diferencias

Una vez identificado el método de detección de cambio idóneo para el área de estudio, se procedió a delimitar la zona con disturbio y a cuantificarla. Por último, se compararon las áreas de cambio contra los polígonos de incendios del área respectiva elaborados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, reportados en 1994.

### 3. Resultados y Discusión

La clasificación de las imágenes de satélite se muestra en las Figuras 1 y 2, en ellas se advierte la ausencia de los bosques en color verde oscuro y un correspondiente aumento de los chaparrales en color verde claro y amarillo. Con modificaciones menores en las zonas de agricultura de temporal y suelos desprovistos de vegetación en colores azul claro y blanco respectivamente.

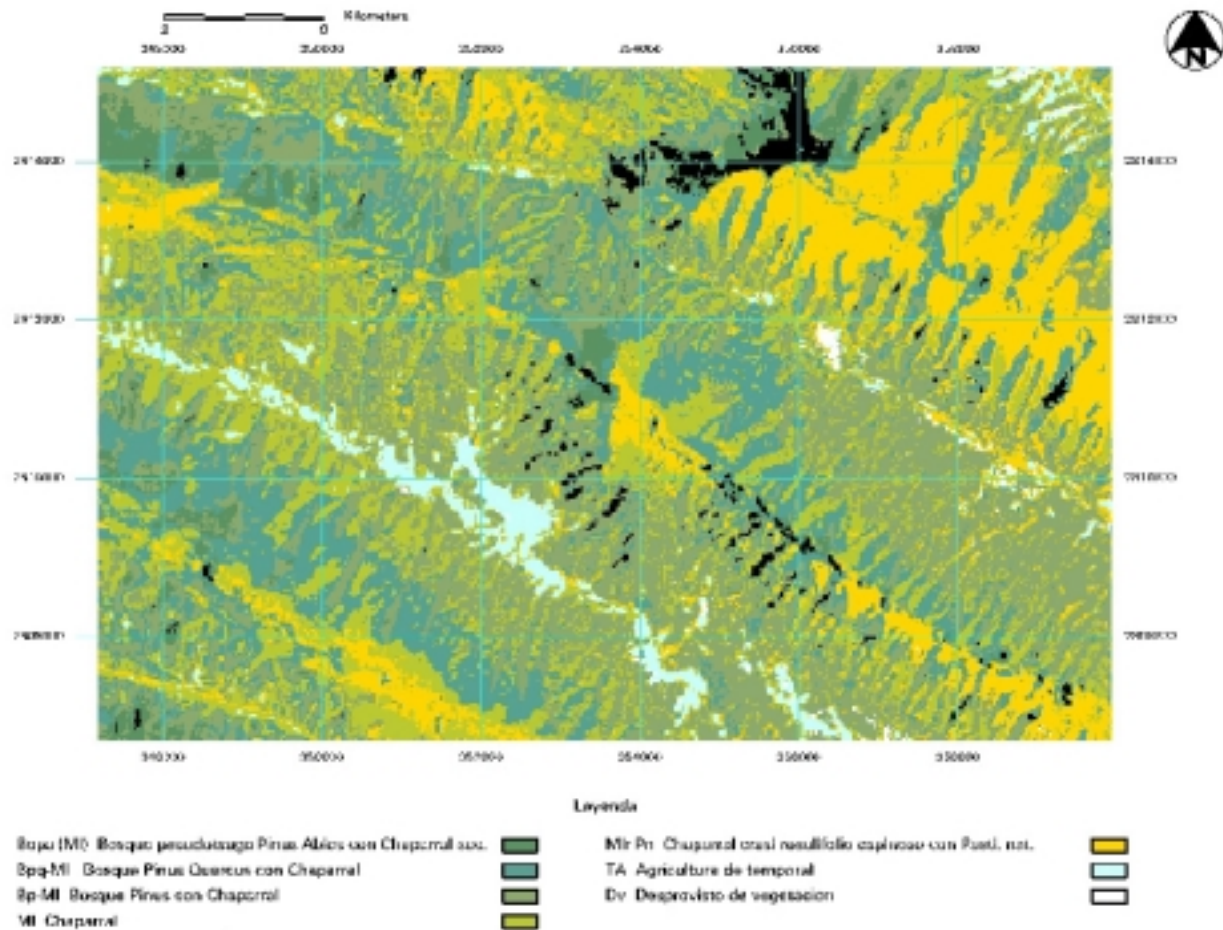
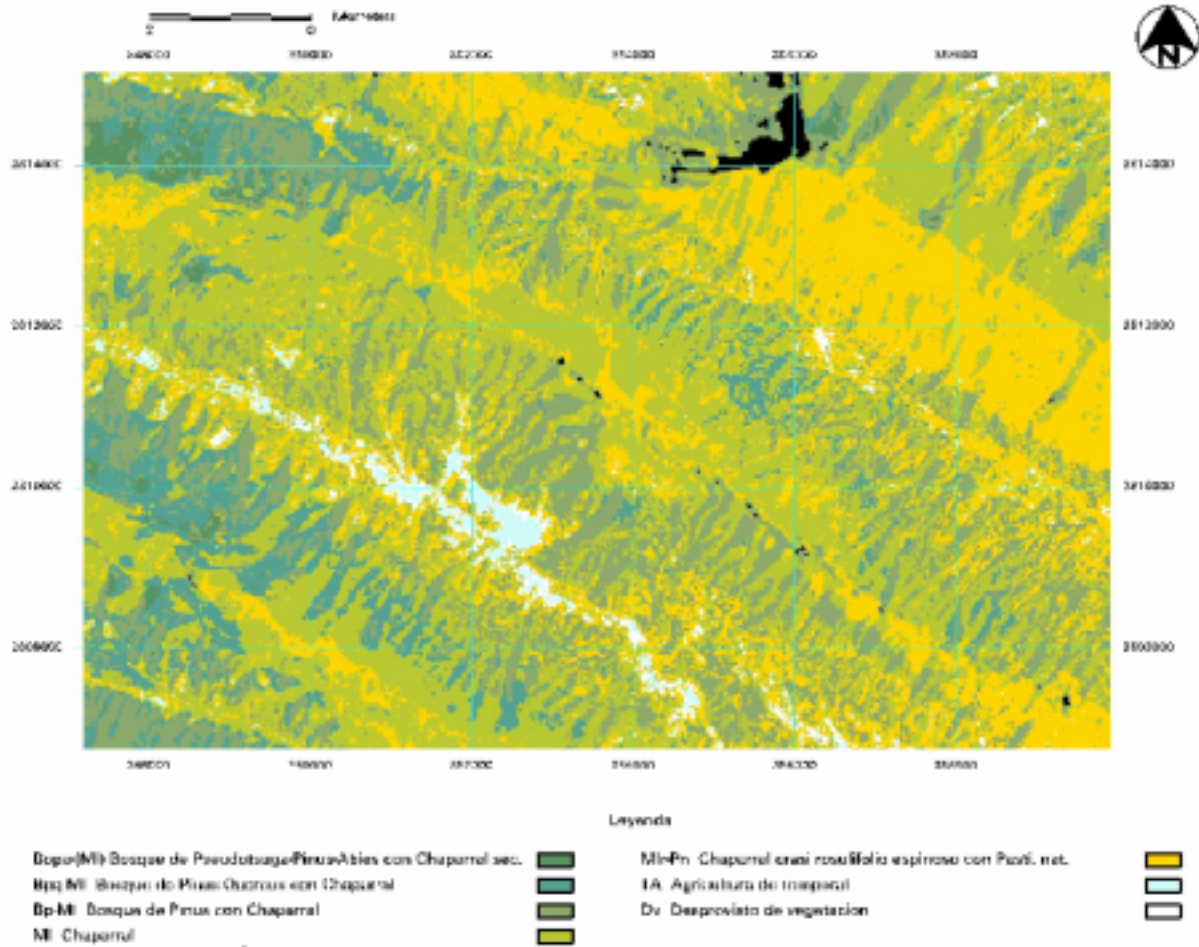


Figura 1. Clasificación de la imagen del 22 de abril de 1986





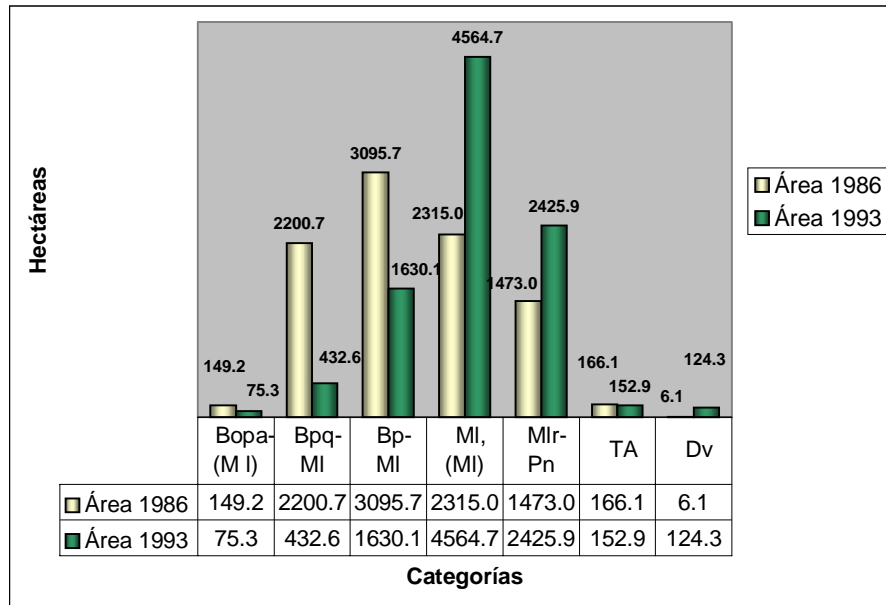
**Figura 2.** Clasificación de la imagen del 9 de abril de 1993

El porcentaje de precisión de la clasificación de las imágenes de satélite fue del 86.1% para la imagen de 22 de abril de 1986 y del 85.5% para la del 9 de abril de 1993.

El resultado de la comparación cruzada entre clasificaciones se muestra, para su interpretación de manera gráfica, en la Figura 3. En ella se observa el cambio que ha ido tomando la cobertura vegetal del área de estudio en siete años. Del total de 5,445.6 hectáreas de bosque (clases Bopa-[MI], Bpq-MI y Bp-MI) registradas en 1986, se reconocieron 2,138 hectáreas en 1993, el 35.2% de la cobertura. Los chaparrales (clases MI y Mir-Pn) en 1986 registran 3,788 hectáreas, mientras que en 1993 alcanzan 6,990.6 hectáreas, lo que resulta en un incremento del 84.5%.

Se observa también la participación de cada cobertura de suelo en el cambio de la cobertura total (9,405.71 ha) del sitio de estudio. Destaca para el bosque la comunidad *Pinus-Quercus* con Chaparral (Bp-MI) con una pérdida de 80.3% (1,768.1 ha) y para los arbustos la comunidad Chaparral (MI) con un incremento de 97.2% (2,249.7 ha).

Las superficies ocupadas por Agricultura de temporal (TA) disminuyen 0.1% y el suelo desprovisto de vegetación (Dv) aumenta 1.3% del total del área de estudio, mostrando ambas una menor relevancia en la dinámica de cambio en comparación a las anteriores.

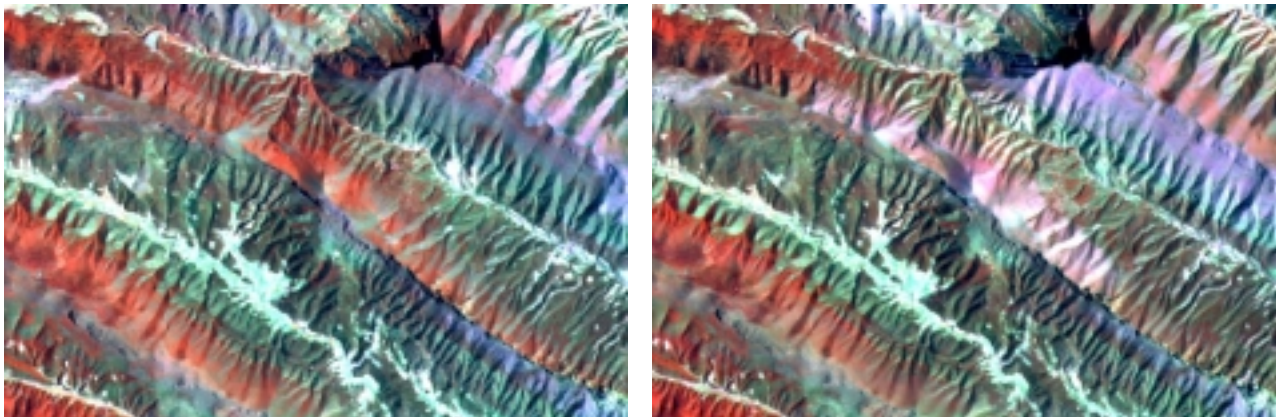


**Figura 3.** Cambio en la distribución de las clases durante el periodo de estudio

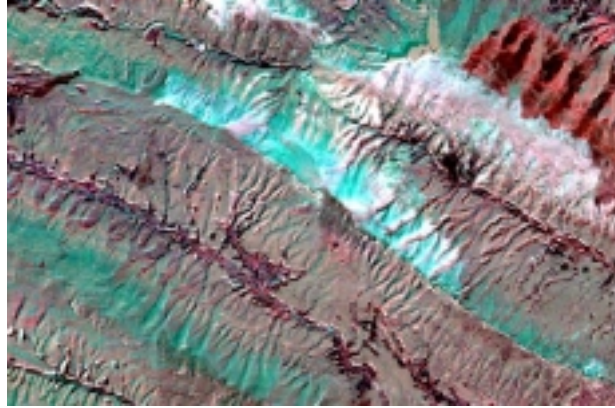
### Métodos de detección de cambio

#### a). Diferencia de imágenes temporales

El resultado de la operación algebraica de sustracción entre las imágenes Landsat TM5 de 1986 (Figura 4a) y Landsat TM5 de 1993 (Figura 4b) generó una imagen diferencia 1993-1986. Ésta imagen diferencia muestra una mejor detección de las áreas incendiadas (zonas más claras) que las anteriores como se muestra en la Figura 4c.



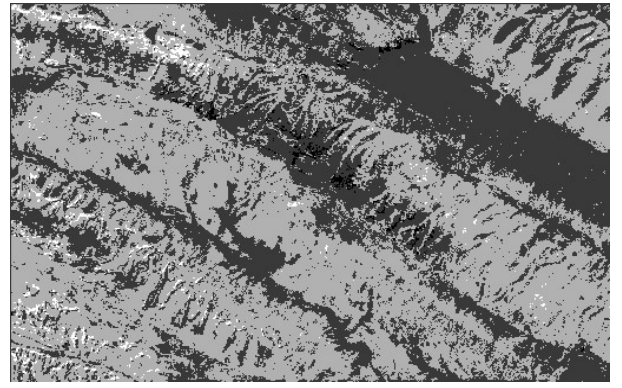
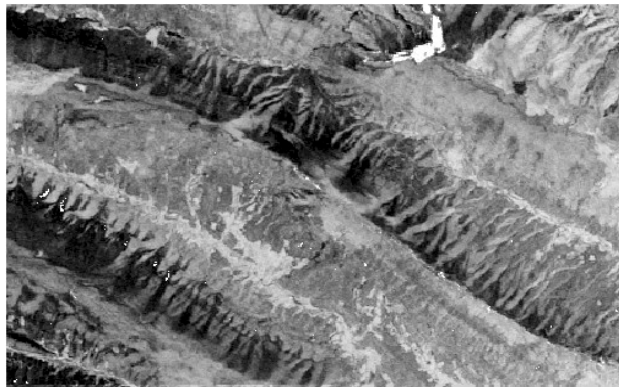
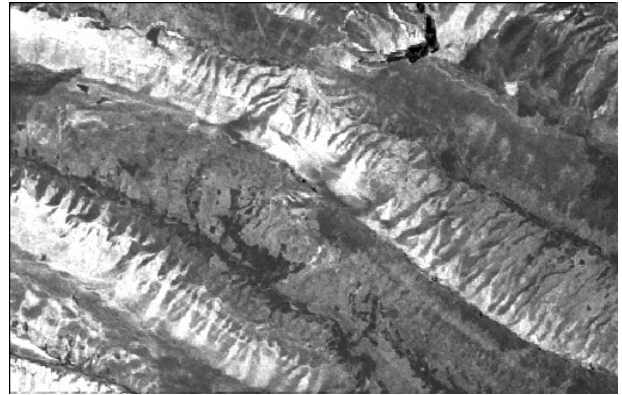
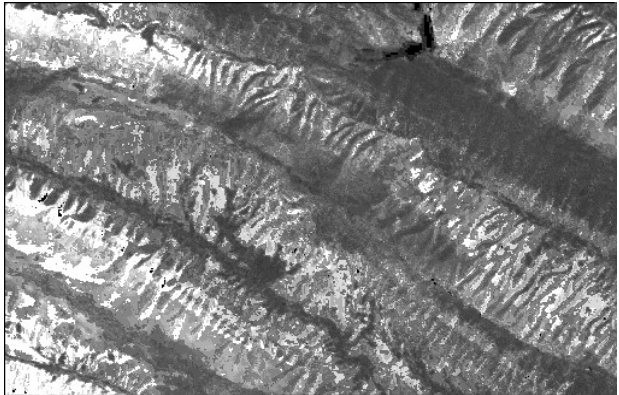
**Figuras 4a** . Imagen Landsat-TM5 de 1986, **4b** . Imagen Landsat-TM5 de 1993, composición (RGB =4,5,3)



**Figura 4c .** Imagen diferencia Landsat TM5 (1993-1986)  
composición (RGB =4,5,3)

*b). Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y cociente simple de las bandas infrarroja y roja (IR/R), y Diferencia*

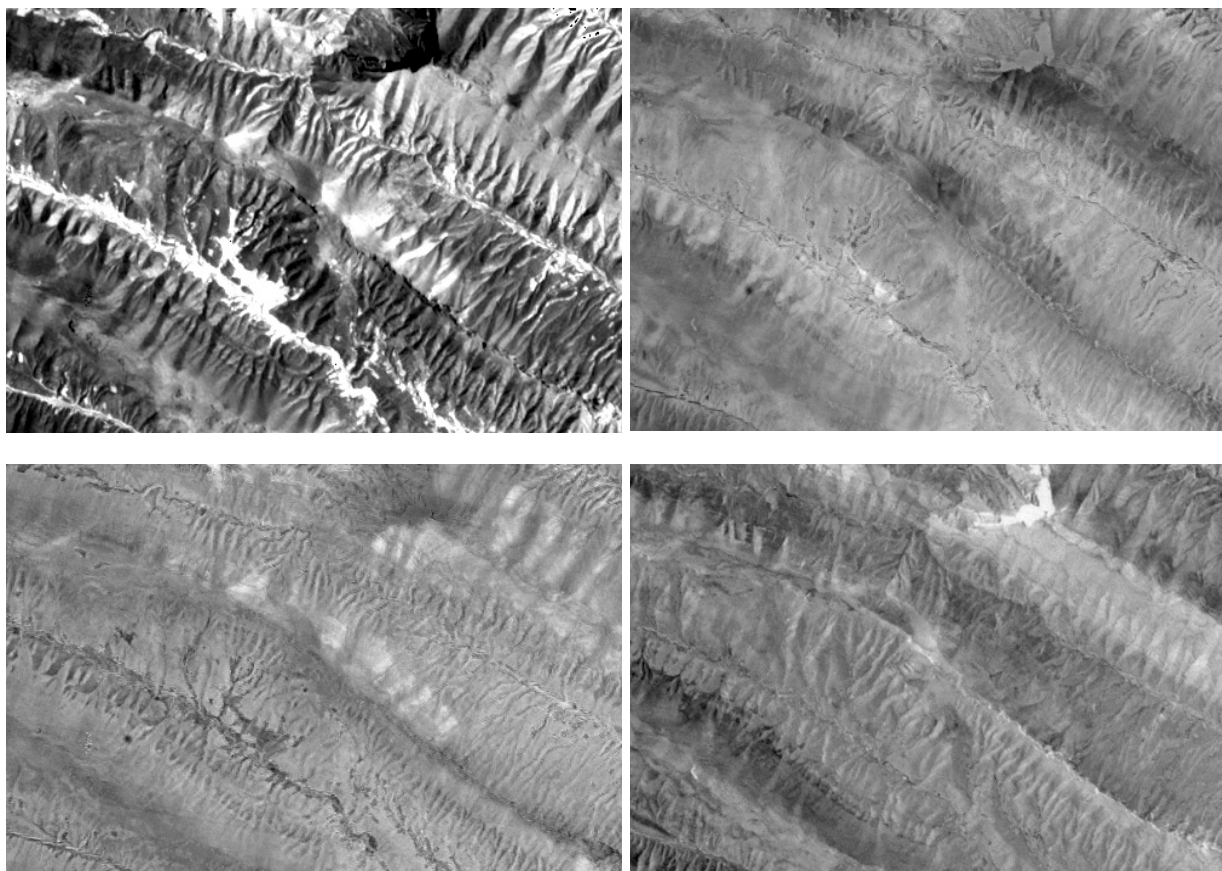
El resultado de la operación aritmética de división en la imagen Landsat de 1993 generó las imágenes que se muestran en la Figura 5 (a, b, c, d).



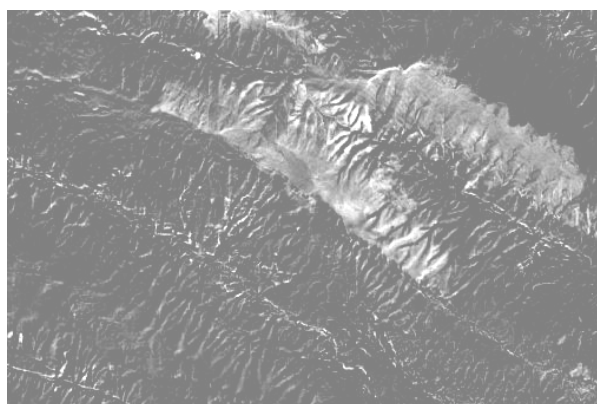
**Figuras 5a.** Índice NDVI de 1993, **5b.** Cociente (IR/R) de 1993, **5c.** Índice diferencia NDVI, **5d.** Cociente diferencia (IR/R)

*c). Análisis de Componentes Principales (ACP) y Diferencia*

La transformación de componentes principales se aplicó a ambas imágenes y se seleccionaron los cuatro primeros componentes ya que en ellos se detectan mejor las zonas incendiadas. Cuatro de los seis componentes se muestran en la Figura 6. (a, b, c, d). La Figura 7 muestra el resultado de la técnica de ACP-Diferencia, en el Componente principal 1, ya que es el único en el que se aprecian cambios.



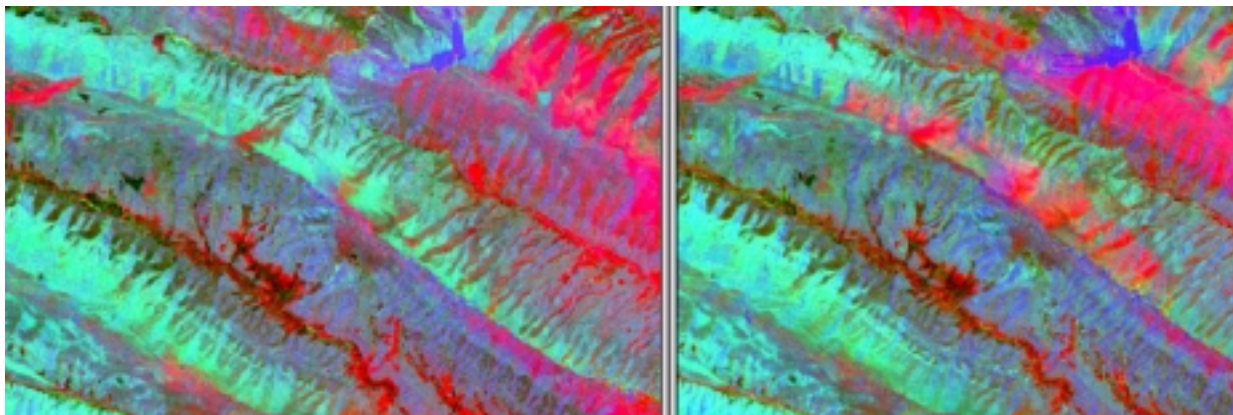
**Figuras 6a, b, c, d.** Componentes principales 1 a 4, imagen Landsat 1993



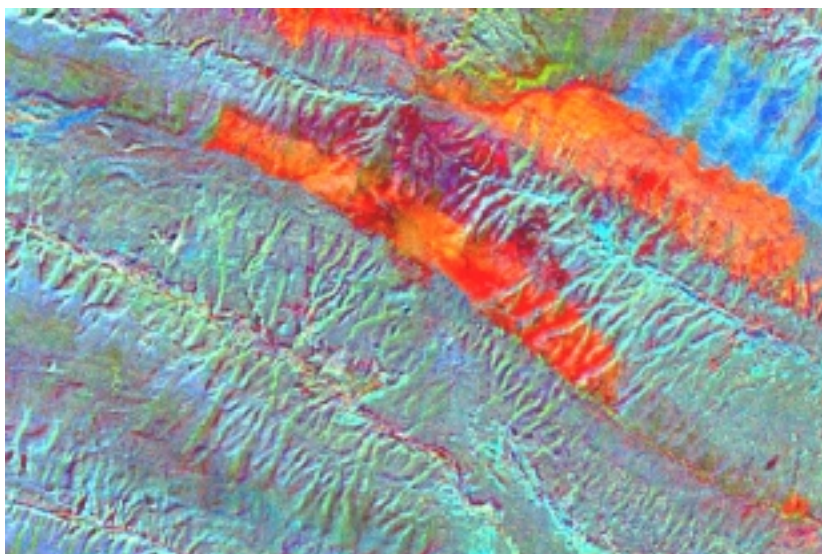
**Figura 7.** Diferencia de Componente principal 1

d). Transformación Tasseled cap (TC) y Diferencia

Las Figuras 8a y 8b muestran el resultado de la aplicación de la técnica Tasseled cap a las dos imágenes Landsat-TM5, y la Figura 9 muestra la imagen diferencia. En ésta última resaltan en color rojo las áreas incendiadas del resto de la imagen y además logra distinguirse otro cambio diferente en color azul claro en la parte derecha y superior del incendio.

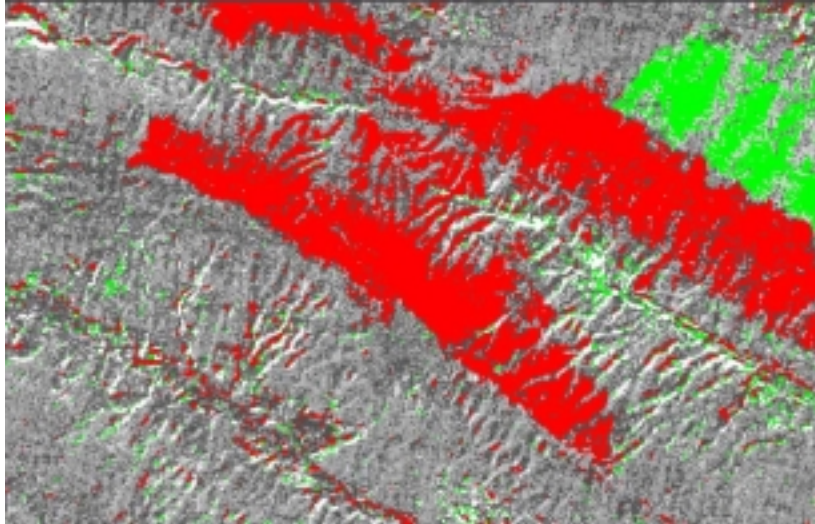


**Figuras 8a.** Tasseled cap 1986, **8b.** Tasseled cap 1993  
Composición (RGB =TC1,TC2,TC3)



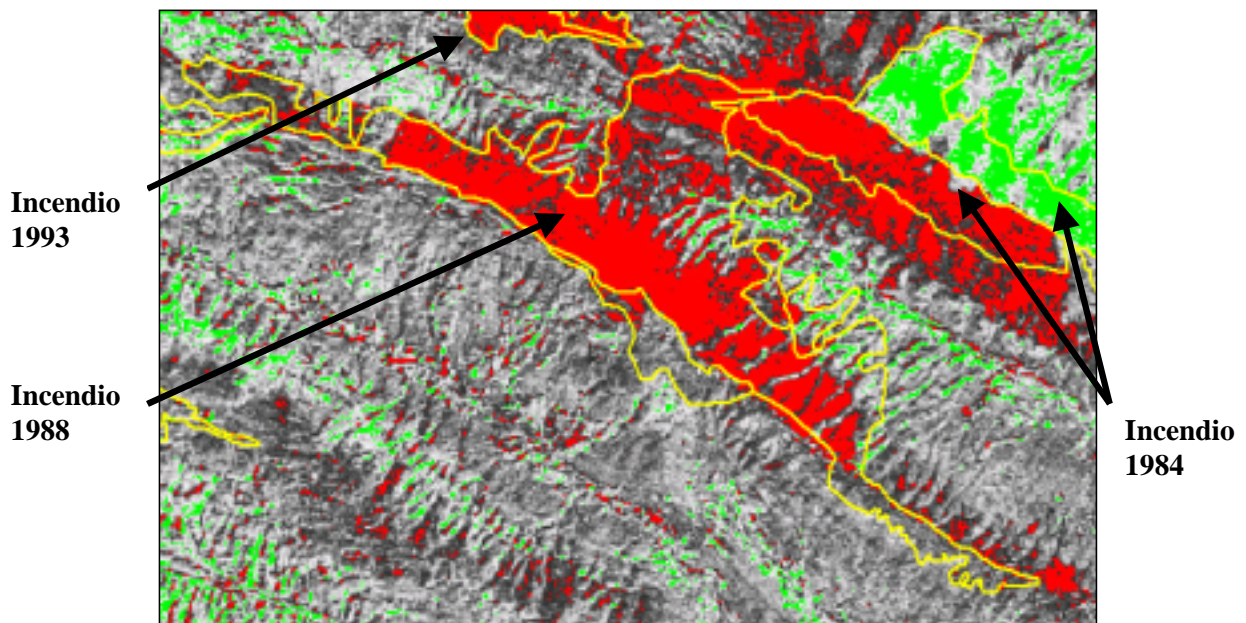
**Figura 9.** Detección de las zonas afectadas. Diferencia de imágenes Tasseled cap  
composición (RGB=1,2,3)

De las técnicas de detección probadas en este estudio, la técnica combinada "Tasseled cap con diferencia" (composición color RGB =1,2,3) fue la que mejores resultados aportó para la zona de estudio. La imagen producto de la técnica referida fue previamente reducida en su dimensionalidad a las cuatro primeras bandas que mejor detectan las zonas de cambio, al aplicársele la técnica Density slicing se encontraron los valores que determinan dos zonas de cambio por afectación en el área de estudio (Figura 10). Así, se detectó un cambio nombrado arbitrariamente "a" y se determinó su intervalo de valores digitales, con una área de 1,679.75 hectáreas. Para el cambio "b" se determinó un área de 576.1 hectáreas.



**Figura 10.** Tasseled cap-diferencia de dimensión cuatro con density slicing aplicado, que muestra el cambio "a" en rojo y el cambio "b" en verde

Por último, se compararon las áreas de cambio "a" y "b" (Figura 11) contra los polígonos de incendios del área respectiva elaborados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática en 1994, y se encontró una correspondencia aproximada del total de las superficies afectadas por incendio de 97.9%, detectándose en conjunto mejor los incendios de 1988 y 1993 con una correspondencia cercana al 100%, mientras que para el incendio de 1984 se obtuvo una correspondencia aproximada del 89.6%.



**Figura 11.** Correspondencia del coverage de incendios (INEGI/CCFF, 1998) y las áreas de cambio de la imagen TC-diferencia

Los polígonos amarillos son la delimitación por fotointerpretación de los incendios acontecidos. El polígono más grande situado en diagonal al frente de la imagen está registrado como el incendio de 1988, los dos polígonos pegados en la parte superior derecha corresponden a la delimitación de otro incendio sucedido cuatro años atrás, en 1984. El polígono incompleto en la parte superior central corresponde a un incendio de extensión menor ocurrido en 1993.

En la Tabla 1 se muestran las extensiones de las áreas de los polígonos de incendio y las extensiones de las áreas de cambio detectadas en el presente estudio con la finalidad de establecer las proporciones de correspondencia en tamaño entre ellas.

**Tabla 1.** Diferencia entre superficies de cambio del coverage de incendios y las áreas de cambio delimitadas en el estudio.

Polígono de incendio	Superficie (ha)	Tipo de cambio	Superficie (ha)	Diferencia (ha)	% correspondencia
Incendio 1988 y 1993	1663.5	"a" (rojo)	1679.8	16.3	101
Incendio 1984	641.3	"b" (verde)	576.1	65.2	89.8
<b>Total</b>	<b>2304.8</b>		<b>2255.9</b>	<b>48.9</b>	<b>97.9</b>

#### 4. Conclusiones

a). El cambio dominante fue de una cobertura boscosa a una arbustiva, hay una clara tendencia a la desaparición de los bosques en la zona. Estos están siendo substituidos por matorrales del tipo de chaparral, el cual en las laderas con orientación dominante hacia el norte se comporta como un tipo de vegetación secundaria; mientras que en las laderas con orientación predominante al sur es un tipo de vegetación primario.

b). Los disturbios han originado la casi desaparición de las comunidades de Bosques de *Pseudotsuga-Pinus-Abies* y de *Pinus-Quercus*. La pérdida de éstas comunidades representa la desaparición de una fuente importante de hábitat para algunas aves que se alimentan de los conos de éstas especies, como es el caso de la cotorra serrana oriental (*Rhynchopsitta terrisi*).

c). La técnica Tasseled cap-diferencia composición (RGB =1,2,3) fue la que discriminó mejor los cambios en las zonas afectadas por incendios. Las otras técnicas empleadas (diferencia de imágenes, razones e índices) no permitieron obtener una discriminación adecuada de las condiciones incendiadas, vs. otros disturbios (i.e. desmontes).

#### 5. Bibliografía

- [1] Cedeño Sánchez, O. *Incendios Forestales en México en 1998: Magnitud, extensión, combate y control*, Incendios Forestales y Agropecuarios. (1999).
- [2] Romeu, E., *¡Incendios Forestales!*, Boletín Biodiversitas. (1998).
- [3] Lillesand, T. y Kiefer, R., *Remote Sensing and Image Interpretation*. 3ª ed. Ed. John Wiley & Sons, Inc. USA. 751 p. (1994).
- [4] Vela Coiffier M.P., *Determinación de la Distribución Vegetal en el Valle de Cuatrocienegas, Coahuila, México a través del Análisis Multitemporal de Imágenes de Satélite*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. México. 159 pp. (2000).
- [5] Mather, P.M. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*. 2º ed. Ed. John Wiley & Son. N.Y. USA. 291 p. (1999).

## A Stable Modeling of Large Plants Ecosystems

Bedrich Benes

ITESM Campus Ciudad de Mexico  
Department of Computer Science  
Tel: +52 54 83 21 80  
Fax: 52 54 83 21 63  
ZIP code & City/Town: 014380 Mexico D.F.  
Country: Mexico

beda@campus.ccm.itesm.mx  
<http://paginas.ccm.itesm.mx/~beda>

### Abstract.

The focus of this paper is finding a balance of the plant density and the plant spatial distribution in visual models of large plant ecosystems. This is achieved by simulating plant competitions for resources that is sensitive to many constants and initial conditions, and can easily become unstable causing some individuals to die and the others to grow exponentially.

We have found that a simple negative feedback can provide stability able to resolve catastrophes and instabilities. The replication and seeding cause the plants of the same species to grow in clusters that guarantees visual plausibility of the resulting models.

Key words: Artificial Life, Clustering, Competition, Computer Graphics, Individual Based Modeling, Large Ecosystem, Virtual Plant, Visual Modeling

This paper has been accepted to Submitted to the International Conference on Computer Vision and Graphics



## Virtual Climbing Plants Competing for Space

Bedrich Benes  
Erik Uriel Millan

beda@campus.ccm.itesm.mx

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Ciudad de Mexico  
Calle del Puente 222  
Tlalpan 14380  
Mexico City

An old algorithm for visual simulation of climbing plants is extended here. Plants are modeled as systems of oriented particles that are able to sense their environment. Particles move to the best locations using directed random walk. We use the phenomenon of traumatic reiteration for critical cases. If there is no location for further growth possible the particle dies, but before sends a signal that is propagated down in the plant structure. This signal activates the closest possible sleeping particle that takes its job. We use an associated voxel space for collisions and space occupancy detection as well as for evaluating the illumination of the plant organs. The algorithm is fast, easy to implement, and runs interactively even for quite large scenes on a medium-class computer. We believe that this approach can be used as an interactive technique in architecture, computer games, computer animation, etc.

Keywords: virtual climbing plant, visual simulation, artificial life, collision detection, voxel space, particle system, oriented particles

This paper has been presented at Computer Animation 2002 and printed by IEEE.

## A Real-Time Visual Models of Plants Interacting with Virtual Environment

Bedrich Benes  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Ciudad de México,  
Calle del Puente 222, 14380 México D.F.  
beda@campus.ccm.itesm.mx

Erik Uriel Millan  
Guillermo Romero  
Juan Miguel Soto  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Estado de México  
Carretera Lago de Guadalupe Km. 3.5, Atizapán de Zaragoza, 52926 México D.F.

This paper describes a system for a real-time simulation of three-dimensional visual models of plants competing for space and light in a virtual environment. The result is a boundary representation model of a plant suitable for displaying or use in virtual reality systems or in biological simulations. The virtual environment influences the plant and the program generates corresponding geometrical structures. Plants can climb supporting tools, are able to avoid collision with objects and the plants themselves, and can detect the best-illuminated position to grow. Collision detection and the growth directions are fast solved using additional data structures that are efficiently updated as the plants grow. The program runs sufficiently fast on an average personal computer allowing real-time interaction with the scene and a good level of control and interaction.

This paper has been presented at the Virtual Environment Workshop of Mexican International Conference on Artificial Intelligence 2002 and printed in *Avances en Inteligencia Artificial* (pages 9–18) by Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial.

# SITUACIÓN DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES EN CHIHUAHUA

**Imelda Borunda C., Consuelo Dueñas W, Aurelio Alvarez Z.**

El estudio integra información única en su tipo, sobre la generación, manejo y disposición de los residuos industriales en la Ciudad de Chihuahua, durante el año 2000, desde la perspectiva de los generadores; así como el nivel de conocimiento, verificación y cumplimiento de la legislación ambiental vigente. También propone políticas para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos y presenta una metodología que puede ser usada en la replicación de este esfuerzo.

Las conclusiones más importantes del estudio, fueron:

1. La gestión de los residuos industriales en la Ciudad de Chihuahua, varía en función del giro y tamaño industrial.
2. Las generación residuos peligrosos en Chihuahua en relación al tamaño de las empresas es diferente al reportado en estudios previos tanto nacionales como internacionales
3. La generación total de los residuos peligrosos en el Estado de Chihuahua pudiera ser mayor al reportado por las autoridades.
4. La Legislación Ambiental Mexicana tiene retos muy importantes por abordar:
  - a. No considera las características de los distintos tipos y tamaños de empresas.
  - b. No incentiva el buen desempeño en el manejo de los residuos.
  - c. No promueve, ni incentiva la prevención de la contaminación.
5. Las empresas más verificadas resultaron ser las que al parecer, tienen mejor desempeño ambiental.
6. Los programas voluntarios de Auditoría Ambiental de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y los Sistemas de Administración Ambiental, se perciben como herramientas de desempeño ambiental y no como oportunidades para reducir costos por ineficiencia.

La oportunidad más importante detectada por el estudio, fue que a través de implantar medidas de prevención de la contaminación, es posible mejorar el desempeño tanto económico como ambiental, en todos los tamaños de empresas, en el caso de las empresas micro y pequeñas se requiere de programas innovadores que representen una oportunidad de ahorro de costos en sus procesos.

Palabras clave: Residuos, Industria, Ciudad de Chihuahua, año 2000.

## 1. Introducción

México enfrenta, al inicio del siglo XXI, un reto de suma importancia: lograr el manejo ambientalmente adecuado de los residuos industriales generados por el creciente número de empresas de diversos giros y tamaños. Para lograrlo es importante tener una legislación que promueva prácticas sostenibles a largo plazo, privilegiando las acciones de prevención y valorización de los residuos y sólo como último recurso, el confinamiento de los mismos.

Los residuos generados por la industria, según la Legislación Ambiental Mexicana (LAM), son clasificados en peligrosos o no peligrosos. Son residuos peligrosos (RP) si por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológico-infecciosas o irritantes,

representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. El resto de los residuos son considerados no peligrosos (RNP) [1, 2, 3].

En lo que se refiere a los RNP, son los gobiernos estatales y municipales los responsables de elaborar los reglamentos en la materia y de emitir las autorizaciones correspondientes [4, 5]. El avance en su regulación es muy pobre, este vacío normativo para los RNP detiene el proceso de su valorización y aprovechamiento, ya que actualmente es menos costoso desecharlos que aprovecharlos.

La generación de RP ha sido objeto de discusión desde finales de los 80's. En 1994 el Instituto Nacional de Ecología (INE) estimó la generación de RP en México en 8 millones de toneladas anuales. Este dato se obtuvo combinando modelos de extrapolación con los datos de los residuos manifestados por las empresas hasta ese momento.

Actualmente el INE (INE, 2000) reporta como dato de generación de RP para el 2000, un total de 3'705,846.21 toneladas de RP producido por 27,280 empresas que reportan su generación ante SEMARNAT. *Tomar esta estimación como verdadera tiene sus riesgos, puesto que no existe estudio alguno que confirme la participación de las industrias más pequeñas en la generación de residuos industriales, que por cierto conforman casi el 90% del sector industrial y aportan casi el 45% de los empleos generados en el país* [6].

La Delegación de la SEMARNAT en Chihuahua tiene datos de generación de RP a partir de 1996, año en que se inició la captura electrónica del movimiento de RP en la frontera. Basados en esta información, la Delegación reportó para el año 2000, una generación de 4,987.65 toneladas de RP generados por 1,855 empresas distribuidas en todo el Estado de Chihuahua. Estos datos no incluyen a aquellos RP generados por la industria nacional que no cumplió con manifestar la información sobre sus residuos ante esta instancia federal. Revisando otras fuentes bibliográficas [4, 7], los datos de generación reportados son muy variables.

El propósito del presente estudio es *conocer cuáles son los residuos industriales en la ciudad de Chihuahua y en qué cantidad se están generando*, cómo es su manejo y lo más importante, cuál es la percepción del problema por parte de los que actualmente generan dichos residuos así como los obstáculos que impiden la gestión adecuada y el manejo integral de los mismos, así como describir el estado que prevalece en el sector industrial en torno a conocimiento de leyes, requerimientos vigentes y programas ambientales voluntarios, fue el objetivo del presente estudio. Todo esto tiene el fin de entender la problemática de los residuos industriales en la Ciudad de Chihuahua, para iniciar un proceso de mejora continua que revierta las tendencias negativas detectadas a través del diseño, promoción o implantación de políticas eficientes con relación al manejo de residuos industriales,

## 2. Metodología

El estudio consistió en 4 etapas que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Etapas del estudio	
Etapas del Proyecto	Actividades
<b>Etapa I<sup>1</sup>: <u>Construcción de 1 directorio industrial válido y confiable</u></b>	<p>Fase 1 Obtención de directorios industriales provenientes de cámaras, asociaciones y otros listados disponibles.</p> <p>Fase 2 Procesamiento y clasificación de las empresas obtenidas en los listados de acuerdo a la siguiente información disponible básica<sup>2</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de la Industria.</li> <li>- Subsector Industrial (CMAP)</li> <li>- Dirección</li> <li>- Número de Empleados</li> <li>- Teléfono</li> <li>- Tamaño industrial (SECOFI)</li> </ul> <p>Fase 3 Verificación del listado vía telefónica para complementar y validar la información obtenida.</p>

<b>Tabla 1. Etapas del estudio</b>	
<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Actividades</b>
	<p>Fase 4 Codificación del listado para facilitar su manejo en la siguiente etapa.</p>
<p><b>Etapa II<sup>1</sup>:</b> <b><u>Diseño de la encuesta</u></b></p>	<p>Fase 1 Consulta de necesidades de información por parte de futuros usuarios de los resultados del estudio (cámaras, asociaciones, dependencias de gobierno).</p> <p>Fase 2 Diseño de la forma experimental de encuesta e instructivo incluyendo indicadores que permitan obtener la información deseada. Revisión de la encuesta por futuros usuarios de los resultados.</p> <p>Fase 3 Piloteo de la encuesta revisada y mejorada a una pequeña muestra de empresas de todos los tamaños de industria para detección de inconsistencias.</p> <p>Fase 4 Modificación y adaptación de la encuesta e instructivo original de acuerdo a inconsistencias detectadas entre la información solicitada y la información con la que cuentan las empresas.</p> <p>Fase 5 Impresión de la encuesta final con instrucciones integradas para su aplicación.</p>
<p><b>Etapa III:</b> <b><u>Levantamiento de encuestas</u></b></p>	<p>Fase 1 Selección y entrenamiento práctico a encuestadores en procedimientos de levantamiento de encuestas y llenado de la misma.</p> <p>Fase 2 Acercamiento vía telefónica a empresas para invitarlas a ser parte del esfuerzo y calendarizar el levantamiento de la encuesta con un informante que tenga la capacidad de contestarla lo mejor posible. Esta fase fue muy importante puesto que probó ser la base para la obtención del mayor número de respuestas por parte de las empresas y permitió disminuir los tiempos de esta etapa.</p> <p>Fase 3 Levantamiento de la encuesta en el domicilio fiscal de la empresa.</p> <p>Fase 4 Revisión y entrega de encuestas realizadas para su captura.</p>
<p><b>Etapa IV:</b> <b><u>Procesamiento y captura de resultados</u></b></p>	<p>Fase 1 Selección del paquete de software adecuado para el estudio tomando en consideración su capacidad de manejo de datos, capacidad de almacenamiento, facilidad para generar tablas complejas, cruzar información.</p> <p>Selección de variables de encuesta para generación de base de datos en el paquete seleccionado, SPSS<sup>®3</sup></p> <p>Fase 2 Piloteo de la base de datos para verificar funcionalidad utilizando datos ficticios.</p> <p>Fase 3 Revisión, validación, codificación de respuestas obtenidas en la encuesta para su pronta alimentación en la base de datos.</p> <p>Fase 4 Captura de datos<sup>4</sup>.</p>

1. Las primeras 2 etapas se desarrollaron paralelamente.

2. Esta fase consumió mucho tiempo debido a las características de los directorios proporcionados, que en su mayoría no se facilitaron de forma electrónica.
3. Se optó por utilizar el SPSS® para el manejo de la información obtenida en las encuestas.
4. Esta etapa se realizó simultáneamente al levantamiento de las encuestas.

Se generó un directorio industrial en el que debido a la inexistencia de listados de las ventas anuales de cada industria, solamente se utilizó como parámetro de clasificación del tamaño industrial, el número de empleados legalmente contratados por la empresa.

El universo se estratificó por tamaño y giro industrial de acuerdo a la siguiente tabla:

La muestra final consistió en 435 encuestas distribuidas de la manera que se muestra en las Tablas 2 y 3.

<b>Tabla 2. Distribución de la muestra segregada en cuanto al tamaño industrial.</b>					
<b>Distribución por tamaño</b>	<b>Universo</b>	<b>Muestra</b>	<b>% Muestra referente al Universo</b>	<b>Industria maquiladora</b>	<b>% Industria maquiladora referente a la muestra</b>
<b>Micro</b>	1112	310	27.88	-	-
<b>Pequeña</b>	86	42	48.84	5	11.90
<b>Mediana</b>	68	41	60.29	17	41.46
<b>Grande</b>	51	42	82.35	34	80.95
<b>Total</b>	1317	435	33.03	56	12.87

<b>Tabla 3. Distribución de la muestra segregada en cuanto al giro industrial.</b>			
<b>Distribución por giro industrial</b>	<b>Universo</b>	<b>Muestra</b>	<b>% Muestra referente al Universo</b>
<b>Alimentos</b>	279	48	17.2
<b>Textiles</b>	123	41	33.3
<b>Madera</b>	189	65	34.4
<b>Papel</b>	114	46	40.4
<b>Químicos/ plásticos</b>	101	32	31.7
<b>Mineral no metálico</b>	55	20	36.4
<b>Metal mecánica</b>	456	183	40.1
<b>Total muestra</b>	1317	435	33.0

La composición de la muestra refleja las dificultades encontradas durante el levantamiento de encuestas en las empresas, especialmente en las micros y pequeñas, donde se encontraron las siguientes dificultades:

- (a) Inestabilidad y movilidad de las empresas.
- (b) Dificultad para llevar a cabo el levantamiento de la encuesta, debido a la multiplicidad de funciones de los informantes, que comentaban no contar con tiempo para responderla.
- (c) Temor a ser fiscalizados al acceder a responder la encuesta.
- (d) Las empresas pueden pertenecer al sector informal.

A pesar de estas limitaciones la muestra final cubrió más del 27% del universo en todos los giros y tamaños, exceptuando a la industria de Alimentos donde sólo se obtuvo respuesta del 17% de las empresas.

Para obtener información sobre aspectos relevantes en la generación, manejo y disposición de los residuos industriales, así como la perspectiva del problema por parte de los generadores, que son los objetivos del presente estudio, se identificaron más de 25 variables, las que surgieron de entrevistas con

representantes de agencias gubernamentales, cámaras industriales, así como con encargados ambientales de diversas empresas, que se vertieron en la encuesta "Diagnóstico de Residuos Industriales 2000 de la Ciudad de Chihuahua", dentro de las cuales destacan las de la Tabla 4.

<b>Tabla 4. Variables relevantes utilizadas en la encuesta para cumplir con objetivos del estudio.</b>	
<b>Objetivo del Estudio</b>	<b>Variable relevante</b>
Generación de residuos industriales	Clasificación de RP y RNP generados por la empresa. Cantidad de RP y RNP generada en el 2000 (tons. por año).
Manejo y aprovechamiento de los residuos industriales	Prácticas en el manejo de los RP y RNP: (a) Características del sistema utilizado de para almacenar RP. (b) Trámites realizados ante dependencias ambientales competentes. (c) Reciclaje/ Tratamiento/ Confinamiento de los residuos generados
Disposición de los residuos industriales	Empresas contratadas para la disposición final de RP y RNP. Costos anuales por disposición de residuos
Índices de generación	Número de empleados, producción anual, materias primas utilizadas en el proceso.
Conocimiento y cumplimiento de la Legislación Ambiental Mexicana en materia de residuos	Nivel de conocimiento de la legislación Ambiental Mexicana (LAM) a través de una auto evaluación y preguntas dirigidas sobre la percepción de aspectos que contiene la misma) Trámites ambientales realizados en torno a RP y RNP.
Eficiencia de las dependencias de gobierno	Evaluación de la eficiencia administrativa y áreas de oportunidad de las dependencias de gobierno por parte de los empresarios.
Necesidades del sector industrial	Auto evaluación del desempeño ambiental Expresión de necesidades más importantes
Verificación del cumplimiento de la ley y disposiciones que de ella derivan	Número de inspecciones y sanciones recibidas en torno al manejo de residuos, por autoridades ambientales en los últimos 3 años.
Programas ambientales voluntarios	Conocimiento e implantación de sistemas de administración ambiental. Participación en el programa de Auditoría Ambiental Voluntaria de PROFEPA. Obtención de Certificado de Industria Limpia.
Prevención de la Contaminación	Aplicación de herramientas de prevención de la contaminación.

### 3. Resultados y discusión

Puesto que la encuesta aplicada fue respondida por los generadores de forma voluntaria, la calidad de las respuestas obtenidas pudo ser afectada por el informante, debido a los siguientes factores:

- (a) Políticas internas de la empresa.
- (b) Temor a algún tipo de fiscalización.
- (c) Nivel de conocimiento del informante sobre el tema.
- (d) El nivel de manejo y calidad de información tiende a disminuir con el tamaño de la empresa.

Por todas estas razones, se presume que la información obtenida en este primer esfuerzo puede estar sesgada, y la tendencia será a reportar datos inferiores a la realidad. También es importante recalcar que dichos resultados sólo reflejan la situación que prevalecía durante el año 2000, puesto que la encuesta hizo referencia únicamente al ejercicio de ese año.

Los resultados se obtuvieron, de acuerdo a los siguientes temas, segregando a las empresas por giro y tamaño industrial:

**Participación del sector industrial en la generación de RP.** Los resultados de este punto se muestran a continuación:

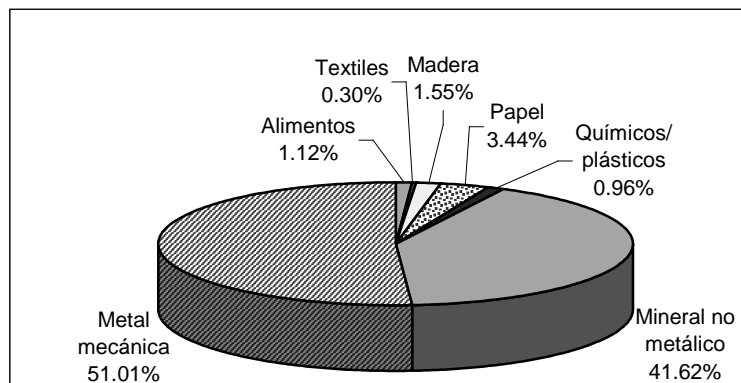


Figura 1. Generación de residuos peligrosos por subsector

	Generadores de RP <sup>1</sup> %	Participación en la generación %
<b>Micro</b>	29%	1.90
<b>Pequeña</b>	6%	2.37
<b>Mediana</b>	8%	20.61
<b>Grande</b>	9%	75.12
<b>Total de Generadores</b>	52%	100.00

1. Porcentajes referidos al total de la muestra 435

**Participación del sector industrial en la generación de RNP.**

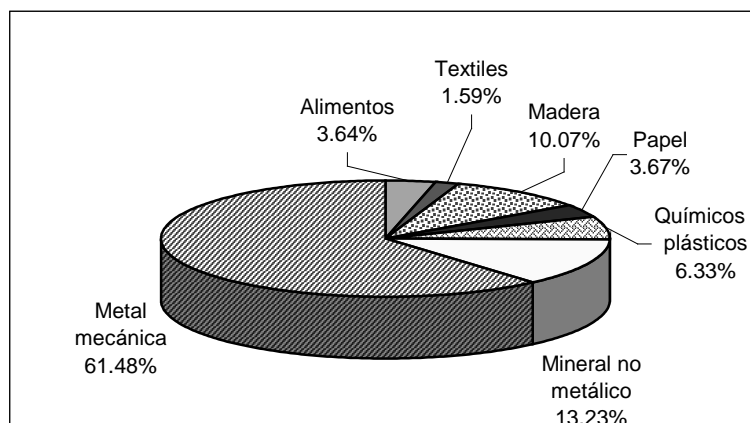


Figura 2. Generación de residuos no peligrosos por subsector

	Generadores <sup>1</sup> %	Participación en la generación %
<b>Micro</b>	57.24	10.03
<b>Pequeña</b>	8.05	2.40
<b>Mediana</b>	9.20	14.18
<b>Grande</b>	9.20	73.39

1. Porcentajes referidos al total de la muestra 435



**Participación de la Industria Maquiladora y Nacional en la generación de RP y RNP.** A excepción de la generación de lodos (aceitosos y de proceso) y sustancias corrosivas, la Industria Maquiladora participa con más del 70% de la generación de RP reportada en el estudio. En cuanto la generación de RNP, su participación es muy variada.

**Prácticas actuales en el manejo, aprovechamiento y valorización de los RP.** Existe una gran diferencia entre las prácticas en el manejo de los RP de las empresas más grandes y las más pequeñas. De nuevo se puede constatar que las empresas de menor tamaño, tienen un manejo deficiente de los RP

**Prácticas actuales en el manejo, aprovechamiento y valorización de los RNP.** En relación al manejo de los RNP, el grado de aprovechamiento varía enormemente de acuerdo al residuo. Los residuos más aprovechados son el cartón, los residuos de madera, residuos orgánicos, los textiles y residuos de piel. El aprovechamiento del 80% de los residuos de cartón muestra los grandes avances que se pudieran lograr al existir empresas recicladoras locales. Actualmente se generan grandes cantidades de residuos cuyo potencial como materia prima de otros procesos (subproducto), no está siendo aprovechada

**Prácticas actuales en el manejo, aprovechamiento y valorización de los residuos en la Industria Maquiladora.** Se pudo observar que en algunos casos, las industrias maquiladoras suelen enviar a confinamiento controlado residuos que no son clasificados como peligrosos. También es relevante notar que dicha industria suele recurrir a la donación una de parte de sus RNP. Actualmente, existen instituciones de beneficio social que suelen recibir grandes donaciones de residuos reciclables, por parte de varias plantas maquiladoras. Al aclarar dicho punto con algunos de sus representantes, se observó que los porcentajes de donación que reportaron los informantes son probablemente menores a los reales, puesto que la donación de RNP es muy común dentro de su gremio.

Por otro lado, el 64.4% de los RNP generados por la industria Maquiladora, consistentes mayoritariamente de piezas rígidas de plástico, papel, aluminio y otros residuos, no tiene reportado el manejo que se les está dando.

**Conocimiento y cumplimiento de la legislación ambiental y disposiciones que de ella derivan por parte del sector industrial.** La LAM establece obligaciones específicas con las que todo Generador de RP debe cumplir. El nivel de conocimiento y cumplimiento de la LAM, se obtuvo sobre la base de los siguientes indicadores:

- (a) Conocimiento de la Legislación Ambiental Mexicana
- (b) Existencia de un almacén de RP y sus características.
- (c) Número de trámites realizados ante dependencias ambientales competentes

A estos indicadores de conocimiento y cumplimiento, se les agregó un sondeo de opinión en torno a los mismos, lo que permitió detectar áreas de mejora tanto para los trámites como para la LAM.

**Verificación del cumplimiento de la LAM y disposiciones que de ella derivan por parte de las dependencias ambientales federales, estatales y municipales.** Un factor determinante que promueve las buenas prácticas en el manejo de los residuos industriales, es la verificación del cumplimiento de la LAM. Es por esto que surge la necesidad de el este tema de forma objetiva, por lo que se establecieron los siguientes indicadores puntuales:

- (a) Proporción de empresas que han tenido contacto con las diversas dependencias ambientales.
- (b) Evaluación de la eficiencia administrativa y áreas de oportunidad de las dependencias gubernamentales desde la perspectiva de las empresas (clientes).
- (c) Número de inspecciones y sanciones realizadas en el periodo 1998 - 2000.

*Se encontró que existe un rezago en cuanto al conocimiento de las autoridades ambientales por parte de las empresas. Esto implica a su vez una deficiencia, en la cobertura de empresas, especialmente las más pequeñas. Al parecer el sistema de verificación ambiental que actualmente*

*prevalece, no ha logrado contactar con la mayoría de las empresas, especialmente los generadores de RP, donde el 58% no han conocido autoridad alguna que los verifique.*

**Conocimiento e implantación de programas ambientales voluntarios y medidas de prevención de la contaminación.** Sorprendentemente la proporción de empresas que han implantado SAA o participado en AA de PROFEPA es muy baja, cercano al 10% en ambos casos. Al comparar los beneficios que han obtenido las empresas al implantar un SAA o una AA de PROFEPA, es notoria la coincidencia de los mismos. Los beneficios más sobresalientes al implantar ambas estrategias, fueron evitar riesgos a la salud y al medio ambiente. Posteriormente las empresas consideraron como importante haber evitado multas o sanciones a través de estas estrategias.

**Comentarios de los encuestados sobre su desempeño ambiental y necesidades para mejorarlo.** Es evidente que las empresas más pequeñas, cuyas prácticas de manejo, conocimiento de la LAM y cumplimiento ambiental es deficiente, no están conscientes de su mal desempeño. Esta situación de desconocimiento es vista por los autores como el mayor reto a abordar en el camino hacia lograr un manejo adecuado de los residuos y mejorar el desempeño ambiental de las mismas

#### 4. Conclusiones

Las conclusiones más relevantes del estudio fueron:

**La gestión de los residuos varía en función del giro y tamaño industrial.** Los porcentajes de participación de las empresas en su generación, resultaron distintos a las reportadas en estudios previos a nivel nacional o internacional. Esta diferencia pudiera explicarse por el tipo de industria establecida en la ciudad, que es principalmente Maquiladora de tamaño mediano y grande, caso diverso a la media del país. Con esto se hace evidente el riesgo de asumir que el comportamiento de los residuos que se da en una región, sea similar en otra, cuya composición industrial y situación socioeconómica es distinta, menos aún es válido generalizar en la aplicación de indicadores obtenidos en otros países que tienen una realidad diferente a la nuestra en varios aspectos.

**La Legislación Ambiental Mexicana tiene retos muy importantes por abordar.** La opinión de los industriales encuestados fue muy clara respecto dos aspectos de la LAM que debieran mejorar:

- (a) La LAM no considera las características y necesidades intrínsecas de los distintos tipos y tamaños de empresas.
- (b) No incentiva el buen desempeño en el manejo de los residuos.

Por otra parte, el hecho de que el manejo de los RNP no esté regulado y por lo tanto no sea verificado, es una barrera muy grande que frena su reducción, aprovechamiento y valorización.

*Finalmente, es preocupante que la LAM no ha logrado plasmar el mensaje de prevención como acción prioritaria a realizar por las industrias. No existen mecanismos legales que la promuevan, mucho menos la incentiven.*

**La generación total de los RP en el Estado pudiera ser mayor al reportado por las autoridades.** Los datos de generación de residuos obtenidos en el estudio, reflejan una alta variabilidad. Este comportamiento anormal, hace imposible hacer estimaciones válidas estadísticamente en cuanto a la generación total de residuos en la ciudad de Chihuahua.

Sin embargo, la información obtenida es hasta el momento presente la más completa, sobre todo que proviene de la fuente original, es decir, es información proporcionada por los propios generadores. Considerando además que los generadores naturalmente tenderán a dar datos de generación menores a los reales (al momento de la foto todos quieren salir "bien") la estimación que se haga sobre esta base, seguramente será menor a la realidad.

Por lo tanto se realizó una estimación preliminar de la generación de residuos extrapolando los totales obtenidos por giro y tamaño, al total de las empresas del universo. Esta estimación nos da un total de 7,681.55 ton/año de RP en la ciudad de Chihuahua, la delegación de SEMARNAT en Chihuahua estima que los RP generados por la ciudad de Chihuahua corresponden al 15% del total generado en el Estado, por tanto el total de RP en el Estado de Chihuahua, pudiera estar en el orden de 51,210 ton/año.

En cuanto a los RNP la estimación nos da un total de 325,698.2 ton/año para la ciudad de Chihuahua, debido a que no hay ningún estudio, ni estimación realizada por alguna agencia gubernamental, no es posible extrapolar este dato al Estado de Chihuahua.

**La verificación del cumplimiento ambiental sí promueve el buen desempeño ambiental, pero no es suficiente.** En términos de volumen de generación, pudiera parecer que los RP generados por industrias pequeñas y micro, que participan con poco más del 4% del total reportado, no son importantes si se comparan con la generación de las medianas y grandes. Sin embargo las empresas que menos generan son también las que manejan inadecuadamente los residuos.

*Los resultados fueron consistentes al constatar que las empresas más verificadas resultaron ser las que al parecer tienen mejor desempeño ambiental.* El buen desempeño registrado en las empresas medianas y grandes (Grupo 1) se ha debido a diversos factores, pero en forma especial al trabajo titánico de verificación que las dependencias de gobierno han realizado y la reacción proactiva de este grupo de empresas ante dichas verificaciones.

Contrario a lo que ocurre con el primer grupo, el segundo grupo tiene un comportamiento muy diverso. Muchos son los factores que le impiden tener un buen desempeño ambiental. Su situación socioeconómica inestable, el no tener acceso a información ambiental práctica y asequible, no contar con tiempos y recursos suficientes para capacitación y entrenamiento en temas ambientales

De acuerdo a los resultados del estudio, los planes y programas de verificación actuales, requieren de modificaciones importantes que permitan una mayor cobertura y eficiencia:

- (a) Contar con información actualizada de los trámites, licencias y permisos proporcionada por los empresarios.
- (b) Las inspecciones a realizar por dependencias verificadoras, estén basadas en la información que proporcionan los industriales, previamente analizada.
- (c) Es importante buscar un mayor acercamiento entre los representantes de dependencias ambientales y las empresas.

**El Programa de Auditoría Ambiental Voluntario de PROFEPA y los SAA, son herramientas de desempeño ambiental en las que un número limitado de empresas han participado.** La mayoría de las empresas que han sido certificadas como Industria Limpia o están en proceso de hacerlo son grandes o medianas, estas tienen un buen desempeño ambiental y al certificarse, ven que los beneficios más contundentes son la disminución de riesgos en sus sistemas productivos y evitar multas o sanciones. Por otro lado, en el caso de las empresas que han implantado un SAA o están en proceso, los beneficios son similares a los que se obtuvieron con el AA de PROFEPA, pero aparte de éstos, las empresas reportaron otros beneficios importantes como haber logrado una ventaja competitiva, hacer más eficientes sus procesos, y algo importante, lograron ahorrar costos por disposición de residuos.

Para las empresas micro o pequeñas, cuya prioridad no es disminuir los riesgos al medio ambiente, la salud y mucho menos el cumplimiento ambiental, pues ni siquiera saben que están incumpliendo, el Programa Voluntario de AA de PROFEPA no es una opción, al contrario, sería una carga económica difícil, si no imposible de llevar. Para este tipo de empresas, el implantar un SAA en forma adecuada, pudiera ser visto como un lujo que no se pueden dar.

**Oportunidades y retos a futuro.** La oportunidad más importante detectada por el estudio, fue que a través de implantar medidas de PC se puede lograr el mejoramiento del desempeño tanto económico y ambiental en todos los tamaños de empresas. Este punto pudiera ser un factor clave que motive a las

industrias que conforman el grupo 2 descrito anteriormente, a optar por tomar este tipo de medidas que les permita mejorar su desempeño ambiental en una forma económicamente sustentable. Al implantar estrategias de PC, se comprobó que las empresas logran ser más eficientes y reducir sus costos por adquisición de materias primas y disposición de residuos, les ayuda a mejorar la imagen que tienen ante la comunidad al mismo tiempo que resulta beneficioso para la salud y el medio ambiente. Frente a dicha oportunidad se encuentran algunos mecanismos o guías que pueden facilitar el avance hacia la PC:

- (a) Establecer programas de asistencia técnica para prevenir la contaminación en la industria.
- (b) Crear y aplicar leyes que promuevan la prevención de la contaminación y sus mecanismos.
- (c) Diseminar información sobre programas y oportunidades de minimización en todo tipo de empresas.
- (d) Establecer incentivos económicos por la disminución de residuos.
- (e) Establecer programas de educación y capacitación en materia de LAM.
- (f) Crear programas de reconocimiento a aquellas empresas que obtengan grandes logros en la minimización de sus residuos.

También se detectaron algunas barreras de diversos tipos que pueden obscurecer el panorama a futuro en la implantación de proyectos de PC. Estas barreras, referidas anteriormente por Maclaren [10] y **corroboradas** por el estudio, se clasifican en 6 categorías: Económicas, de información, regulatorias, de actitud y físicas. Todo proyecto que se diseñe para avanzar en la disminución y prevención de los residuos industriales, debe considerar estas barreras en consideración.

Un aspecto importante que sobresalió, respecto a la percepción que los informantes tienen de las autoridades ambientales, fue que la actitud de sus representantes no está orientada hacia el servicio al cliente (las empresas). Aclarando que tener un buen servicio al cliente implica atender eficientemente sus necesidades, pero no significa cumplir sumisamente con sus caprichos. Mejorar el servicio al cliente tiene sus implicaciones en todos los niveles de gobierno e incluye aspectos tan mencionados por los informantes como:

- (a) Dar una imagen de organización, profesionalismo y congruencia al cliente.
- (b) Ser eficientes en los tiempos de respuesta a trámites, licencias ó permisos.
- (c) Ofrecer información clara que le permitan al cliente comprender y cumplir sus obligaciones.

## 5. Referencias bibliográficas

- [1] Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1997.
- [2] Decreto por el que se reforma la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 31 de Diciembre de 2001.
- [3] Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico en materia de Residuos Peligrosos. SEMARNAT 1988.
- [4] Promoción de la minimización y manejo integral de los residuos peligrosos. Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (Cortinas C.). 1999.
- [5] Bases para una Política Nacional de Residuos Peligrosos. Secretaría de Desarrollo Social/ Instituto Nacional de Ecología. 1994.
- [6] XIV Censo industrial, Censos Económicos, INEGI, 1994.
- [7] Propuesta de ley General para la Prevención y Gestión integral de los residuos. Grupo Parlamentario del Partido Verde Ecologista de México. 2002.
- [8] Garfias F.J. y Barojas. Residuos Peligrosos en México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/ Instituto Nacional de Ecología. Weber Editores 1995.
- [9] Cortinas C. Hacia un México sin basura. Bases e implicaciones de las legislaciones sobre residuos. Grupo Parlamentario del Partido Verde Ecologista de México. 2001.
- [10] Maclaren V. W. Appropriate Industrial Waste Management Strategies for Developing Countries. University of Toronto, 1990.

# Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en Localidades Semiurbanas Una Alternativa para Sonora

M.C. Claudia Ma. Martínez Peralta, Agosto del 2002.

E-mail: Claudia\_mtz@tec.com.mx

Uno de los aspectos del desarrollo de la sociedad es la transformación de los recursos naturales para obtener productos, los cuales se regresan al medio ambiente en forma de residuos. Se asume con facilidad que el destino de los residuos que generamos no es un asunto nuestro, sino una función de las autoridades municipales.

El estudio analiza la situación actual del manejo de basura, planteando esquemas innovadores de funcionamiento, el enfoque planteado en esta investigación: *Micro - Macrosistema*, ofrece una alternativa para el manejo de residuos sólidos municipales, tanto a nivel local como a nivel regional.

La obtención de información base es factor crítico para el establecimiento de medidas adecuadas de solución de tal manera que su implementación garantice con buen margen logros anticipados. En esta materia, no se analizaron solamente factores técnicos; los aspectos sociales, culturales, políticos y económicos son esenciales para lograr las metas propuestas dentro de un sistema integral de gestión de RSM.

Se obtuvo información de cada microsistema con la cual se identificó la situación actual de los RSM que después se integro al sistema macro. Con esta información se proponen alternativas de gestión de los residuos a nivel local y regional. La evaluación económica de estas alternativas no es económicamente favorable, que si bien no existen indicadores confiables para evaluarlos, el déficit encontrado puede ser absorbido por las localidades y reduce en gran medida la carga económica de las municipalidades.

Finalmente, para que el manejo sostenible de los residuos se convierta en un valor cultural se necesita que los individuos se beneficien en lo particular y aprecien las ventajas de esta forma de organización y de eliminación de los residuos que generan. Dicho entendimiento depende de todos, los ciudadanos como responsables de lo que generamos y la autoridad municipal como ente regulador e instrumentador.

**Palabras claves:** Gestión integral de residuos sólidos municipales, residuos sólidos domésticos, composteo, concientización, disposición de residuos, reducción de residuos, minimización de residuos, prevención de residuos, educación ambiental, reciclaje, teoría de localización, distribución de productos.

## 1. Introducción.

El desarrollo de la actividad económica del siglo XX ha tenido como resultado un incremento paralelo tanto en los niveles de producción, como de consumo [1]. La eliminación de residuos es sólo un aspecto del problema, la cantidad de residuos que producimos es el resultado de un estilo de vida insostenible. Las pautas actuales de producción y de consumo tienen que adaptarse para reducir la presión sobre los recursos terrestres, sobre todo aquellos no renovables. [2]

La producción de residuos es un indicador infalible para medir el grado de sostenibilidad del desarrollo de un país [3]. Los efectos negativos del manejo insostenible de residuos alcanzan a todas las sociedades, estos efectos se han convertido en problemas de impacto ambiental, socioeconómico, sanitario y cultural; por lo que se han dirigido esfuerzos de política ambiental importantes para prevenir las consecuencias de su generación.

Los residuos sólidos municipales –RSM, muestran una tendencia similar de generación y acumulación que las otras clases de residuos, sin embargo, sus características y las prácticas de gestión y de manejo son singulares y difieren notablemente entre si.

Si bien, el tema de RSM es común a todas las sociedades, la gestión de los mismos, todavía no se reconoce como sector formal, por lo que el problema ha sido ignorado y menospreciado, por lo que no ha contado hasta ahora con el desarrollo ni el protagonismo necesario para que el manejo sostenible de los residuos tenga prioridad.

La tradición de comprar, usar y tirar es una de las acciones que más han afectado a la gestión de los RSM, debido a la escasa infraestructura existente para el acopio y la recuperación de materiales con valor económico potencial, así como la gran diversidad de los residuos generados.

La recuperación de los recursos no es una idea nueva, sin embargo, las sociedades urbanas no han reconocido plenamente el valor intrínseco de los desechos. En la actualidad hay muchas oportunidades de recuperación de los recursos puesto que los desechos contienen materiales más variados, gran cantidad de los cuales tienen considerable valor agregado debido a los procesos de fabricación y de otro tipo. La recuperación de recursos es un reconocimiento de que estos materiales sólo se transforman en basura cuando sus propietarios los desechan o pagan para que los retiren. En la gestión de RSM es fundamental decidir si se han de eliminar o se ha de aprovechar el valor que aún tienen. Esta decisión debe de hacerse en todos los niveles de la sociedad –familiar, municipal e industrial.

La presente investigación retoma como objetivos: la postulación de alternativas viables de gestión de RSM generados en localidades semiurbanas, a nivel interno, es decir, microsistema, como a nivel externo, macrosistema, tomando como fundamento la teoría de logística de distribución de bienes y productos en sentido inverso, asociada básicamente al acopio, recuperación y reaprovechamiento de residuos. El segundo objetivo es la realización del análisis costo-beneficio de las estrategias o alternativas de gestión de RSM propuestas, a nivel micro-macrosistema.

La meta de la gestión de RSM debe ser la conservación de los recursos, incluidos el espacio y el medio ambiente comunitario que los desechos podrían contaminar, manteniendo a la vez niveles adecuados de servicios. [4].

El manejo de RSM en México, es complejo y ha evolucionado paralelamente a la urbanización y a la industrialización. Siendo esta una realidad en México, los pasos para encarar el problema de los RSM no han sido coherentes y las soluciones parciales que hasta ahora se han logrado no abarcan a la mayoría de las ciudades. La solución actual radica en esconder o enterrar los RSM, en práctica generalizada y bien conocida como “rellenos sanitarios”.

Hoy en día, la sola implementación de sistemas óptimos de tratamiento o disposición no es suficiente, es necesario crear un *pensamiento integral* que busque seguir los ciclos de la naturaleza para la detoxificación del medio ambiente; así como, la percepción consciente de lo que este problema involucra: *el consumismo*, creado en la mayoría de las veces por la misma sociedad y adoptado por otras, y la generación de desperdicio altamente aprovechable. [5].

## 2. Enfoque de la Investigación.

La presente investigación está orientada a la gestión de RSM en localidades semiurbanas de México, en las que por sus características particulares, el manejo, acopio, tratamiento y la disposición de los mismos, tienen cualidades propias [6].

Se denominan Residuos Sólidos Municipales- RSM a aquellos residuos provenientes de actividades que se desarrollan en casas-habitación, sitios de servicios privados y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso [7]. Sin embargo, para los fines de esta tesis, se consideran RSM como aquellos que se originan particularmente en casas-habitación y en servicios comerciales privados y públicos, no se incluyen residuos producto de demoliciones ni residuos no peligrosos provenientes de industrias.

Asimismo, localidad semiurbana se define como aquella que cuenta con una población entre 2,500 y 15,000 habitantes [8]; en las cuales existe concentración de sus núcleos poblacionales y sus hábitos de consumo son similares a los de una sociedad totalmente urbanizada, sin embargo todavía aproximadamente el 50% de la población depende de actividades primarias, la agricultura y la ganadería, principalmente, el 38% del actividades vinculadas al sector terciario y el restante 12 % depende del sector secundario.

## 3. Marco Conceptual.

La investigación pretende entender, evaluar y conjuntar los factores de incidencia en las localidades semiurbanas, con el fin de plantear estrategias o alternativas de gestión óptima de RSM en dos propuestas principales:

1. La primera dirigida a postular medidas de gestión de RSM hacia el interior de una localidad semiurbana como un sistema independiente, al cual se denomina como **microsistema** (a nivel semiurbano).
2. La segunda vertiente está encaminada a proponer alternativas de manejo de RSM para el conjunto de dos o más localidades que se pudieran conformar un sistema, al cual se etiquetará como **macrosistema** (a nivel regional).

La presente investigación esta sustentado en dos teorías: fundamentales: la teoría de distribución de bienes, insumos y/o productos y la teoría de localización.

La teoría de distribución de bienes, insumos y/o productos, denominada también *logística de distribución*, integra todas aquellas actividades encaminadas a la planificación, implementación y control de un flujo eficiente de materias primas, recursos de producción y productos finales desde el punto de origen hasta el consumo final [9]. Los consumidores finales reciben los bienes/productos por distintos canales de distribución.

Tomando como base los modelos de la teoría de distribución de bienes y productos, pero en sentido inverso, es posible la captación de materiales con valor económico, generados en las localidades semiurbanas consideradas (los que anteriormente fueron productos de conveniencia o de tienda, y que después se convierten en residuos). Debido a las pequeñas cantidades de RSM generados por cada localidad, y con fundamento en estas teorías se formulara una red optimizada de captación de materiales con valor económico actual, para un conjunto de 2 o más localidades.

Como parte de la estrategia de la puesta en marcha de un programa de gestión integral de RSM es importante identificar los requerimientos del canal de distribución o de captación de los mismos y crear

una estructura que soporte las operaciones logísticas deseadas. Stock y Lambert, 1987, [10] definen canal de distribución como “la colección de unidades organizacionales, internas o externas al fabricante o prestador de servicios, que realizan todas las funciones de comercialización del producto. Estas funciones incluyen compras, ventas, transportación, almacenaje, clasificación, financiamiento, orientación sobre los riesgos del mercado y suministro de información del mercado”.

El enfoque de la teoría de la localización, nos orienta a resolver los problemas de ubicar entidades, tanto en espacios discretos como continuos. Los problemas de localización de plantas corresponden a los modelos de investigación operativa que tratan de cómo ubicar almacenes, fábricas, centros de distribución, etc., para que desde estos sea posible suministrar o captar a los posibles clientes de las mercancías. [9].

Para el servicio de establecimiento de un centro de acopio o de localización de centros de acopio y de estaciones de transferencia de subproductos de RSM de las localidades semiurbanas se presume que esta teoría es la más adecuada, debido a que emplea un parámetro de ponderación que permite variaciones; dado que dicho parámetro se puede interpretar como la importancia de los diferentes puntos de demanda, tal como tamaño de la población, grado de utilización del servicio, etc., resulta usual que se tenga de él la solución óptima, por lo que se hace necesario realizar un análisis de sensibilidad sobre el mismo [11].

#### **4. Método de Investigación.**

Para lograr los objetivos de la investigación se realizarán una serie de actividades, entre las cuales se incluyen la recopilación de información preliminar, realización de muestreos de residuos sólidos municipales y la implementación de métodos para la obtención de información adicional, aplicación de encuestas, análisis de datos e información documental, obtención de resultados y la elaboración del documento final de tesis.

Según el enfoque de esta tesis de investigación se abarcarán dos dimensiones. La primera de ellas es un sistema “Macro”, con el cual se promoverá la salida de material con valor económico actual, por medio de la formulación de una red de captación de RSM entre las localidades con el fin de evitar la acumulación de residuos en las mismas. La segunda dimensión es el sistema “Micro”, donde la unidad de análisis son las casas-habitación, establecimientos comerciales, oficinas e instituciones educativas y públicas; éstas serán las células que alimentan al macrosistema. La información que se obtendrá de esta unidad se enlista a continuación y se refiere básicamente a los datos requeridos para lograr los objetivos técnicos de la presente investigación:

- ◇ Identificación de las fuentes principales de generación de residuos sólidos municipales.
- ◇ Volumen de generación total de residuos sólidos domésticos.
- ◇ Determinación del peso volumétrico “in situ”.
- ◇ Volumen de generación per-capita de residuos sólidos domésticos en Kg/hab-día.
- ◇ Determinar la composición porcentual de residuos sólidos domésticos.

##### **4.1. Microsistema.**

Para la obtención de esta información básica se requiere realizar investigación de campo en cada una de las localidades seleccionadas a nivel microsistema. La investigación inicia con determinar la fuentes de información necesarias para cumplir con los objetivos técnicos específicos de la investigación, asimismo, en realizar entrevistas y recorridos por las localidades seleccionadas, a fin de tener una

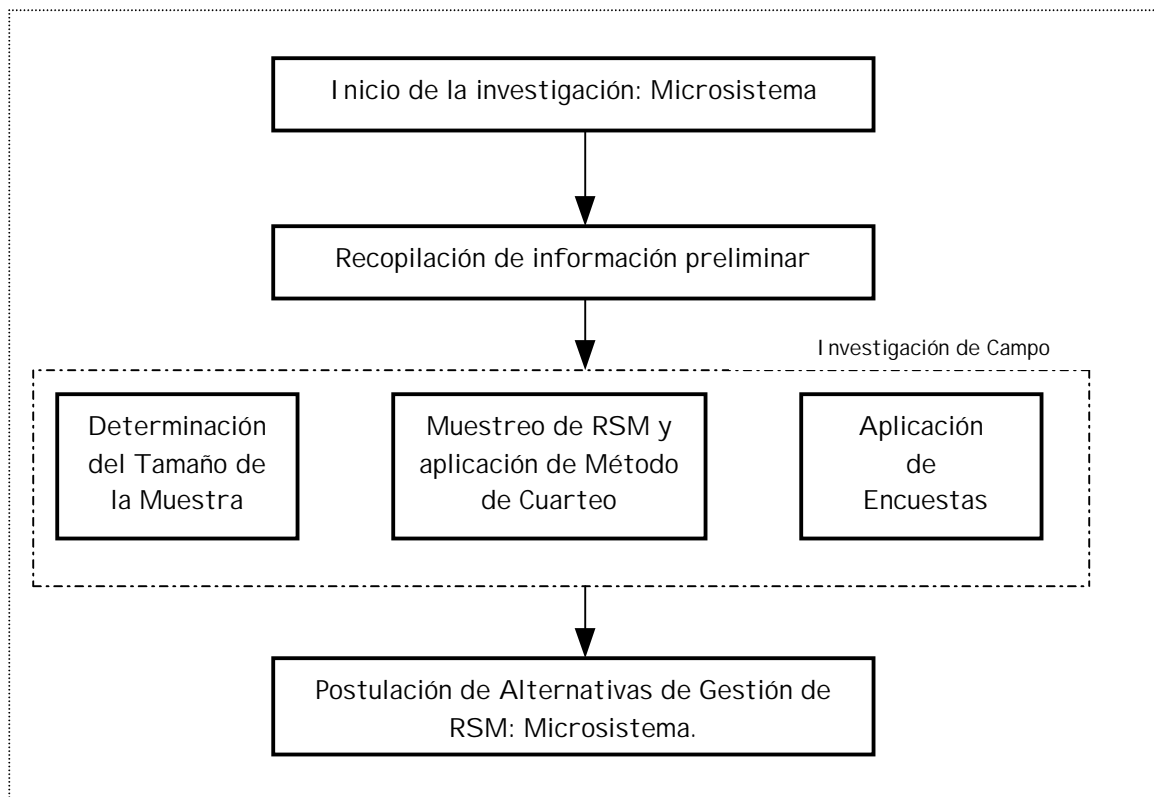


referencia acerca de la situación en el manejo de los RSM. La investigación de campo se compone de las actividades mostradas en la Figura 1.

La fase mas importante de la investigación es la realización de muestreos de RSM y aplicación del método de cuarteo. El método de cuarteo se utiliza para conocer la composición de los RSM generados por cada localidad y cada estrato socioeconómico considerado. Las actividades de esta fase se muestran en la Figura 2.

#### 4.2. Macrosistema.

El análisis del sistema Macro, incluye la identificación de las variables de gestión integral de RSM, tanto a nivel interno como a nivel externo de cada localidad. Del mismo modo, incluye la postulación de alternativas de manejo integral de RSM, sobre todo aquellas viables y sustentables según las características de cada localidad. En este análisis incluye la formulación óptima de la cadena de captación de RSM entre las localidades



**Figura 1. Esquematización del proceso de inicio de la investigación. Microsistema**

La evaluación económica, consiste en la valoración de beneficios contra costos en ambos sistemas (micro-macro), utilizando técnicas de valoración del dinero en el tiempo, en este caso, el valor presente neto.

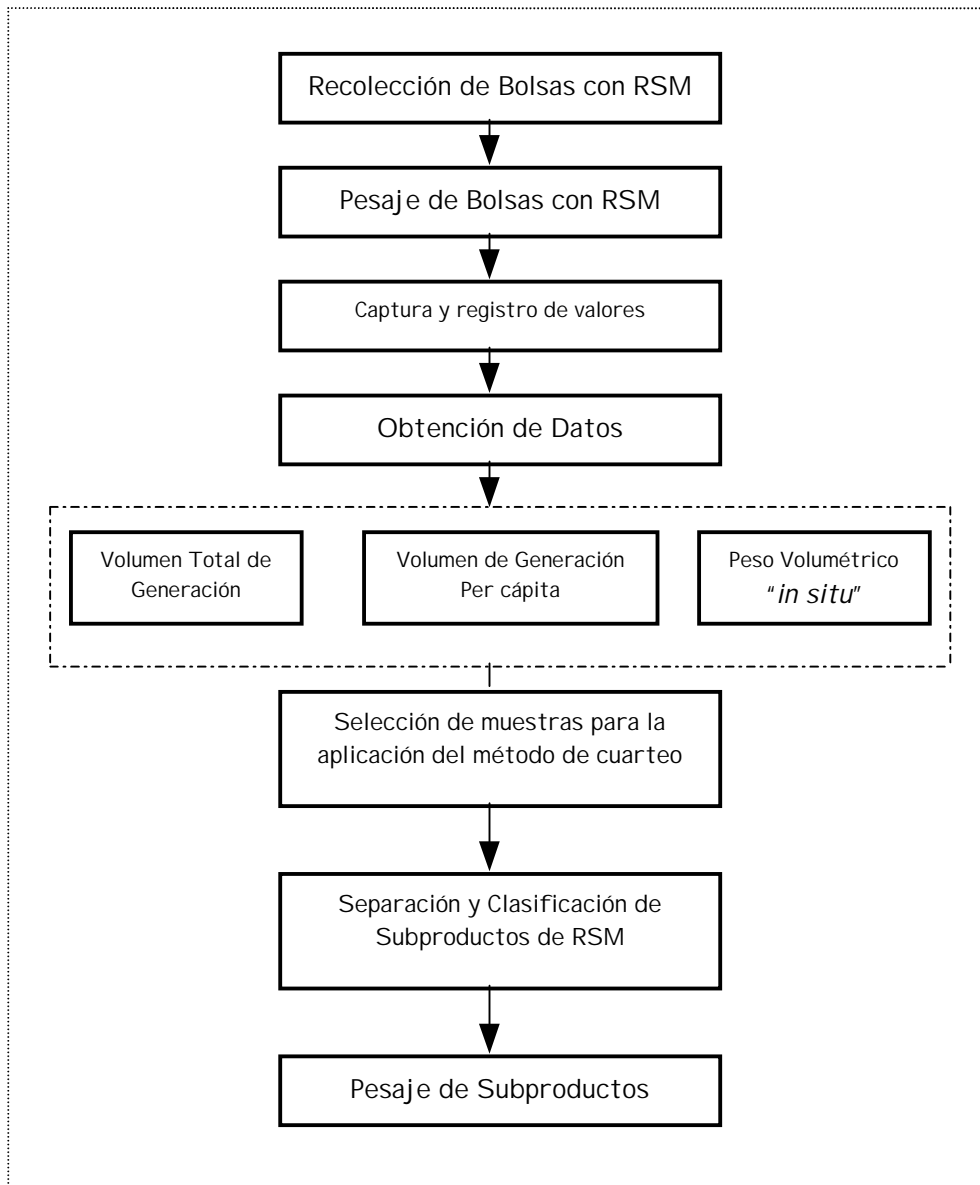
A nivel macrosistema, el planteamiento del esquema óptimo para el manejo integral de RSM depende en gran medida de las características de la región, en la cual las localidades están ubicadas, así como, de la calidad de la información de las variables consideradas para la evaluación. De la evaluación

de estas alternativas se seleccionarán las recomendaciones más favorables para eficientar la gestión de RSM en pequeñas localidades de Sonora, considerando también sus propias limitaciones.

Asimismo, a nivel microsistema, la planeación de la estrategia local de manejo integral de residuos sólidos domésticos, incluirá medidas viales de mejora del sistema de recolección, separación de basura, programas de sensibilización y concientización, medidas de prevención y reducción en la generación de residuos, etc., considerándolo como sistema independiente. Estas variables ayudaran a modelar la gestión de residuos sólidos domésticos óptima para cada localidad y a calcular los beneficios económicos de la puesta en marcha de tales alternativas [12].

## 5. Resultados y Discusión.

El propósito de describir la situación actual sobre el manejo de los RSM en comunidades semiurbanas es identificar las características particulares del funcionamiento del proceso de recolección, transporte, disposición y manejo de basura; así como, identificar los puntos de mejora y el grado de conocimiento y sensibilización de la población a los problemas que el manejo inadecuado de los residuos provoca.



## Figura 2. Procedimiento de realización de muestreos de RSM.

Las localidades semiurbanas consideradas se localizan en el Estado de Sonora, antes de entrar en el diagnóstico de la situación actual, se realizó un estudio socioeconómico y un análisis de percepción del problema por parte de la comunidad.

Los primeros resultados señalan que la infraestructura de recolección es obsoleta, el tiempo promedio de operación es de 12 años y tiende a no funcionar por ciertos periodos. La frecuencia de recolección es de por lo menos dos días a la semana. La basura recolectada por los camiones recolectores es dispuesta directamente en el tiradero municipal, ya que no existen rellenos sanitarios controlados. El análisis de percepción se determinó mediante la aplicación de encuestas. Al cuestionarse a la población su opinión acerca del servicio de limpia actual, de manera general, el 40.5 % de los encuestados lo consideraron “regular”, pero con oportunidades de mejora; el 27 % de la población manifestaron que el servicio es “malo”, el 21.5 % lo califica como “bueno”, y el 11% lo reprueban totalmente tachándolo de “pésimo”.

Al cuestionamiento fue: ¿Qué hace Ud. con los residuos si no pasa el camión recolector de basura?, el análisis muestra que el 39%, la acumula en los patios de las casas, el 35% la transporta al basurón o a contenedores públicos. El 22% recurre a acciones no apropiadas como son depositarlas en tiraderos clandestinos y quemarla a cielo abierto. El 4% restante manifestó no tener queja sobre el servicio de recolección, es decir el camión pasa siempre por sus hogares o establecimientos. Al preguntarle ¿Qué tipo de recipiente utiliza para recolectar la basura?, obtuvimos que el 77% utiliza bolsas de plástico pequeñas para recolectar la basura, así como el 13% deposita la basura directamente en botes de plástico pequeños, el 4.81% utiliza tambos de 200 litros y casi el 4% utiliza cajas de cartón o madera.

Los volúmenes de generación de RSM estimados son que el 84.13% de los residuos generados provienen de los hogares y que el 15.16% corresponde a residuos sólidos comerciales. Asimismo, durante el invierno la cantidad de desechos aumenta aprox. 30% en promedio con respecto a la temporada de verano, por esta situación el volumen per cápita de residuos fluctúa entre 600 y 1000 gramos por día. El volumen total de generación muestra un comportamiento similar al volumen per cápita, es decir durante los meses de invierno se producen más residuos que en las otras épocas del año. El peso volumétrico tiene una relación 3:1, con respecto al volumen total de generación, esto se debe que arriba del 40% de los residuos, es materia orgánica.

La composición y la clasificación de los RSM generados, es indispensable para detectar aquellos subproductos que son factibles de reducirse, reaprovecharse y comercializarse. La Tabla 1 indica la composición porcentual de los RSM generados en las localidades semiurbanas.

**Tabla 1. Composición de residuos sólidos municipales.**

<b>Composición Resumida de RSM</b>				
<b>Porcentaje ( % ) en peso</b>				
<b>LOCALIDADES</b>	<b>Estaciones del año</b>			
	<b>Primavera 21-29 Abril 2000</b>	<b>Verano 21-29 Julio 2000</b>	<b>Otoño 21-29 Oct. 2000</b>	<b>Invierno 21-29 Enero 2001</b>
<b>Periodo de Muestreo:</b>				
Materia Orgánica	44.78%	44.04%	43.18%	41.04%
Cartón	8.96%	8.81%	8.64%	8.21%

Plástico de Película PE	3.44%	3.65%	3.82%	4.12%
Papel	5.22%	5.39%	5.18%	5.46%
Vidrio Claro	3.70%	3.71%	3.83%	4.15%
Vidrio de Color	3.71%	3.78%	3.90%	4.01%
Periódico	3.80%	3.91%	3.90%	3.94%
Plástico Rígido Claro PET	2.73%	2.92%	2.93%	3.05%
Plástico Rígido Color PET	2.57%	2.49%	2.57%	2.66%
Latería	3.26%	3.43%	3.60%	3.85%
Poliuretano -PU	1.53%	1.74%	1.69%	1.61%
Residuos Peligrosos	2.76%	2.38%	2.58%	2.66%
Cartón Encerado	1.67%	1.73%	1.80%	1.57%
Trapo	1.51%	1.54%	1.41%	1.70%
Pañales	1.33%	1.06%	1.28%	1.58%
Medicamentos	1.40%	1.49%	1.43%	1.30%
Otros Metales	2.19%	2.40%	2.51%	2.60%
Bolsas Aluminadas	2.10%	2.01%	1.97%	2.16%
Otros Residuos	3.33%	3.52%	3.78%	4.33%

Fuente: Análisis de información producto de investigación de campo.

Los análisis efectuados a los RSM generados manifiestan que están compuestos de 24 subproductos diferentes, es decir, estos subproductos fueron encontrados durante la aplicación del método de cuarteo de RSM. La materia orgánica es el componente principal su valor rebasa el 40% del porcentaje en peso. Los materiales con valor económico actual encontrados son el cartón, vidrio, periódico, aluminio y plástico rebasan el 30% de participación.

El cartón es el subproducto predominante de los residuos sólidos comerciales e industriales no peligrosos, se estima que compone el 38% de los mismos. Casi el 95% del cartón producidos por los comercios y otras instituciones es factible de recuperarse y reaprovecharse, por su limpieza y calidad, sin embargo, requiere mucha mano de obra para su transporte y almacenamiento. En conjunto, el papel y el periódico alcanzan el 33%, la materia orgánica constituye el 13%, las comunidades semiurbanas.

Se estima que el 2.6% de los RSM generados en las comunidades estudiadas son peligrosos. Se identificaron 10 subproductos peligrosos, entre los que destacan las pilas y baterías con el 16% de participación y le continúan los botes de sprays con aprox. 15% y los limpiadores para baño con un poco mas del 12% del promedio global.

Los programas que se recomiendan en la gestión de los microsistemas considerados se resumen en cuatro:

- ▶ Programa de concientización en el manejo de RSM.
- ▶ Programa de compostaje comunitario.
- ▶ Sistema de separación y acopio, en la fuente y en planta industrial.
- ▶ Sistema de recolección primaria y secundaria.

La evaluación económica del microsistema tomando como base las propuestas ya mencionadas tuvo como resultado valor presente neto negativo, sin embargo, si se hace un pronóstico de las condiciones futuras que enfrentaría la autoridad municipal si no realiza el cambio de gestión de RSM, la situación es poco alentadora, debido a que los volúmenes de basura aumentan, afectando directamente al medio natural principal sustento de las comunidades semiurbanas.

El planteamiento de escenarios para el funcionamiento del sistema macro se fundamenta en el nivel de recuperación de los subproductos, los cuales se generan en los microsistemas y se les da salida a través del macrosistema.

Con el propósito de dar salida y destino a los materiales con valor comercial se propone integrar el manejo de los RSM, a un sistema integrador, que llamo Macrosistema. Se plantearon dos escenarios distintos, cada uno con diferentes formas de funcionamiento y operación. El Escenario No. 1, formula un esquema novedoso que requiere la participación comprometida de población y de las autoridades municipales encargadas de brindar el servicio de limpieza de las comunidades, El Escenario No. 2, requiere la reestructuración de los métodos de operación de la autoridad municipal encargada de prestar el servicio de limpia.

Se analizaron 9 rutas de transporte y puntos factibles para la localización de centro de acopio, estación de transferencia y un relleno sanitario regional, se obtuvo que la instalación de un relleno sanitario en la población de Carbó, Sonora presenta menores costos de distribución de los materiales. Con un volumen de recuperación de residuos del 40 % las opciones mas viables son localizar un centro de acopio en la comunidad de Pesqueira recogiendo los materiales cada 7 días, o bien instalarla en Benjamín Hill con un periodo de entrega a las empresas receptoras de cada 15 días; estas decisiones dependen de los recursos técnicos, de almacenamiento y de transporte de las municipalidades.

## **6. Conclusiones y Recomendaciones.**

Los análisis de la información indican claramente que este problema no podrá ser resuelto sin un plan para educar al público en general, al personal encargado de la recolección y disposición de los residuos y a las autoridades responsables en particular; con el fin de desarrollar la conciencia necesaria, que posteriormente se manifestará en un hábito cultural; del mismo promover la participación y el apoyo que serán necesarios para diseñar e implementar las medidas de gestión integral de RSM, que aseguren el bienestar y la salud de la población, así como, de los trabajadores del servicio de limpieza.

La integración de las unidades funcionales: Micro-Macrosistema, se realiza por medio de la recolección de los subproductos con valor económico de cada microsistema, basados en el modelo inverso del sistema de distribución de bienes y productos. Una vez que los subproductos son captados por cada comunidad (microsistema), se van a integrar para alimentar la operación del macrosistema.

La evaluación realizada para los escenarios no muestra beneficios económicos para el sistema, pero si el déficit total obtenido es dividido entre localidades, entonces, se afirma que se presenta una reducción en la carga económica que tiene el sistema actual para los municipios, además de ofrecer beneficios ambientales comunales.

Si bien la implementación de estos programas a nivel microsistema ofrecen resultados plenamente sociales; los beneficios económicos también son viables; no existen en México indicadores que permitan cuantificarlos, pero en el caso de la evaluación económica realizada en esta investigación, la selección de la tasa de descuento adecuada puede definir o acabar con la decisión de invertir en el sistema de gestión integral de RSM; sin embargo se deben de buscar otros esquemas de financiamiento por que al final el servicio de limpieza tiene que prestarse y es más eficiente si se presta bien a la primera, considerando de igual manera los costos ambientales y sociales.

Del mismo modo, según la situación encontrada en las localidades, en cuanto a las prácticas llevadas a cabo por la población, no es necesario partir de cero para diseñar el proceso de manejo de RSM que realmente cumpla con las expectativas de la población; esto es importante para establecer la estrategia y el conjunto de acciones apropiadas para introducir un cambio en la visión hacia los RSM por parte de la población; lo cual debe formar parte de un plan a largo plazo.

Se recomienda la adopción de políticas y reglamentación relacionada al manejo de los RSM. La reglamentación generará condiciones en las cuales muchas localidades semiurbanas individuales abandonarán la idea de enterrar los todos residuos y contar con sus propios rellenos sanitarios y se vincularán a proyectos regionales (redes de acopio, recuperación y comercialización de RSM) que las lleve a obtener mayores beneficios ambientales, sociales y económicos.

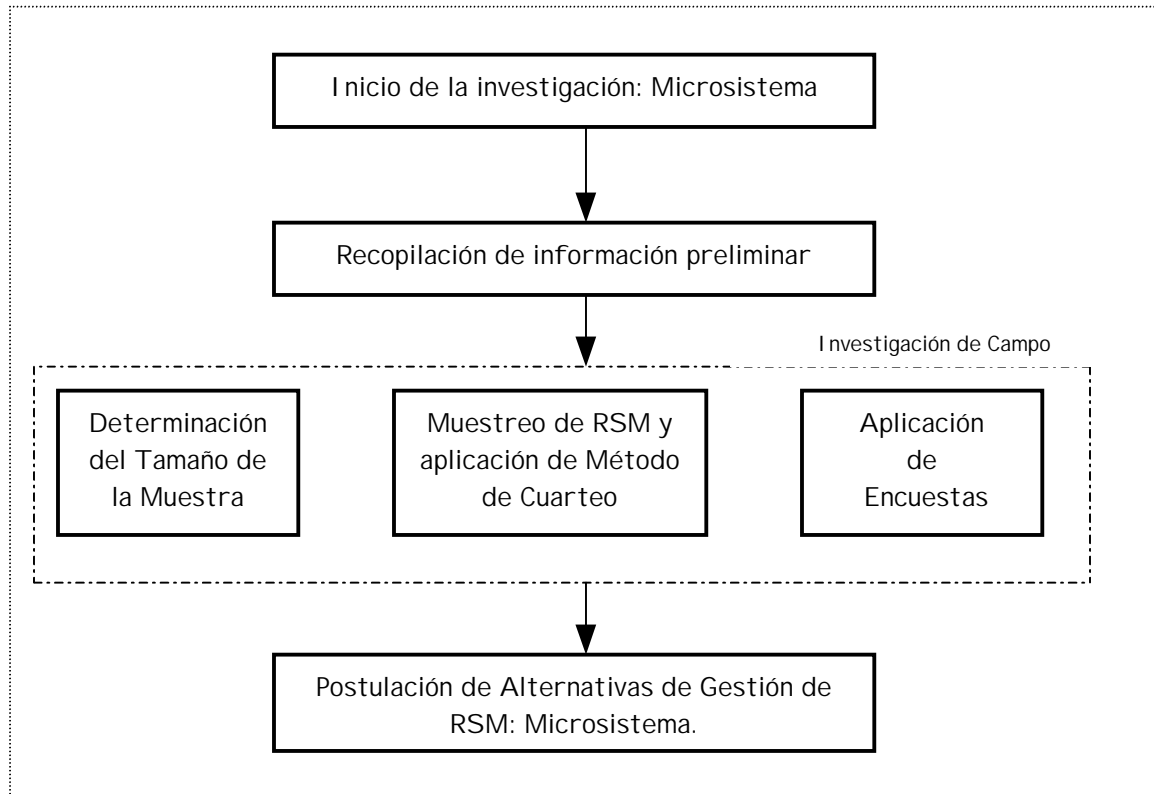
Si la situación permanece como hasta ahora, los prospectos para el futuro no son muy atractivos; el esfuerzo y los gastos requeridos serán considerables en términos de inversión a largo plazo. Sin embargo, si es problema es atacado a tiempo, con firmeza, dedicación y con apreciación de la magnitud de los costos económicos y sociales implicados en el manejo de los residuos sólidos municipales; a través de un proceso comprensivo y racional, se obtendrá un sistema socioeconómico balanceado que controlará en forma racional tanto la cantidad como las características y composición de los residuos; se recogerá todos aquellos materiales que se requieran ser removidos, se recuperará en forma creativa todos aquellos que puedan ser usados nuevamente y en forma apropiada se dispondrá de todos aquellos que así lo requieran. Necesitamos actuar pronto.

## 7. Referencias.

- [1] Jacobsson, N. 2000. Emerging Product Strategies. Selling services of remanufactured products. Disertación. The International Institute for Industrial Environmental Economics. Universidad de Lund. Suecia. 193 pp.
- [2] Förstner, Ulrich. 1996. Umweltschutz Technik. Springer Verlag, Alemania. 594 pp.
- [3] Comunidades Europeas. 2000. La UE apuesta por gestión de residuos. Comisión Europea. Dirección General del Medio Ambiente. Alemania. 20 pp.
- [4] Bartone, C. R. 1990. Gestión, Recuperación y Reciclaje de los Desechos Municipales: Estrategia para la Autosuficiencia en los Países en Desarrollo. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Banco Mundial. Washington. Estados Unidos. 11 pp.
- [5] Perla, Maria. 1997. Community composting in developing countries. BioCycle June 38(6):48-51.
- [6] Martínez, Claudia y Gertrudis Yanes. 2001. Manejo Integral de Residuos Sólidos Municipales en Benjamín Hill, Sonora. Dirección de Planeación al Desarrollo Sustentable. Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 110 pp.
- [7] SEDESOL, 1995. Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente. México, D. F. 127 pp.
- [8] INEGI, 2001. XII Censo General de Población y Vivienda. Resultados Definitivos. Aguascalientes, Ags. México. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- [9] Fernández García. 1995. Análisis de Sensibilidad en Teoría de Localización. Departamento de Estadística Operativa. Universidad de Sevilla. España. 33 pp.
- [10] Stock, James and Douglas Lambert. 1987. Strategic Logistics Management. European Journal of Operational Research. March 12(4):123-135.
- [11] Chung Piaw, T., Ou Jihong and Goh Mark. 2001. Impact on inventory costs with consolidation of distribution centers. IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers) February 33(2):99-110.

[12] Tanskanen, Jutta-Heikki. 2000. Strategic planning of municipal solid waste management. Resources, Conservation and Recycling August 30(2):111-133.

**Figura 1. Esquematización del proceso de inicio de la investigación. Microsistema**





# Sistema de protección de taludes en rellenos sanitarios a partir de llantas de desecho

Israel Lewites Cornejo, Martín H. Bremer Bremer

Tomando en cuenta los problemas que existen para la disposición de las llantas de desecho generadas anualmente en Nuevo León y la severa erosión en los taludes de los rellenos sanitarios aunada a la necesidad de revegetar estas áreas previo a su clausura, en este trabajo se propone y evalúa un sistema de protección de taludes a partir de llantas de desecho.

La evaluación está orientada a precisar, cualitativa y cuantitativamente, los efectos del sistema sobre la erosión en el talud, así como la factibilidad de financiar su aplicación a través de las actuales tarifas de recepción de llantas en un determinado relleno sanitario.

Palabras clave: Llantas de desecho, Rellenos Sanitarios, Erosión

## 1. Introducción

Al terminar su vida útil, las llantas para vehículos se convierten en un desecho no biodegradable y perjudicial para el medio ambiente en general. Además, su forma física y su dispersión geográfica plantean un gran riesgo a la salud pública y dificultan su manejo y disposición final [1].

Según datos del INEGI [2], en México, para 1999, la producción de llantas alcanzó 21.3 millones de unidades aproximadamente. A este número hay que sumarle 8 millones de llantas de desecho que anualmente son importadas de los Estados Unidos. Un total de 29.3 millones de llantas debe ser manejado dentro del territorio nacional, con los gastos que esto implica.

En Nuevo León la Subsecretaría de Ecología [3] admite no contar con datos precisos sobre la generación de llantas de desecho y su destino dentro del estado. La fuente de donde se puede inferir el número de llantas que eventualmente serán desechadas es el registro vehicular de donde se obtuvo:

**Tabla 1.** Llantas en uso en Nuevo León, **Vialidad y tránsito del estado de Nuevo León** dic. 1999

Tipo de transporte y clase de servicio	Total de unidades	Total de llantas en uso	% del total de llantas
Nuevo León	642,743	2,845,232	100.00
Automóviles	596,114	2,384,456	83.81
Camiones de pasajeros	1,888	7,552	0.27
Camiones de carga	44,741	453,224	15.93

Gran cantidad llantas de desecho se han dispuesto y usado inadecuadamente, por ejemplo como combustible en hornos sin control de emisiones [4]. En Nuevo León, como en muchos otros estados, la quema de llantas por las ladrilleras es ilegal, sin embargo se sigue realizando clandestinamente y sin ningún registro cuantitativo.

En el reporte generado por la EPA "Emisiones al Aire de la Combustión de Llantas Usadas" [5] se afirma lo siguiente: "Se ha demostrado que las emisiones al aire provenientes de la quema de llantas a cielo abierto son más tóxicas, por ejemplo mutagénicas, que las provenientes de un combustor, sin considerar el combustible. Las emisiones provenientes de la quema de llantas a cielo abierto incluyen: contaminantes tales como partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y compuestos orgánicos volátiles (COVs), hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPs), dióxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, bifenilos policlorados (PCBs); y metales tales como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo, y vanadio. Estos contaminantes desprendidos en un incendio de llantas a cielo abierto pueden representar peligros agudos y crónicos. Dependiendo de la duración y grado de exposición, los efectos a la salud podrían incluir irritación a la piel, ojos y membranas mucosas, trastornos a las vías respiratorias, sistema nervioso central, depresión y cáncer".

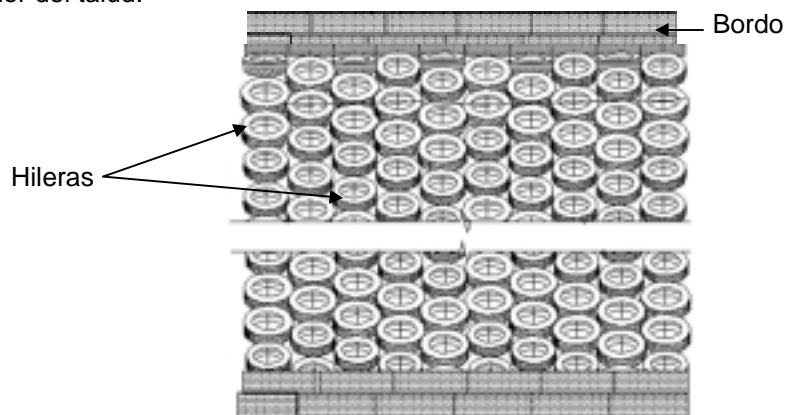
Como una segunda problemática de interés se encuentra la erosión en taludes de rellenos sanitarios. La estructura de los rellenos sanitarios llega a elevarse varios metros, generando taludes perimetrales que pueden tener pendientes muy pronunciadas. La pendiente pronunciada, aunada a la impermeabilidad de la cubierta final, ocasiona que casi toda el agua que cae sobre el talud se convierta en escurrimiento superficial con altos niveles de energía cinética. Bajo estas condiciones la erosión se presenta con gran intensidad.

La manera más efectiva de combatir el efecto erosivo es a través del desarrollo de cubierta vegetal. Por otra parte, las plantas son estéticamente fundamentales e imprescindibles en las obras de clausura del relleno sanitario [6].

## 2. Metodología

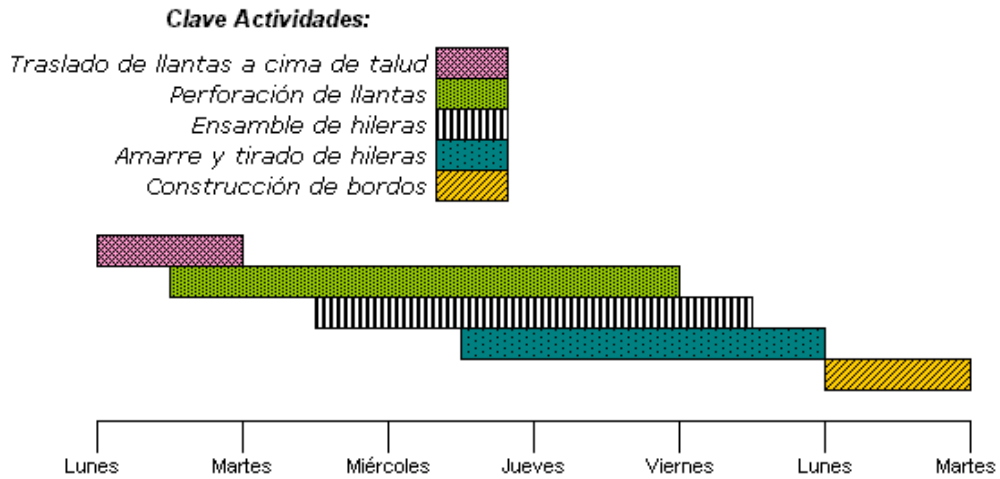
La aplicación experimental del sistema de protección de taludes a partir de llantas de desecho se realizó en una trinchera clausurada del relleno sanitario verde SIMEPRODESO, el cual se encuentra ubicado en la carretera a Colombia kilómetro 10.5, municipio de Salinas Victoria, Nuevo León.

El sistema aplicado consiste, básicamente, en la cobertura del talud por medio de múltiples hileras de llantas de desecho. Cada una de estas hileras está sostenida por una cuerda sujeta a un ancla en la parte superior del talud.



**Figura 1.** Vista frontal sistema de protección de taludes

Se instalaron veinte hileras, lo que implicó la utilización de, aproximadamente, 700 llantas de desecho. Se contó con un equipo de cuatro trabajadores y el cronograma de actividades fue el siguiente:



**Figura 2.** Cronograma de actividades: Instalación de 20 hileras con 4 trabajadores

Posterior a la instalación de las hileras de llantas, éstas fueron rellenas parcialmente con residuos de jardinería y tierra.



**Figura 3.** Hileras de llantas previo a ser rellenas con tierra



**Figura 4.** Hileras de llantas rellenas con tierra

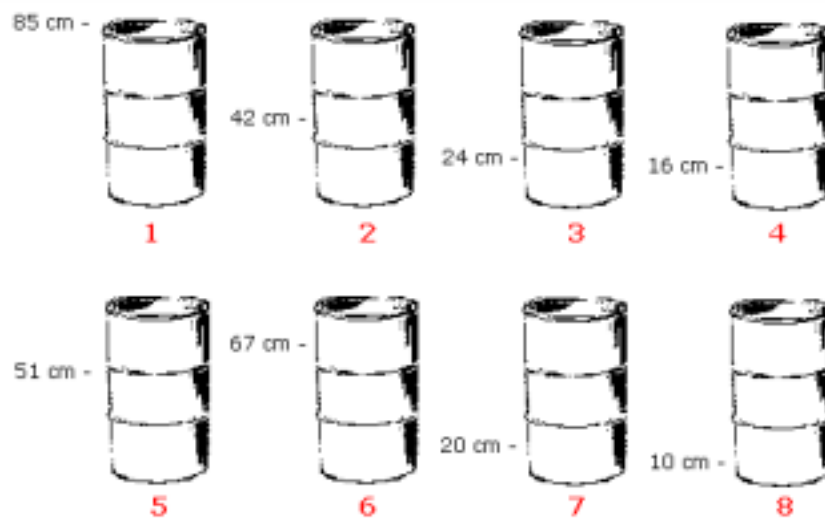
Una vez instalado el sistema y rellenas las llantas, se monitorearon los efectos erosivos. Una técnica utilizada fue la recolección directa de sedimentos en barriles situados en la parte inferior del talud protegido por llantas y de un talud sin protección que sirviera como testigo.



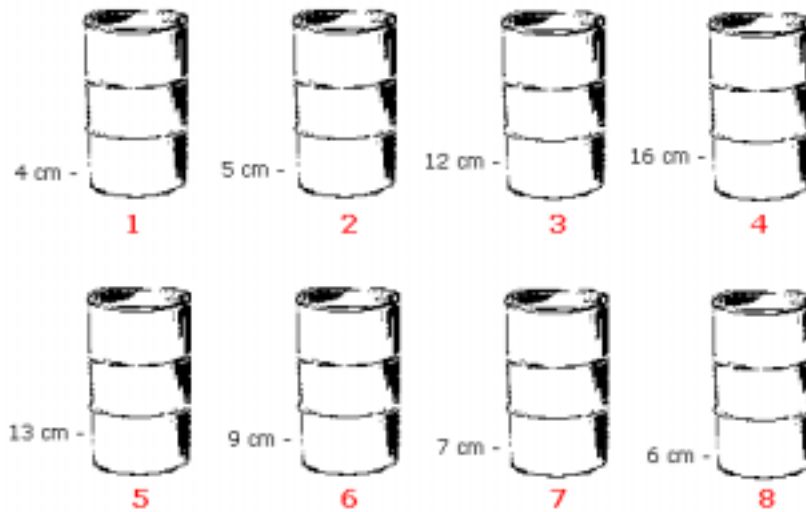
**Figura 5.** Sistema de recolección de sedimentos

### 3. Resultados y discusión

Tras resistir seis eventos de lluvia comprendidos entre el 8 y el 16 de julio (con intensidad máxima de 26 mm/hr y un total acumulado en milímetros de 94.5), se estimó, en base a los sedimentos recolectados bajo el talud protegido y el testigo, que el sistema redujo la erosión en un 83%. Esta reducción supera la lograda por una malla de yute (reducción del 70%) [7] y comparable a 3.4 toneladas de residuos de paja fijadas en una hectárea de terreno (reducción del 80%) [7].



**Figura 6.** Niveles de sedimentos en barriles de testigo



**Figura 7.** Niveles de sedimentos en barriles en talud protegido

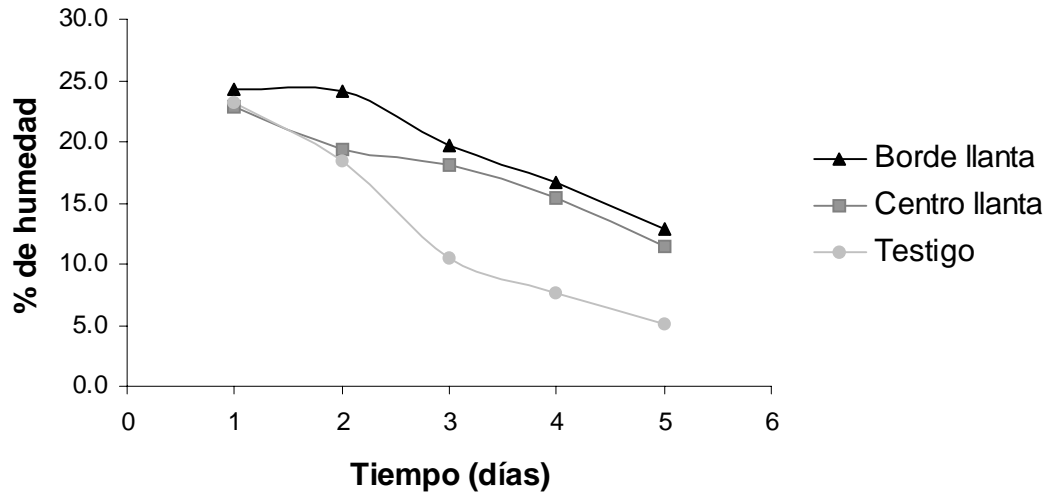


**Figura 8.** Comparación entre barriles que acumularon más sedimentos (a) en testigo, (b) bajo talud protegido

El efecto de protección que logra el sistema puede adjudicarse a:

- (a) Disminución del área expuesta a impacto de gotas: La erosión laminar es, principalmente, resultado del impacto de las gotas de lluvia, las cuales desprenden las partículas del suelo. Las llantas implican una disminución del área de talud directamente sometida a las gotas en aproximadamente un 45%.
- (b) Formación de lamina amortiguadora: A esto debe sumarse que la energía cinética de las gotas de lluvia disminuye cuando en el suelo se presenta una lámina de agua suficiente para evitar el impacto de las gotas. Las llantas al retardar el flujo del agua contribuyen a generar esta lámina amortiguadora más rápidamente, la cual tiene la doble función de incrementar el tirante y, con esto, la carga hidráulica que impulsa la infiltración del líquido en el suelo.
- (c) Materia vegetal incluida en el suelo: los residuos de jardinería fomentan la infiltración y le confieren al suelo estructura más resistente al paso del agua.
- (d) Recaptura de material suelto: muchos de los sedimentos, aunque son arrancados, no abandonan las llantas dada la forma física de éstas.

Las llantas también logran una mayor retención de la humedad, al implicar una barrera física para el transporte del agua a través del suelo:



**Figura 9.** Contenido de humedad (en términos de peso seco) de testigo y suelo en interior de llanta

De esta forma se logró generar al interior de las llantas condiciones propicias para el desarrollo de hierba silvestre, el cual estuvo principalmente orientado a las llantas donde se colocaron residuos de jardinería: en un 85 por ciento de las llantas que contenían residuos se gestaron plantas, mientras que sólo en un 10 por ciento de las llantas que contenían solamente tierra se mostró algún tipo de gestación.



**Figura 10.** Gramínea silvestre en llanta

El costo estimado por colocación de llanta fue de 11.6 pesos, el cual se distribuyó porcentualmente de la siguiente forma:

**Tabla 2.** Distribución porcentual de costo

Insumos	%
Materiales	13.87%
Mano de Obra	74.62%
Equipo	08.82%
Subcontratos	02.69%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>

#### 4. Conclusiones

El sistema ofrece una reducción de los efectos erosivos en un 83%, esto permite que pueda retenerse en las llantas materia orgánica y tierra adecuada para el desarrollo de cubierta vegetal.

El sistema pueden implicar una ganancia de volumen en el relleno sanitario de, aproximadamente, dos metros cúbicos por cada diez metros cuadrados de talud, al disponer de llantas y residuos de jardinería.

No existieron problemas de encharcamiento o retención de agua que causaran el desarrollo de mosquitos.

Bajo las condiciones de trabajo en que se ejecutó el experimento, el sistema no es autofinanciable a partir únicamente del cobro realizado por la operadora del relleno, pues el costo de instalación excedió la tarifa actual de recepción cobrada por llanta (11.6 pesos contra 7 pesos). Sin embargo el proceso de instalación admite muchas mejoras que pueden abatir sustancialmente los costos, especialmente en la mano de obra que implica un 74.6 % de los costos totales.

Por otro lado, también debe tomarse en consideración que el sistema reducirá sustancialmente la necesidad de mantenimiento y reparación de los taludes (y costos asociados), así como el aumento mencionado de la vida útil del relleno (lo cual genera ahorros) y la reducción de obras necesarias para el cierre final de la planta.

#### 5. Referencias

- [1] Tchobanoglous G., H. Theisen & S. A. Vigil. Integrated Soil Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. Mc Graw Hill. Singapore. (1993).
- [2] XV Censo Industrial. Censos económicos. Industrias manufactureras. Subsector 35. Producción de sustancias químicas y artículos de plástico o hules. Productos o materias primas. INEGI, México. (1999).
- [3] Subsecretaría de Ecología del Gobierno del estado de Nuevo León <http://200.23.40.4/pagina/Gobierno/Secretarias/secretarias/seduop.htm>
- [4] Gobierno del estado de México. Secretaría de Ecología <http://www.edomexico.gob.mx/se/ladrillo.htm>
- [5] Environmental Protection Agency, 1997, "Emisiones al Aire de la Combustión de Llantas Usadas"
- [6] Noriega Crespo, María del Pilar. Metodología para la evaluación y corrección de un sitio destinado a la disposición final de residuos sólidos municipales. Tesis de Maestría. ITESM. Monterrey, Nuevo León. (1999).
- [7] Gray, Donald H & Robbin B. Sortir, 1996, Biotechnical ans soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control, John Wiley & sons, EUA.

**Área: Ingeniería**  
**Coordinador de área: Dr. José Arturo Ortiz Peralta**

**Manufactura**

**Coordinador de mesa: Dr. Jorge Alejandro Manrique Frayre**



**PERFORMANCE OF CrN/MoS<sub>2</sub>(Ti) COATINGS FOR STAMPING DIES.** Olimpia Salas, Departamento de Ingeniería Mecánica, Campus Estado de México, ITESM; Stacy Carrera, John J. Moore, Eli Sutter, Advanced Coatings and Surface Engineering Laboratory (ACSEL), Colorado School of Mines, 1500 Illinois St., Golden CO 80401-1887, USA; Asher Woolverton, Fiberguide Industries, 3409 E. Linden St., Caldwell ID 83605, USA

A CrN/MoS<sub>2</sub>(Ti) coating was developed in order to improve the tribological characteristics of single CrN coatings for stamping operations. The MoS<sub>2</sub>(Ti) coating was produced by PVD closed field unbalanced magnetron sputtering on CrN coated stainless steel substrates. The tribological performance of both, the single CrN coating and the CrN/MoS<sub>2</sub>(Ti) coating was evaluated and compared. Characterization of the coatings included: scratch testing, wear testing, nanoindentation, x-ray diffraction, optical and scanning electron microscopy. The CrN coating exhibited excellent adhesion, hardness and stiffness. However, adding the MoS<sub>2</sub>(Ti) layer led to a significant improvement in the tribological properties, while maintaining the good adhesion characteristics of the underlying CrN layer. A maximum wear volume and coefficient of friction reduction of 95% was observed. Surface roughness of the coatings did not play a major role on the tribological properties. The results of this work provide with enough evidence to consider the CrN/MoS<sub>2</sub>(Ti) coating as a promising alternative for die stamping dies.

**TRIBOLOGICAL BEHAVIOR OF CANDIDATE COATINGS FOR AL DIE CASTING DIES**, Olimpia Salas, Departamento de Ingeniería Mecánica, Campus Estado de México, ITESM; Kurt Kearns, Stacy Carrera and John J. Moore Advanced Coatings and Surface Engineering Laboratory (ACSEL), Colorado School of Mines, 1500 Illinois St., Golden CO 80401-1887, USA

Candidate coatings on H13 steel substrates aimed at improving the tribological performance of die casting dies for the Al foundry industry have been extensively characterized. The study is a part of a comprehensive research program whose objective is to design a multilayer coating system that encompasses all the requirements to provide increased surface die performance and die life. The coatings investigated were: CrC, CrN (2), ZrN, MoNx, MoZrN, TiAlN, TiN/TiC, TiB<sub>2</sub>/TiC, NiAl, NiAlN, MoSiC/SiC, Ti-B-C-N, Cr<sub>3</sub>Si and a control sample that was subjected to a carbonitriding thermochemical treatment. The characterization included: scratch testing, wear testing + optical profilometry, microhardness, optical microscopy and x-ray diffraction. Several wear behavior and adhesion behavior modes were identified based on the morphological characteristics of the wear and scratch marks and the results of the tests. Wear and adhesion properties seem to be mainly controlled by the brittle or tough nature of the coating and only marginally by their coefficient of friction, hardness or roughness. Only a few of the candidate coatings had concomitant good wear and adhesion performance.

# Análisis computacional de la herramienta de perforación de tubos sin costura durante el proceso de manufactura

Jorge A. Cortés Ramírez, Guillermo Morales Espejel,  
Anthony Skrypinski, Marcelo Regio y Francois McKenty

En el presente trabajo se describen los cambios térmicos de la punta de perforación utilizada para la manufactura de tubos sin costura, se determinan las diferentes zonas térmicas en el perfil de la herramienta, se identifican las propiedades térmicas, las condiciones de transferencia de calor y de fase, se predice la microestructura y finalmente la condición mecánica de la herramienta en operación. El objetivo se persigue mediante un estudio analítico para identificación de las constantes térmicas y un estudio por elementos finitos en 2D, para desarrollar una primera aproximación de las condiciones térmicas del material basándose en las conductividades térmicas de las microestructuras deducidas. Con la distribución de conductividades y las condiciones térmicas en equilibrio, se aproxima el estado térmico de la herramienta y se realiza una segunda aproximación de las condiciones térmicas acoplada con un análisis de fluidos en 3D por volúmenes finitos justificando la relación del flujo de refrigerante con el enfriamiento de la herramienta. Por otro lado, el análisis térmico acoplado con el análisis de fluidos revela las presiones en el interior de la punta explicando la relación del sistema de enfriamiento y la cantidad de calor en el material. Concluyendo con un criterio de la condición del sistema de enfriamiento interno y una opinión del material de la herramienta.

---

Dr. Jorge A. Cortés Ramírez, Centro de Manufactura, ITESM Campus Monterrey.  
Dr. Guillermo Morales Espejel, Engineering and Research Centre, The Netherlands.  
Dr. Anthony Skrypinski, UPRM, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus.  
Dr. Marcelo Regio, Ecole Polytechnique de Montreal, Montreal, QUE, Canadá.  
Dr. Francois McKenty, Centre de Recherche en Calcul Appliqué, (CERCA), Montreal Canadá.

## **MECHANICS PROBABILISTIC OF SELF-AFFINE CRACKS IN FRAGIL MATERIALS**

I. Campos <sup>1\*</sup>, A. Balankin <sup>2</sup>, A. Bravo <sup>3</sup>, A. García <sup>3</sup>,

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México, Departamento de Ingeniería Mecánica.

<sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, Departamento de Ingeniería Mecánica.

### ***ABSTRACT***

The standard mechanical tests were employed to the study of mechanical properties (Young modulus, yield an ultimate strength, fracture toughness) of dental plaster prepared with use different power-water ratios. The statistical variations of mechanical properties associated with material inhomogeneity are determined. The relations between mechanical properties and plaster density (porosity) are also analyzed. Experimental data are discussed within a framework of statistical mechanics of self-affine cracks in inhomogeneous materials.

It has been established that the fracture surfaces can be considered as self-affine objects. The last concept, it is used in fractal theory, which manages the symmetry in wide range of objects and phenomenon's of the nature. The evaluation of a new probabilistic model was interpreted which is formulated to characterize the mechanics of self-affine cracks in elastoplastic materials, the functionality of the probabilistic model it was interpreted with success in previous works with compound materials, and now it is related with the material gypsum rock (dental plaster).

The propagation of cracks, their roughness, self-affine interpretation, was developed in plates of dental plaster stone with a very thin thickness, the use of computational software verificates the Hurst exponent in self-affine cracks.

The verification of experimental data results of experimental procedure fit different probability distributions who are analyzed. Likewise, the results are analyzed for the physical implications of the problem, and the short term perspectives of the research.

---

\* Corresponding autor: Tel: (01) 5554832198 e-mail: [icampos@campus.ccm.itesm.mx](mailto:icampos@campus.ccm.itesm.mx)

**On The Elliptic Balance Method.** Alex Elías-Zúñiga, Department of Mechanical Engineering, Campus Monterrey, ITESM; Email: aelias@itesm.mx

In many practical situations a pair of coupled, damped, homogeneous nonlinear ordinary differential equations model the dynamical behavior of mechanical systems. For example, these equations arise during the process of studying the mechanical response of systems such as strings, beams, absorbers, plates, and so on. In general, the exact solution of these types of equations is unknown and hence, numerical integrations, perturbation techniques or geometrical methods have to be applied in order to obtain their approximate solution. A large number of studies of the nonlinear behavior of these systems have been made using perturbation techniques; however, the vast majority dealt with weakly non-linear systems, i.e. with small values of the non-linear parameter  $\varepsilon$  or light damping  $\nu$ .

The objective of this work is to apply a novel perturbation technique developed by Alex Elías-Zúñiga and called the Elliptic Balance Method (EBM) to obtain the approximate solution of nonlinear two degree of freedom systems. Two examples are presented to compare the EBM solution with numerical integration. The first is related to a damped, nonlinear system with two degrees of freedom that describes the dynamical behavior of a viscohyperelastic simple shear suspension system with an undamped linear absorber, and the second is related to a proposed damped, nonlinear mechanical model. It will be shown that its amplitude-time response can be accurately described by the EBM solution even for moderate values of the damping coefficients  $\nu_i$  and the non-linear parameter  $\varepsilon$ .

# CYCLE TIME REDUCTION IN ROUGH MILLING OPERATIONS OF TITANIUM ALLOYS

Amparo Treviño y Ciro A. Rodríguez

This study is focused on the rough milling operations of titanium alloy (Ti-6Al-4V), with shell-mill cutter and indexable inserts (coated tungsten carbide). A methodology is presented here to use off-line screening testing to support the selection of new cutting tool designs and cutting conditions, while minimizing the risk and cost associated with production testing. A case study demonstrating the benefits of this methodology is presented, following the established steps: a) off-line screening testing, b) technical evaluation in production operations, and c) economic evaluation. During this case study a 4-axis milling center was used to emulate 5-axis milling operations, reducing testing costs.

## LIST OF SYMBOLS

VB	flank wear	mm of in
ae	radial depth of cut	in
ap	axial depth of cut	in
D	cutting tool diameter	in
fz	feed per tooth	in/tooth
N	spindle speed	rev/min
Vf	feed rate	in/min
Vc	cutting speed	ft/min
T	machining time	min
Z	number of cutting edges	-
MRR	material removal rate	in <sup>3</sup> /min
MR	material removal	in <sup>3</sup>

*Keywords: Tool wear, Milling, Titanium alloy, Cycle time reduction, Carbide tools.*

## 1. INTRODUCTION

With an excellent combination of mechanical properties and corrosion resistance, titanium alloys are extensively used in high performance applications such as gas turbines and aircraft applications. However, titanium alloys are difficult to machine due to a) low thermal conductivity, b) reactivity with cutting tool materials and c) low elastic modulus [1]. Almost every cutting tool is highly reactive with titanium alloys causing rapid wear at high cutting speed. Also, due to its low modulus of elasticity, titanium alloys yield under the pressure of the cutting tool and tends to weld to the tool. The general recommendations for machining titanium alloys are: a) slow cutting speeds, b) high feed per tooth, c) generous supply of coolant, d) sharp tools and e) rigid setups [1].

---

M.S. Amparo Treviño, Research Assistant, C. de Sist. Integrados de Manufactura, ITESM Campus Mty.  
Dr. Ciro A. Rodríguez, Professor, C. de Sist. Integrados de Manufactura, ITESM Campus Mty.

## Motivation

In world-class manufacturing, the continuous improvement mind set operations dictates that cost reductions are pursued in all fronts. In general, the productivity of current titanium machining operations is low due to the slow cutting speeds required for an economic tool life. Therefore, as new commercial tool grades are developed, techno-economic evaluations of these machining operations are frequently needed to find the best combination of cutting tools and process parameters.

A literature review indicates that most machinability studies associated with titanium alloys concentrate on turning operations and orthogonal cutting [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]. There are relatively few studies of machinability for milling operations on titanium alloys [11] [12]. The present study reports findings on rough milling operations with shell mill and indexable inserts (coated tungsten carbide) [13].

## Objective

The overall objective of this work is cycle time reduction in rough milling operations of titanium alloys through cutting tool performance monitoring and economical considerations. The results presented here correspond to the rough milling operations of titanium alloy Ti-6Al-4V with shell mill and indexable inserts.

## 2. METHODOLOGY

### Off-line Screening Testing

When faced with the need to optimize machining operations, extensive experimentation is always required. Therefore, testing of cutting tool alternatives on the production floor becomes an expensive undertaking. Off-line screening testing provides a means to achieve the same goal as on-line testing (on the production floor), at a reduced cost and risk. Figure 1 shows some of the factors to consider when designing an off-line screening test. It is important to carefully examine each of these factors in order to ensure that the results from off-line screening tests are valid for on-line machining.

The main advantages of using off-line screening tests are the following:

- **Cost.** Off-line screening testing is carried out away from the production floor and machinery. Therefore the regular production is not disrupted, reducing the cost of testing. In addition, with a proper test design, less expensive machines can be used to gain the same information as with production machinery.
- **Risk.** When testing cutting tools for roughing operations, the risk of catastrophic failure is taken away from the production equipment.

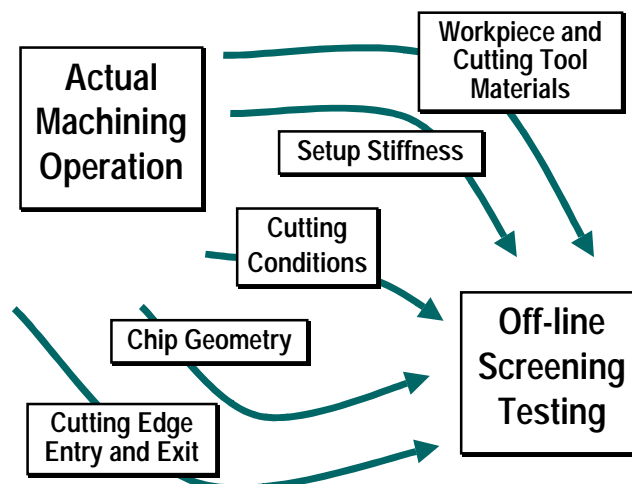


FIGURE 1. FACTORS TO CONSIDER IN OFF-LINE SCREENING TESTING

## Technical Evaluation in Production Operations

Off-line screening testing should provide a few cutting tool alternatives with high probability of success during production. These alternatives are tested at the production floor with detailed documentation of process parameters and careful monitoring of relevant process variables.

## Economic Evaluation

Once cutting tools with appropriate technical performance are found, there is a need to evaluate the economic aspects of the machining operations. Some of the economic aspects to consider are the following:

- **Bottle neck operation.** Time savings in machining operations are directly translated into higher product throughput and income.
- **Non-bottle neck operation.** Time savings in machining operations can help eliminate a production shift.
- **Cutting tool unit cost.** Cutting tools with better technical performance need to have a reasonable cost in order to be considered as viable alternatives. The reference for evaluation should be the cost per cutting edge (as opposed to the cost per insert).
- **New cutter investment.** Many indexable cutting tools have proprietary insert designs. This means that when considering a cutting tool from a different brand, the investments in new cutters need to be considered.

## 3. RESULTS

### Experimental Setup for Off-line Screening Testing

The type of commercial cutting tool evaluated in this study is shown in Figure 2. This shell mill with indexable inserts has a diameter of 2.5" and is held by a CAT-50 adapter.

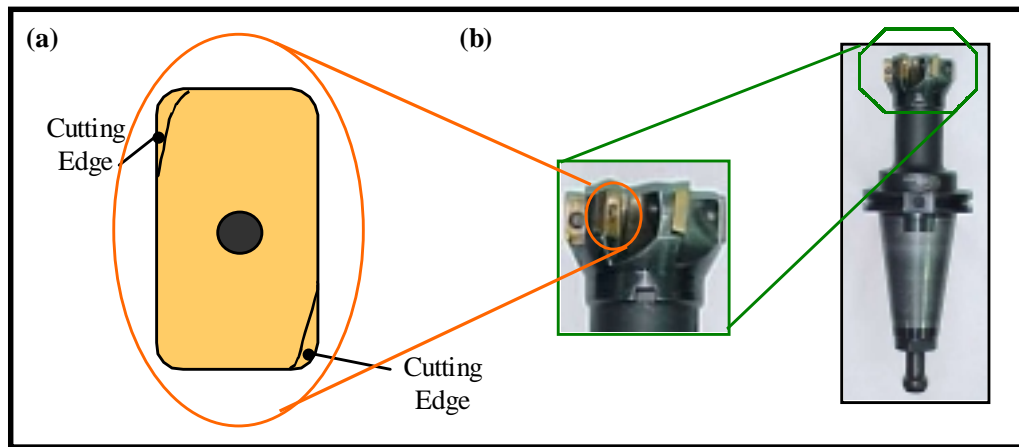


FIGURE 2. SHELL MILL AND INSERTS UNDER EVALUATION.

The experimental setup used is shown in Figure 3 ( a) machining strategy for the Off-line tests; b) representation of the original work piece, slot cut and peripheral cut; and c) representation of the radial and axial depth of cut during the milling process). The test uses a combination of slot and peripheral cuts that mimic the original production operation. With this test, the cutting tool inserts are subject to severe impact, with varying entry and exit angles.

The workpiece material was Ti-6Al-4V titanium alloy with dimensions 4.5" x 3.5" x 19" (15" effective length for machining). Slot and peripheral cuts were used to emulate the production operations. In the machining strategy, the overlap (radial depth of cut) was set at 75% of the cutting tool diameter and the axial depth of cut was 0.200" (see Figure 1c), according to recommendations from the cutting tool suppliers. Given a radial depth of cut larger than the tool radius, the maximum chip thickness ( $h_{max}$ ) is equal to the feed per tooth ( $f_z$ ).



Validation for Off-line Screening Test

The off-line testing setup was validated against production operations to ensure equivalencies in terms of a) failure modes in the insert are similar and b) the amount of insert deterioration. Figure 4 shows the results of this validation.

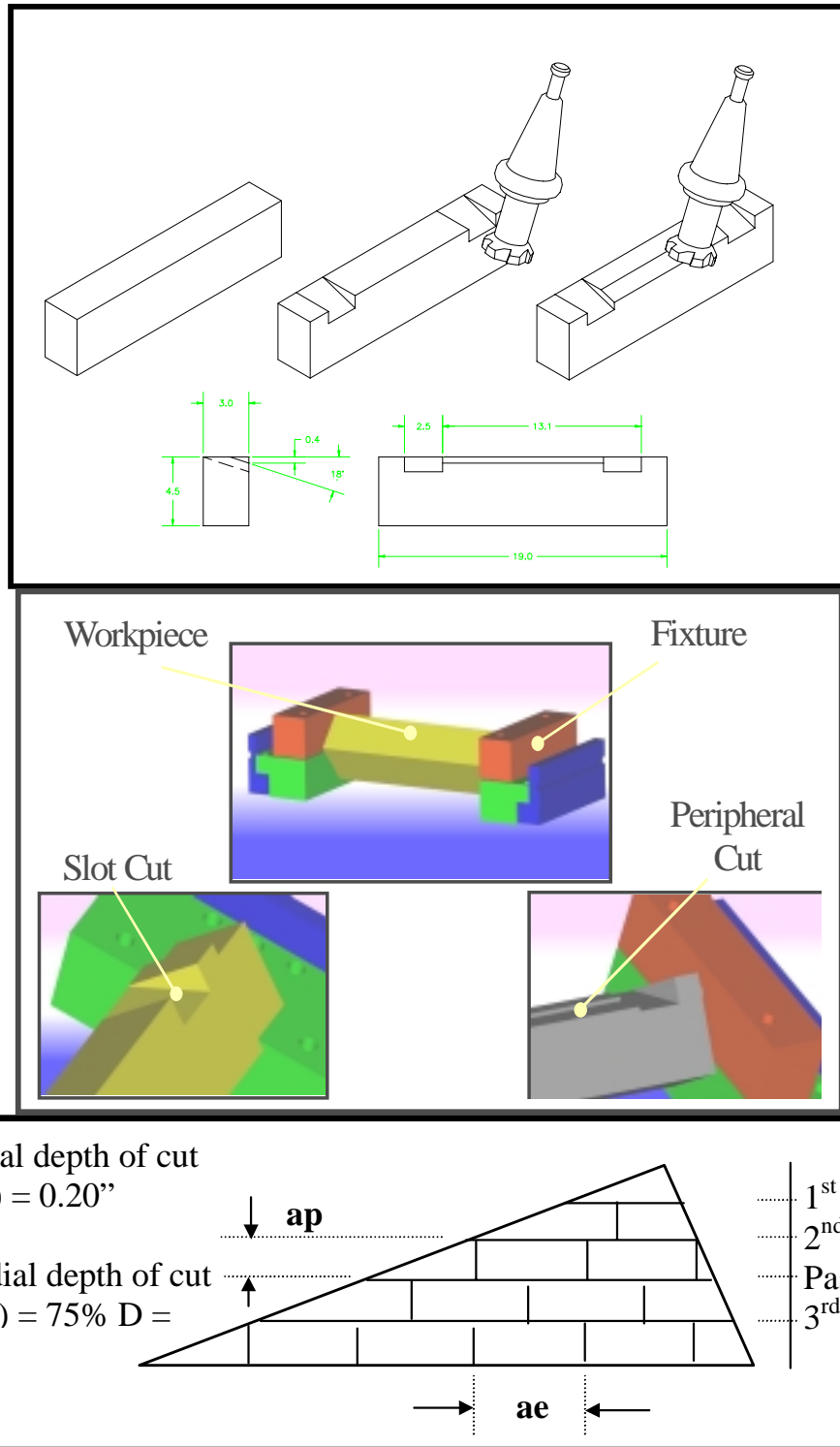


FIGURE 3. EXPERIMENTAL SETUP FOR OFF-LINE SCREENING TESTING.

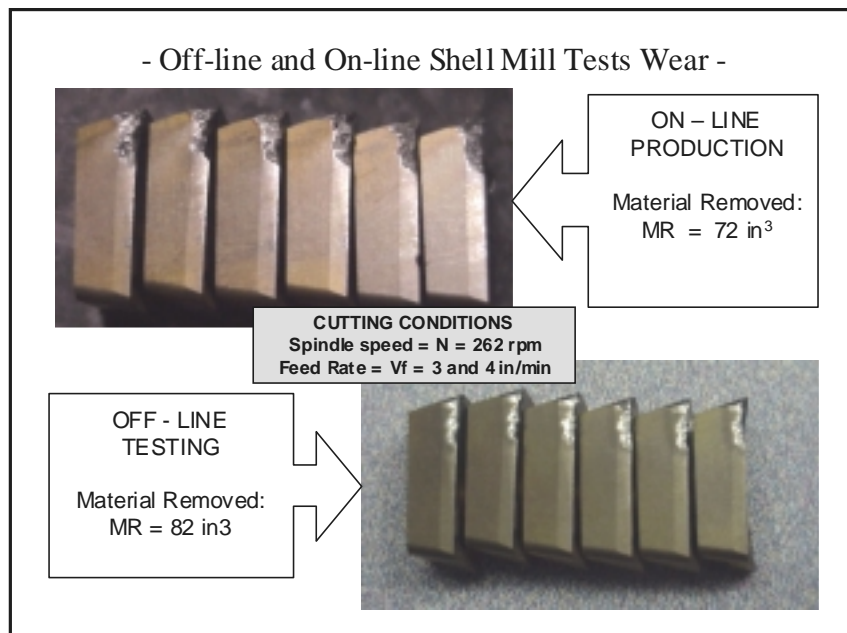


FIGURE 4. INSERTS FAILURE MODE COMPARISON FOR OFF-LINE TESTING VS. PRODUCTION.

#### Technical Performance during Off-line Screening Testing

Seven tests were carried out on a 4-axis machining center under the conditions that are shown in Figure 5. The same figure shows the performance of each insert type. The reference insert is labeled R (corresponding to the conditions used during off-line test validation, see Figure 4).

In this study, tool life is measured in terms of material removal (MR). In order to investigate the peak performance of the inserts, the tool life criterion was set to catastrophic failure. This means that the sequence of passes shown in Figure 3 was followed until complete or near catastrophic failure. At that point, the tool life was recorded as the amount of material removed, as shown in Figure 5.

The most representative failure modes presented in all the tests carried off-line are the macro chipping and a non-uniform wear at the flank for all type of tools. Figure 6 shows the inserts after having cut a volume of 10.5 in<sup>3</sup>, under cutting conditions of  $V_c=245.44$  ft/min and  $f_z=0.0041$  in/tooth. The deterioration presented in the flank face of all inserts is greater than that of the rake face. Similar wear pattern and failure modes appeared in all the inserts under all cutting conditions.

Figure 5 also shows the effect of the cutting speed and feed per tooth over the tool life. At high cutting speeds ( $V_c=240$  ft/min), the effect of feed per tooth on tool life seems to be minor. On the other hand, in the opposite case ( $V_c = 110$  to 180 ft/min), the effect of feed per tooth is greater, as more dispersion is observed in the data. The tool life performance in Figure 5 does not exhibit significant leaps of productivity for any particular insert. Therefore, any of the brands and grades evaluated are expected to perform consistently with the trends shown in the graph.

The same effect has been shown in other investigations [11] [12], Figure 7. The tool life criterion used by López is an average flank wear  $VB = 0.5$  mm. The tool life criteria used by Jawaid were: a) average flank wear of 0.35mm for the 6 inserts, b) maximum flank wear in any of the inserts of 0.70mm or c) excessive chipping/flanking or fracture of the cutting edge. The comparison shown in Figure 7 indicates that when the inserts are pushed to their limit (primarily at relatively low cutting speeds), it is possible to remove large amounts of titanium. The test conducted in the present study expose the great potential in terms of productivity.

Insert ID	Insert Type	Cutting Edges	Cutting Speed	SLOT CUT		PERIPHERAL CUT		Material removed
				Feed per tooth	Feed Rate	Feed per tooth	Feed Rate	
				$f_z$	$V_f$	$f_z$	$V_f$	
ISO 513 Coating Type	Z	$V_c$	$f_z$	$V_f$	$f_z$	$V_f$	MR	
	#	ft/min	in	in/min	in	in/min	in <sup>3</sup>	
A	P30-P50 TiN+TiC+TiN CVD	6	245	0.0033	7.50	0.0044	10.00	10.5
B		8	245	0.0037	11.00	0.0050	15.00	17.4
R	P30-P50 TiN+TiC+TiN CVD	6	171	0.0019	3.00	0.0025	4.00	82.0
C	P30-P50 TiN+TiC+TiN CVD	8	171	0.0038	8.00	0.0038	8.00	42.9
D	(P20-P45) (M20-M40) TiAlN PVD	6	131	0.0046	5.55	0.0051	6.10	42.9
E	(P20-P45) (M20-M40) TiAlN PVD	6	115	0.0036	3.80	0.0048	5.50	52.3
F		8	151	0.0024	4.50	0.0033	6.00	67.2

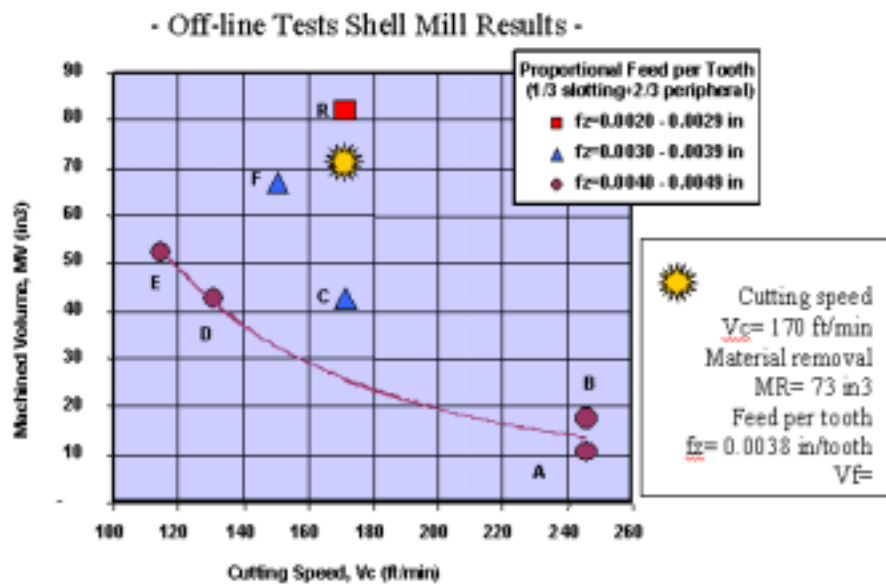
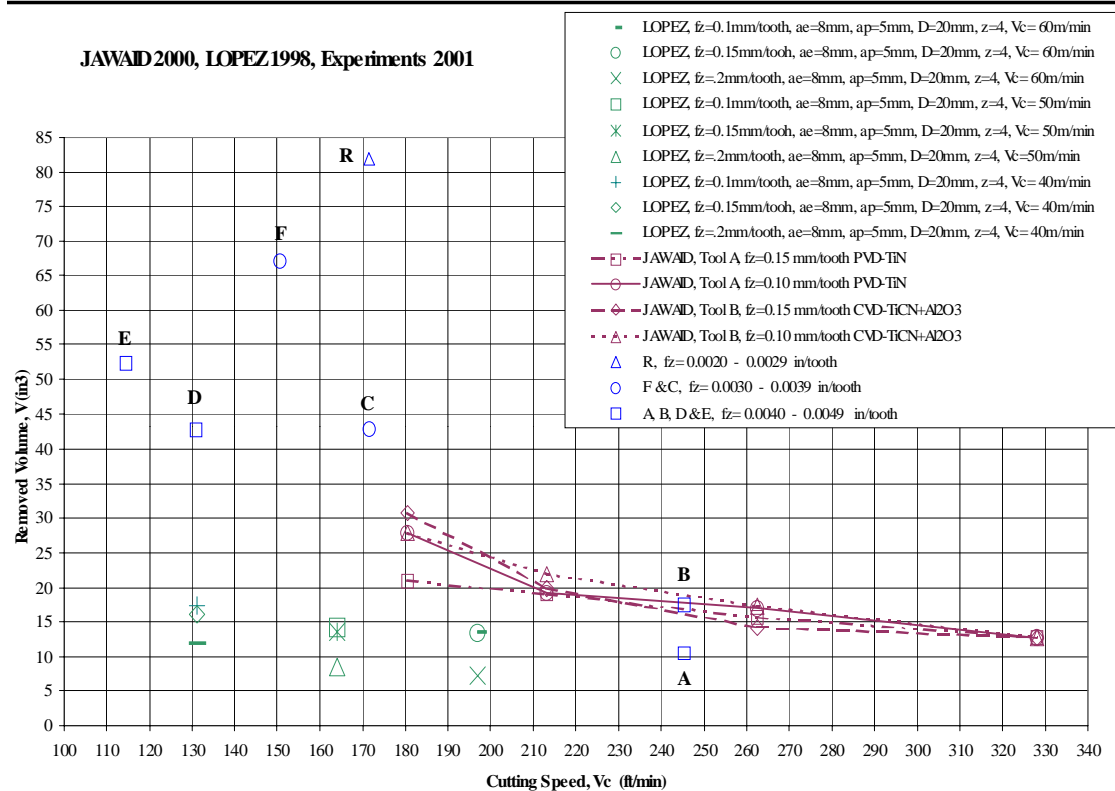


FIGURE 5. MACHINING CONDITIONS AND PERFORMANCE IN OFF-LINE SCREENING TESTS



FIGURE 6. INSERTS FAILURE IN INSERT A (REMOVED MATERIAL, MR=10.5 IN<sup>3</sup>)



Study	Tool Life Criteria
Jawaid [11]	a) Average flank wear = 0.35mm (average for all 6 inserts) b) Max. flank wear = 0.70mm (on any of the inserts) c) Excessive chipping / flanking or fracture of the cutting edge
López [12]	Average flank wear $VB=0.50\text{ mm}$
Treviño [13], this study	Excessive chipping or catastrophic failure

FIGURE 7. TOOL PERFORMANCE COMPARISON FOR MILLING OF TITANIUM ALLOY TI-4AL-6V (LABELS A, B, C, D; E, F, AN R CORRESPOND TO TESTING CONDUCTED IN THIS STUDY. THE REST OF THE DATA IS ADAPTED FROM [11] AND [12])

#### Technical Evaluation in Production Operations

Based on performance during off-line screening, inserts type A and C were selected for production testing. Figure 8 shows the series of tests conducted: T1 (with reference insert R), T2 and T4 (with insert type A) and T5 (with insert type C). In test T2, tool # 2 cuts all the slotting passes previously cut by tool # 16. In tests T4 and T5, the CNC program for tool # 16 is split into two identical tools in order to have enough tool life to last during machining of one complete part.

In terms of performance, tests T2 and T4 showed a consistent insert deterioration. Test T5, while reducing the cycle time, also showed inconsistencies in insert deterioration. The final process improvement was established following T4 conditions and strategy.

Economic Considerations

In terms of economics, the use of inserts type A implies the purchase on new cutters because the insert design is not compatible with insert type C. This significant investment has to be justified in terms of improved performance. In this case study, inserts type C were not selected due to technical and economic considerations.

Test	Tool #	Slot		Peripheral	
		Feed Rate in/min	Spindle Speed rpm	Feed Rate in/min	Spindle Speed rpm
T1	2	7.5	375		
	16	3.0	188	4.0	188
T2	2	7.5	375		
	16			4.0	188
T4	2	7.5	375		
	16			6.0	260
	22			6.0	260
T5	2	10.0	375		
	16			8.0	260
	22			8.0	260

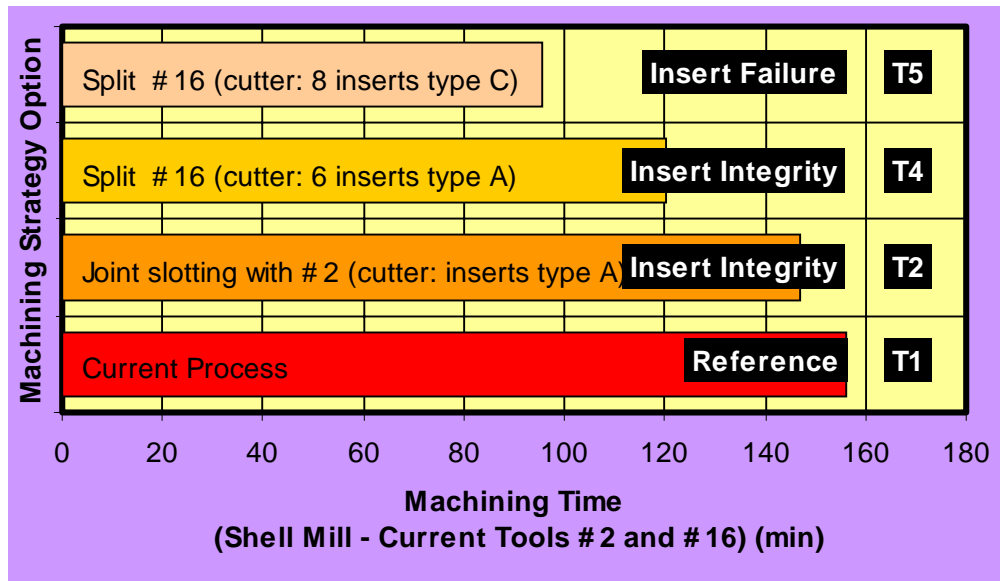


FIGURE 8. REDUCTION IN CYCLE TIME DURING PRODUCTION TESTING

**4. CONCLUSIONS**

This work presented here complements the relatively short supply of machinability studies for milling of titanium alloys. In terms of rough milling operations, the methodology presented here has been proved to reduce the cost and risk during selection of improved cutting tools and cutting conditions for production machining. The use of off-line screening testing has been shown to be the key in this effort to reduce costs and cycle times in production machining.

## 5. ACKNOWLEDGMENTS

This work was sponsored by the following institutions: a) Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (grant # 33006), b) Tec de Monterrey – Center for Integrated Manufacturing Systems, c) GE R&D Center – Monterrey, MEXICO and d) GE Toshiba Turbine Components. The valuable support of the project team is also acknowledged: Marco Acosta, Waldo Rodríguez, Marciano Linares, Javier Gómez, Felipe Martínez, Raúl Arenas, Mario Amaya and Hernán González.

## 6. REFERENCES

- [1] TIMET; *Design and fabrication handbook for industrial applications*, Titanium Metals Corporation, 1997, pp. 14-19.
- [2] Barry, J.; Byrne, G.; Lennon, D.; "Observations on chip formation and acoustic emission in machining Ti-6Al-4V alloy", *International Journal of Machine Tools & Manufacture design, Research and Application*, vol. 41, 2001, pp. 1055-1070
- [3] Bhaumik, S.K.; Divakar, C.; Singh, A. K.; "Machining Ti-6Al-4V alloy with a wBN-cBN composite tool", *Materials&Design*, vol. 16, no. 4, 1995, pp. 221-226
- [4] Ezugwu, E.O.; Wang, Z.M.; "Titanium alloys and their machinability – a review", *Journal of Materials Processing Technology*, 1997, vol. 68, pp. 262-274
- [5] Ezugwu, E.O.; Wang, Z.M.; "Wear of coated carbide tools when machining Nickel (Inconel 718) and Titanium Base (Ti-6Al-4V) alloys", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2000, vol. 16, pp. 85-91
- [6] Jawaid, A.; Che-Haron, C.H.; Abdullah, A.; "Tool wear characteristics in turning of titanium alloy Ti-6246", *Journal of Materials Processing Technology*, 1999, vol. 92-93, pp. 329-334.
- [7] Kitagawa, T.; Kubo, A.; Maekawa, K.; "Temperature and wear of cutting tools in high-speed machining of Inconel 718 and Ti-6Al-6V-2Sn", *Journal of Materials Processing Technology*, 1997, vol. 202, pp. 142-148.
- [8] López de Lacalle, L.N.; Pérez, J.; Llorente, J.I.; Sánchez, J.A.; Gutiérrez, A.; "Using high pressure coolant in the drilling and turning of low machinability alloys", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2000, vol. 16, pp. 85-91. Automation Creations, Inc.
- [9] Ohkubo, C.; Watanabe, I.; Ford, J.P.; Nakajima, H.; Hosoi, T.; Okabe, T.; "The machinability of cast titanium and Ti-6Al-4V", *Biomaterials*, 2000, vol. 21, pp. 421-428.
- [10] Zoya, Z.A.; Krishnamarthy, R.; "The performance of CBN tools in the machining of titanium alloys", *Journal of Materials Processing Technology*, 2000, vol. 100, pp. 80-86.
- [11] Jawaid, A.; Sharif, S.; Koksai, S.; "Evaluation of wear mechanisms of coated carbide tools when face milling titanium alloy", *Journal of Materials Processing Technology*, 2000, vol. 99, pp. 266-274.
- [12] López de Lacalle, L.N.; Pérez, J.; Llorente, J.I.; Sánchez, J.A.; "Advanced cutting conditions for the milling of aeronautical alloys", *Journal of Materials Processing Technology*, 2000, vol. 100, pp. 1-11.
- [13] Treviño, Amparo; *Reducción del Tiempo de Fresado en Operaciones de Desbaste en Aleaciones de Titanio*, Tesis de Maestría en Sistemas Integrados de Manufactura, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey, Diciembre, 2002

# ANÁLISIS NUMÉRICO Y EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE ROTORES

**Ignacio Ramírez Vargas, Luis Palacios, Julio Gómez Mancilla**

## Resumen

En este trabajo se efectúan Análisis Rotodinámicos completos que, además del experimental, comprenden investigaciones numéricas y analíticas del comportamiento no lineal de los rotores. El montaje experimental consta de un Rotor Kit controlable, completamente instrumentado, y geométricamente configurado como Rotor DeLaval. Los análisis numéricos utilizan paquetes computacionales llamados RODYNA-2D (Analizador Dinámico de Rotores, 2 Dimensiones), y MAQUI, ver ref. [8]. Dichos paquetes permiten obtener una descripción detallada de las chumaceras, umbrales lineales típicos, e inclusive comportamientos caóticos más allá de bifurcaciones. Por otro lado, MAQUI simula excitaciones rotodinámicas permitiendo analizar el efecto de la variación de parámetros ingenieriles típicos, asimismo las tendencias y el comportamiento global del sistema rotor-chumacera. Por último, se encontraron fuertes indicios de que el teóricamente predecido Fenómeno del Salto no se observa en máquinas desbalanceadas reales debido a la excitación adicional principalmente producida por las rigideces acopladas de las chumaceras.

Palabras Clave: Rotodinámica, Chumaceras, No linealidad, Oil-Whip, Rigidez, Frecuencia.

## 1.-Introducción

El comportamiento de ejes rotatorios montados sobre chumaceras lubricadas hidrodinámicamente presenta una gran Nolinealidad por la cuña de aceite lubricante que soporta el peso y/o dirección de las fuerzas resultantes actuantes sobre el eje rotatorio. Cotidianamente se realizan experimentos midiendo respuestas ante efectos tales como la variación de la velocidad de operación, el latiguelo por película de aceite; y el desbalance residual o significativo, que fomentan el comportamiento no lineal del sistema. Sin embargo la experimentación posee utilidad limitada y solo permite estudiar casos particulares, que no permiten la generalización, y/o extrapolación de comportamientos observados en la medición. Por tanto gran parte de los problemas operacionales

de máquinas sólo se resuelven parcialmente, y cuando el problema es serio requiriendo un rediseño, el problema continuará. En el presente trabajo se efectúan Análisis Rotodinámicos completos que además del experimental, comprenden investigaciones numéricas, y analíticas. El montaje experimental consta de un Rotor Kit, controlable y completamente instrumentado, geométricamente configurado como un Rotor Delaval, y las mediciones se efectúa con un equipo ADRE, Bently Nevada. El análisis numérico utiliza una serie de paquetes computacionales llamados RODYNA-2D (Analizador Dinámico de Rotores, 2 Dimensiones) conjuntamente desarrollados por el Dr. Gómez Mancilla, ESIME-IPN; y el Prof. Dimarogonas, Washington University. El paquete permite la descripción detallada de las chumaceras, e inclusive ilustra umbrales lineales típicos y

**M.C. Ignacio Ramírez Vargas**, Profesor del ITESM-Campus Hidalgo, [iramirez@campus.hgo.itesm.mx](mailto:iramirez@campus.hgo.itesm.mx)  
Jefe de la División de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Pachuca.

**M.C. Luis Palacios Pineda**, Investigador del Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca Morelos.  
**Dr. Julio Gómez Mancilla**, Profesor-Investigador de la SEPI-ESIME-IPN.

comportamientos caóticos más allá de bifurcaciones típicas. Por otro lado, el análisis analítico modela y estudia el sistema rotor-chumacera de manera global aunque simplificada utilizando la ecuación diferencial DeLaval-Gómez con cuatro grados de libertad; cuya estructura matemática es similar a la ecuación de Duffing (Duffing equivale al caso limitado de 1 grado de libertad). Asimismo se obtienen predicciones para la amplitud de respuesta vibratoria utilizando el programa MAQUI [8] en base a su modelo analítico-matemático denominado *Rotor DeLaval-Gómez No lineal*, el cual consta de un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales que modelan el comportamiento del sistema Rotor-Chumacera-Sellos ante excitaciones producidas por el Steamwhirl (demanda de potencia) y el Oilwhip (rotación de la película de aceite). Analizando las respuestas de simulaciones numéricas y comparando contra resultados experimentales se predice y anticipa tendencias de comportamientos vibratoriales. Se proporciona los valores de los parámetros adimensionales utilizados calculados a partir del RotorKit. Por último las conclusiones resultan ilustrativas, mencionándose los alcances y limitaciones de los tres enfoques.

## 2.-Desarrollo. Rotor Experimental

El rotor experimental consiste de un eje largo girando con velocidad angular  $\omega$  y simplemente apoyado en dos chumaceras de bronce cilíndricas completas; el eje soporta en su parte media un disco de masa  $m$  tal como se muestra en la figura 1.

### Nomenclatura

$m_d$  : Masa del disco  
 $\beta$  : Relación de rigidez de los sellos sobre el rotor.  
 $\alpha$  : Relación de rigideces de chumacera sobre el rotor.  
 $\lambda$  : Relación de frecuencias de operación y naturales.  
 $\alpha_c$  : Relación de rigidez elástica no lineal por la película de aceite sobre el rotor.  
 $\eta$  : Parámetro de amortiguamiento  
 $\gamma$  : Relación de rigidez de 3er grado de la chumacera.  
 $Z_0$  : Amplitud de vibración del disco  
 $\xi$  : Amplitud de vibración adimensional del disco  
 $\delta$  : mplitud de vibración en la chumacera  
 $\bar{\delta}$  : Amplitud de vibración adimensional en la chumacera.  
 $C_l$  : Claro radial en la chumacera.  
 $\Omega$  : Frecuencia de vibración del sistema rotatorio.  
 $\bar{\Omega}$  : Frecuencia de vibración adimensional.  
 $C$  : Coeficiente de amortiguamiento  
 $k_{xx}, k_{yy}, k_{xy}, k_{yx}$  : Rigidez lineal en los soportes.

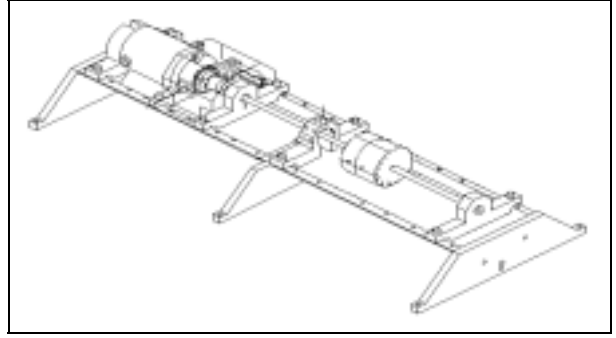


Fig.1. Configuración Delaval del RotorKit experimental.

El rango de velocidad controlable es de 400 a 10,000 revoluciones por minuto (rpm). Las pruebas se efectuaron a casi mínima aceleración angular, 2000 rpm/min. Para la adquisición de datos experimentales se utilizó el equipo ADRE © (Automated Diagnostics for Rotating Equipment) de Bently con transductores de desplazamiento que proporcionan lecturas pico a pico desde la posición de equilibrio.

El desbalance residual del sistema es de 0.002 kg con un radio de 0.03 m. Las características del sistema experimental rotor-chumacera son las siguientes: Longitud entre chumaceras ( $l$ ) 0.5 m; diámetro del eje ( $d_e$ )  $9.9949 \times 10^{-3}$  m; diámetro de la Chumacera ( $d_c$ )  $10.045 \times 10^{-3}$  m; Claro radial ( $c_l$ )  $2.54 \times 10^{-5}$  m; masa del disco ( $m_d$ ) 1.6 kg; masa del eje ( $m_e$ ) 0.3 kg; viscosidad del aceite 0.02 Pa s; módulo de elasticidad del eje (acero) ( $E$ )  $2.1 \times 10^{11}$  Pa; desbalance residual estimado ( $\varepsilon$ )  $3.75 \times 10^{-5}$  m; longitud axial de la chumacera ( $L$ ) 0.013 m; diámetro del disco ( $d_d$ ) 0.07 m; longitud del disco ( $l_d$ ) 0.05 m; densidad disco y eje (acero) ( $\rho$ )  $7900 \text{ kg/m}^3$ .

$k_{eje}$  : Rigidez del eje.  
 $Sx_{xxx}, Sy_{yyy}, Sx_{xyy}, Sy_{xxy}, Sx_{xyx}, Sy_{xyx}$  : Rigidez no lineal de tercer grado en los soportes.  
 $k_s$  : Rigidez en los sellos.  
 $k_c$  : Rigidez por oil-whip  
 $\omega_{nr}$  : Frecuencia natural con soportes infinitamente rígidos

### Parámetros Adimensionales DeLaval-Gómez

$$\beta = \frac{k_s}{k}; \quad \alpha = \frac{(k_{xx} + k_{yy})}{2k_{eje}}; \quad \alpha_c = \frac{(k_{xy} - k_{yx})}{2k_{eje}}$$

$$\lambda = \frac{\omega_{op}}{\omega_{nr}}; \quad \eta = \frac{(C_{xx} + C_{yy})C_l \omega_{nr}}{k_{eje}}; \quad \omega_{nr} = \sqrt{\frac{k_{eje}}{m_{disco}}}$$

$$\gamma = \frac{(|Sx_{xxx}| + |Sy_{yyy}|)C_l^2}{2k_{eje}}; \quad \gamma_c = \frac{(Sx_{xyy} - Sy_{xxy})C_l^2}{2k_{eje}}$$

$$\xi = \frac{Z}{C_l}; \quad \bar{\delta} = \frac{\delta}{C_l}; \quad \bar{\Omega} = \frac{\Omega}{\Omega_n}$$



### 3.-El Modelo Analítico

El modelo analítico DeLaval-Gómez se deriva en los artículo Gómez Mancilla, y aquí solo se presentan las ecuaciones adimensionales que definen a este modelo:

$$\lambda^2 \xi_r'' + \xi_r + \beta \xi_i - \delta_r = unb \cdot \lambda^2 \cdot \cos \tau \quad (1a)$$

$$\lambda^2 \xi_i'' + \xi_i + \beta \xi_r - \delta_i = unb \cdot \lambda^2 \cdot \sen \tau \quad (1b)$$

$$\eta \delta_r' + \delta_r (\alpha + \gamma |\delta|^2 + 1) + \delta_i (\alpha_c + \gamma_c |\delta|^2) - \xi_r = 0 \quad (2a)$$

$$\eta \delta_i' + \delta_i (\alpha + \gamma |\delta|^2 + 1) + \delta_r (\alpha_c + \gamma_c |\delta|^2) - \xi_i = 0 \quad (2b)$$

Algunos de los parámetros adimensionales calculados para la configuración experimental de estos análisis se muestran en la tabla 1. Se aclara que los valores de  $\alpha_c$  resultan demasiado altos para simular este caso dado que los bujes del RotorKit están hambrientos de lubricación y casi no permiten la rotación de la película de aceite.

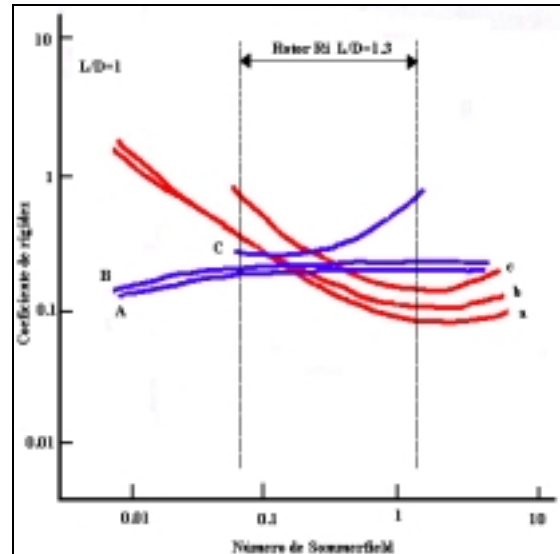
**Tabla 1.** Valores Adimensionales del Rotor Experimental (Obtenidos de CHUMA).

Rpm	$\lambda$	$\alpha$	$\alpha_c$	$\eta$	$\gamma_c$	$\gamma$	$S_o$
900	0.59	20.3	22.9	0.018	0.00	4575	0.16
1500	1.00	19.2	30.2	0.014	0.00	2693	0.27
2100	1.40	20.3	41.2	0.012	0.00	1472	0.38
6000	3.90	34.3	146.7	0.013	0.00	6256	1.08
10000	6.60	52.5	149.2	0.012	6.38e8	1.07e7	1.79

### 4.-Programa RODYNA 2D.

El programa predice las frecuencias críticas, modos vibracionales lineales por un lado, y en otro programa, calcula la respuesta no lineal del rotor. La figura 2 compara valores de coeficientes de rigidez directa para chumacera cilíndrica con una relación L/D de 1; fuentes, J. S. Rao, A. D. Dimarogonas, y CHUMA.

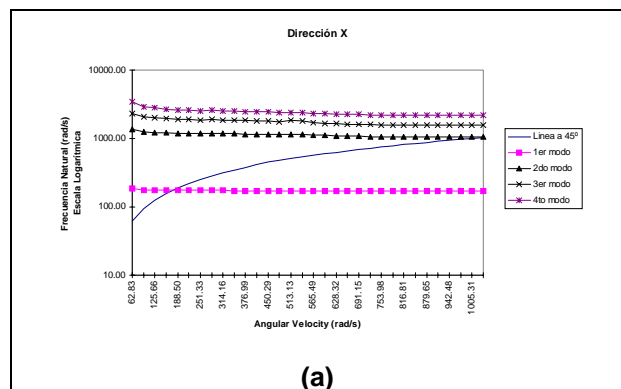
La comparación es útil para establecer el grado de precisión con que el programa determina las rigideces de la película de aceite de la chumacera hidrodinámica.



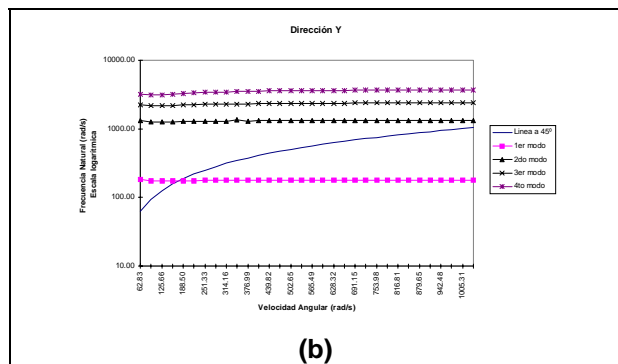
**Fig.2.** Comparación de coeficientes de rigidez directa.

- a. Kxx, Rao J.S.
- b. Kxx, Dimarogonas A.D.
- c. Kxx, CHUMA
- A. Kyy, Rao J.S.
- B. Kyy, Dimarogonas A.D.
- C. Kyy, CHUMA

Las figuras 3 (a) y (b) muestran el diagrama de Campbell obtenido a partir de RODYNA 2D al solucionar linealmente el eigenproblema, donde no se consideran efectos tales como amortiguamiento y acoplamiento; pero permite obtener una primer aproximación de las frecuencias críticas en ambos planos, vertical X, y horizontal Y.



**(a)**



**Fig.3.** Diagrama de Campbell calculado utilizando eigenvector lineal y unicamente rigidez directa para el sistema rotor chumacera. (a) plano horizontal Y; (b) plano vertical X.

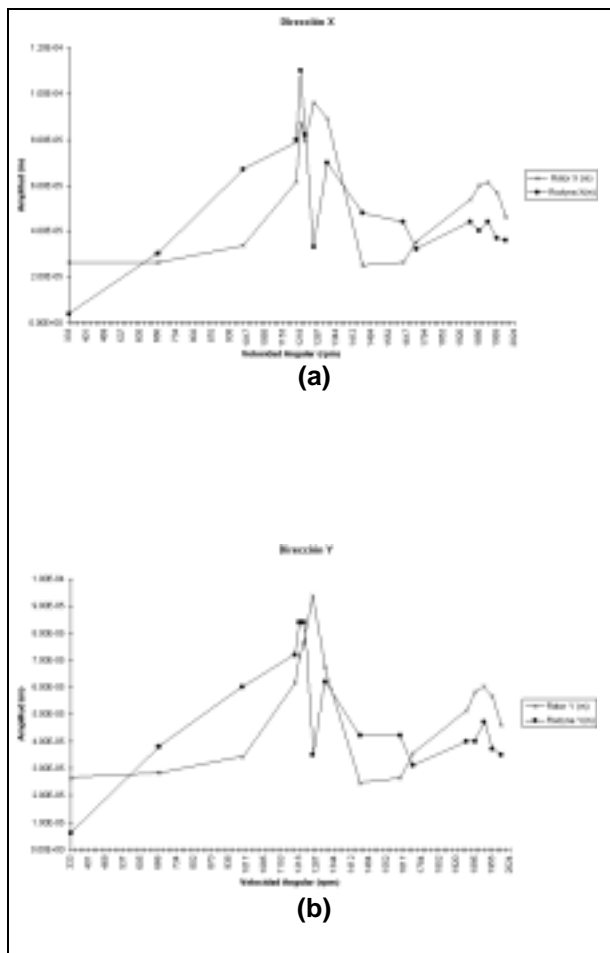
Las siguientes simulaciones del programa RODYNA 2D, considera efectos no lineales, acoplados, y giroscópicos; y se realizó utilizando cuatro elementos finitos (elemento viga rotatoria TIMOSHENKO).

### 5. Comparación de Resultados.

La tabla 2 muestra las frecuencias críticas experimentales, y las numéricas calculadas. El análisis efectuado sin considerar amortiguamiento ni coeficientes de acoplamiento entre los planos Y y X (solución lineal del eigenproblema) causa que la primera frecuencia natural en X esté cercana a la primera frecuencia natural en Y. Sin embargo al realizar la simulación No lineal en RODYNA 2D, se observa como éstas resonancias linealmente calculadas se separan para tomar valores semejantes a la primera y segunda frecuencias críticas experimentalmente obtenidas; es decir, la simulación no lineal corrige las deficiencias y falta de exactitud de los cálculos puramente lineales.

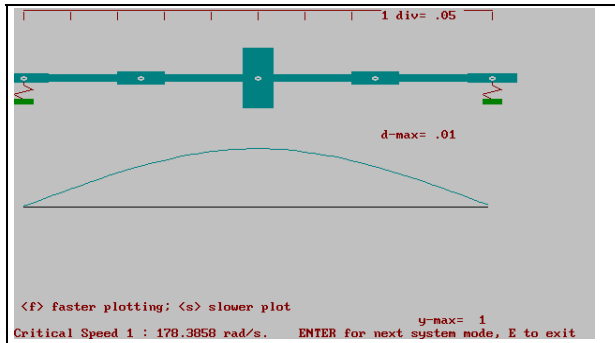
**Tabla 2. Frecuencias Críticas**

$j$	Análisis lineal sin acoplamiento ni amortiguamiento; planos X y Y		RODYNA 2D Simulación completa no lineal	Rotor experimental
	$\omega_{nix}(rpm)$	$\omega_{nij}(rpm)$		
1	1654.5		1218	1270
2		1680.7	1920	1920
3	10,000		10,000	

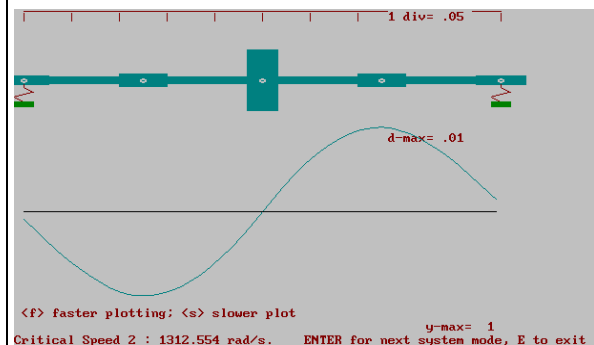


**Fig. 4.** Comparación de Amplitudes numéricamente obtenidas por RODYNA 2D y las amplitudes experimentales del rotor kit, (a) plano X, (b) plano Y.

En la figura 4 (a) y (b) la diferencia de amplitudes, entre RODYNA 2D y el Rotor Experimental, a partir de 8000 rpm se ve influenciada por las condiciones de frontera, dado que el rotor experimental cuenta con chumaceras capaces de permitir movimiento pivotado que contrastan con los soportes del programa RODYNA 2D, esto debido al modo antisimétrico que ocurre entre 10000 rpm (X) y 12534 rpm (Y) (figura 5b) por arriba del tope máximo de velocidad alcanzable por el Rotor Experimental; y por lo tanto no se presentará en el experimento.



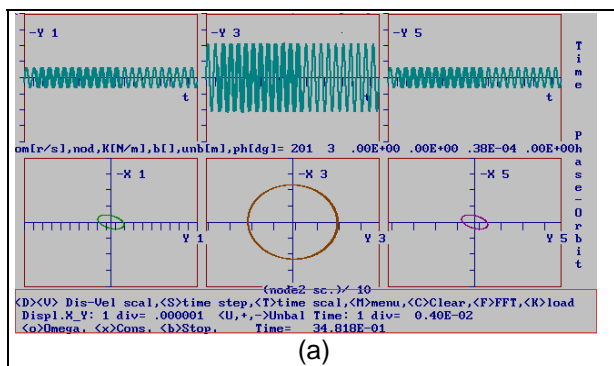
5(a) Pantalla de RODYNA 2-D. La parte superior muestra la configuración del rotor bajo análisis (la configuración DeLaval); la curva inferior muestra el modo de vibración de frecuencia natural.



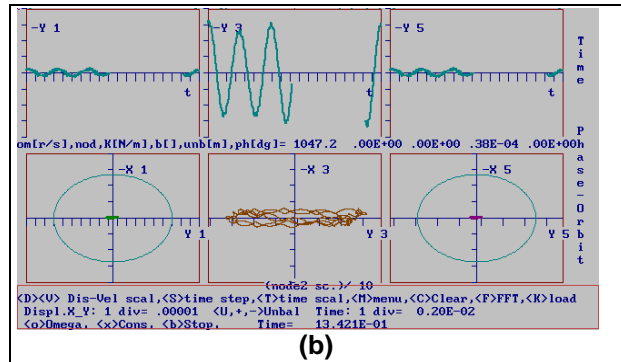
5(b) Pantalla descrita en el inciso (a) pero mostrando la segunda frecuencia natural del sistema.

Fig.5 (a) Primer modo en el plano Z-Y, a 1680 rpm. (b) Modo antisimétrico en el plano Z-Y, a 12,534 rpm.

La figura 6 (a), (b), corresponde a las simulaciones del programa RODYNA 2D cuyos resultados coinciden cercanamente con la amplitud de la vibración registrada en el rotor experimental.



(a)

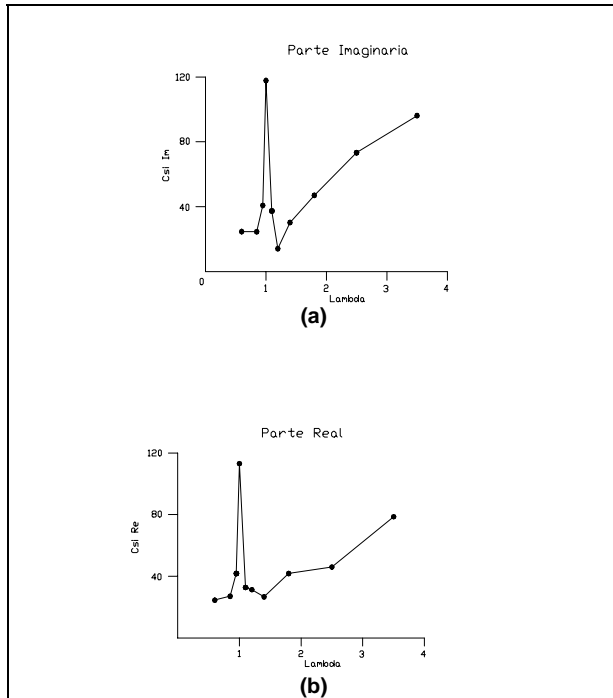


(b)

Fig. 6 (a) Órbita obtenida mediante la simulación de Rodyna 2D a 1920 rpm. Captura de la pantalla de la computadora, dimensiones en metros. (b) Órbita obtenida mediante la simulación de Rodyna 2D a 10000 rpm. Captura de la pantalla de la computadora.

La pantalla de RODYNA 2D, figura 6 (a) y (b); muestran en su parte media los valores de velocidad de operación y desbalance, en la parte inferior se encuentran ubicados los comandos disponibles para modificar los datos de simulación; asimismo la pantalla muestra seis ventanas: tres superiores donde se observa la firma vibracional en X ó Y versus tiempo, y tres ventanas inferiores donde se ilustran las órbitas generadas en cada punto. El programa permite seleccionar los puntos a monitorear. Notar que la escala de amplitud de las dos ventanas centrales está reducida diez veces con respecto a las cuatro ventanas exteriores, esto con el objeto de apreciar mejor la forma de la firma vibracional y de la órbita del disco. A partir de las simulaciones de RODYNA 2D se observa que arriba de 4,000 rpm las oscilaciones comienzan a tener comportamiento No lineal quasi-caótico pero acotado. Figura 6 (b).

Las figuras 7(a) y (b) muestran los resultados de la solución numérica del modelo Delaval-Gómez (1) y (2), realizadas por MAQUI. Se aprecia el comportamiento del rotorkit utilizando valores paramétricos adimensionales calculados según la definición de la nomenclatura. La descripción del comportamiento solo es cualitativa debido a que en la simulación con MAQUI se magnificó el valor correspondiente al desbalance. Se nota que este comportamiento es coherente con los resultados obtenidos del Rotor Experimental y con RODYNA 2D.



**Fig. 7** (a) Parte imaginaria de la amplitud vibracional en el disco contra velocidad de operación, unidades adimensionales. (b) Amplitud del disco, parte real.

Este trabajo permitió conocer nuevas condiciones iniciales adecuadas para una mejor apreciación del fenómeno del salto, por lo que en trabajos futuros además de utilizarlas, se incrementará el número de simulaciones.

## 6.-Conclusiones

Se enfatizan las grandes limitaciones y falta de precisión del análisis lineal para determinar velocidades críticas, y por consiguiente más ineficiente aún para diagnosticar malfunciones de operación como lo muestran las gráficas de Campbell y la tabla 2. RODYNA 2D supera este problema utilizando un módulo de análisis No Lineal, prediciendo la respuesta vibracional de la máquina con adecuada precisión, permitiendo análisis y rediseños ingenieriles detallados, aunque limitados a casos específicos.

La capacidad de los paquetes CHUMA y RODYNA 2D para simular comportamientos de turbomáquinas y anticipar sus respuestas vibratorias fue probada y evaluada utilizando

un rotor experimental obteniéndose resultados exitosos como lo muestran las figuras y tablas anteriores. Así, se muestra la utilidad de este software como herramienta valiosa para el diagnóstico, rediseño de componentes y prevención de problemas de inestabilidad dinámica que se presentan comúnmente en maquinaria rotatoria de alta eficiencia y/o velocidad de operación.

Por otro lado, el modelo matemático DeLaval-Gómez también considera efectos No Lineales, y su sistema de ecuaciones complejas permite análisis paramétricos y cálculo de comportamientos cualitativos globales, de gran utilidad en el diseño, o el rediseño de máquinas problemáticas. Aunque sistema de ecuaciones es similar a la ecuación de Duffing, sin embargo, la solución analítica DeLaval-Gómez posee una estructura matemática bastante elaborada. Las soluciones de las ecuaciones DeLaval-Gómez, tanto las numéricas como las de aproximación analítica, muestran el fenómeno del salto rigidizante ante excitación por desbalance residual.

Por último, en base a estos análisis existen indicios de que el típico Fenómeno del Salto de Amplitud que se presenta en la Ecuación de Duffing sea muy difícil de reproducir, o no se produzca en lo absoluto, en maquinaria real. Lo anterior aparentemente se puede atribuir a tres causas principales:

- a) la fuerte influencia de la excitación adicional producida por el oilwhirl, la cual interactúa con la propia excitación del desbalance
- b) La baja magnitud de la fuerza de desbalance que existe en las máquinas reales
- c) La anisotropía de las rigideces en una chumacera real, las cuales se contraponen a la necesidad de Números de Sommerfeld bajos, que incrementan la no linealidad.

## 7.-Referencias

- [1] Dimarogonas, A. D., 1996, "Vibration for Engineers," Second Edition, *Editorial Prentice Hall*.

- [2] Dimarogonas, A. D., and Gómez-Mancilla, J.C., 1996, "CHUMA ," User's Manual, (Patente), clave SEP-86441.
- [3] Gómez-Mancilla, J. C., and Dimarogonas, A. D., 1993, "On the behavior of steamwhirl and nonlinear rotor-bearing systems," Capítulo en *The ASME Nonlinear Vibrations*, DE-Vol. 54
- [4] Gomez-Mancilla, J.C., and Dimarogonas, A.D., 1994, "Flow-Excited Turbine Rotor Instability," *International Journal of Rotating Machinery Gordon & Breach Science Publicers*, Volume 1, Number 1, pp37.
- [5] Gómez-Mancilla, J. C., and Dimarogonas, A. D., 1996, "RODYNA-2D" User's Manual, a *patentarse*.
- [6] Gómez Mancilla, J.C, 1996, "MAQUI/CHUMA/FFT," (Patente), clave SEP-86441.
- [7] Gómez-Mancilla, J. C., 1997, "A Rotordynamic Model For Design And Analysis Of Some Typical Machine Malfunctions," *VI Congreso y Exposición Latinoamericano de Turbomaquinaria de 1997*
- [8] Gómez-Mancilla, J. C., "MAQUI, Manual de Usuario"
- [9] Gómez Mancilla, J. C., and Ramírez Vargas, 1998 "Solution of the DeLaval-Gómez Turborotor Model for Analysis and Design of Rotor-bearing-seal Systems," *VII Latin American Turbomachinery Congress and Exhibition*, Veracruz 1998.
- [10] Meirovitch, L., 1986, "Elements of Vibration Analysis," Second Edition, *Editorial Mc Graw Hill*.
- [11] Muszynska, A., 1995, "Vibrational Diagnostics of Rotating Machinery Malfunctions," *International Journal of Rotating Machinery*, Vol. 1, No. 3-4, pp. 237-266.
- [12] Rao, J. S., 1991, "Rotordynamics," Second Edition, *Editorial John Wiley & Sons*

# IMPACTO DE LA POLITICA DE MANTENIMIENTO RELACIONADA CON MOLDES REDUNTANTES EN EL COSTO UNITARIO DE PARTES DE ALUMINIO VACIADO EN MOLDE SEMI-PERMANENTE

**Jesús Villegas y Ciro A. Rodríguez**

El proceso de vaciado de aluminio en molde semi-permanente es el contexto de este trabajo. El costo unitario de las partes de aluminio vaciado está determinado por sus componentes directos (mano de obra, materiales y energía) e indirectos (instalaciones, administrativos, operación, etc.) entre los que se cuenta el impacto por la inversión en moldes y el mantenimiento de los mismos. La política de mantenimiento es el conjunto de actividades, indicadores y métodos integrados para el mantenimiento de los medios utilizados en la fabricación, entre los que se encuentran el stock de refacciones y los moldes redundantes (aquellos moldes adicionales a los mínimos necesarios para operar). La cantidad necesaria de moldes redundantes, en relación con los moldes de base necesarios para la fabricación determinan el factor de redundancia de moldes. En este trabajo se propone un modelo para integrar el impacto de los moldes redundantes, como parte de una política de mantenimiento, en el costeo unitario de las piezas de aluminio vaciado. El modelo determina la cantidad mínima de moldes redundantes necesaria para asegurar la continuidad operativa, minimizando el impacto sobre el costo unitario de la pieza. En un caso de estudio, se observó que el factor de redundancia de moldes se sitúa en valores muy altos, con el correspondiente impacto en el costo unitario de las partes vaciadas. Al aplicar modelo propuesto al caso de estudio, se observó una reducción significativa en el factor de redundancia de moldes, disminuyendo el impacto en el costo unitario. Como trabajo a futuro, las variantes posibles en una política de mantenimiento se pueden usar para construir una familia de curvas de costo que permita sustentar decisiones de negocio acerca de la vida útil de los herramientas y la conveniencia de sustituirlos.

Palabras clave: Política de Mantenimiento, Moldes Semi-Permanentes, Fundición de Aluminio

## 1. INTRODUCCIÓN

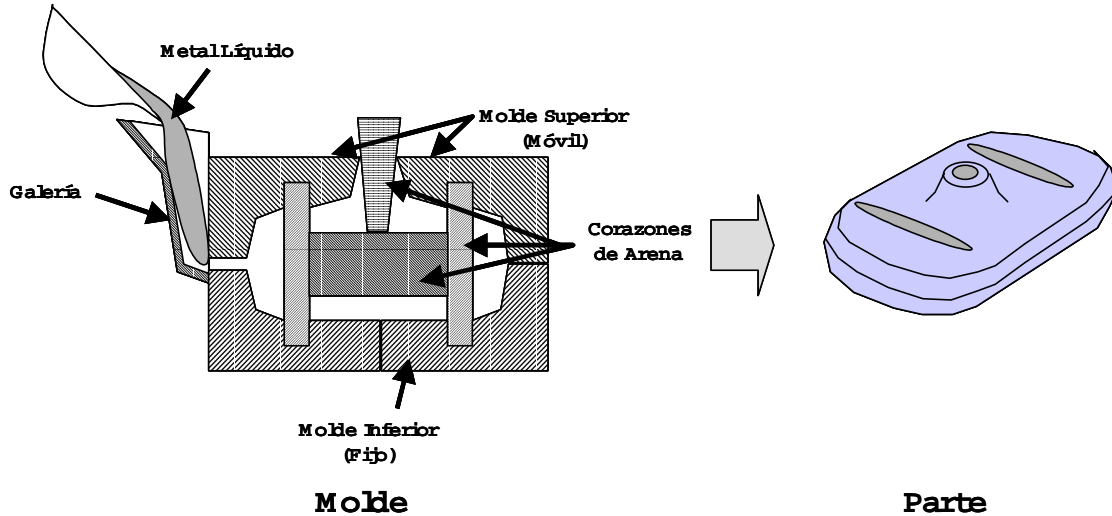
La vida útil de los moldes semi-permanentes utilizados en la fabricación de piezas de aluminio fundido es afectada por el comportamiento de distintos parámetros operativos que intervienen a lo largo de todo el ciclo de fundición: vaciado, enfriamiento y extracción de parte. Los moldes para vaciado de aluminio sufren gradualmente desgaste de su superficie y sus partes móviles, provocando con ello variación dimensional y disminución de la calidad superficial en las piezas fabricadas.

---

M.C. Jesús A. Villegas, Consultor en Procesos y Sistemas de Manufactura, BIOS Monterrey, N.L.  
[jesus.villegas@bios.com.mx](mailto:jesus.villegas@bios.com.mx)

Dr. Ciro A. Rodríguez, Profesor Investigador, C. de Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM Campus Monterrey, [ciro.rodriguez@itesm.mx](mailto:ciro.rodriguez@itesm.mx)

Las actividades de mantenimiento realizadas sobre el molde y sus componentes tienen el objetivo de restablecer sus condiciones físicas originales (Ver figura 1). En la continua búsqueda de maneras más económicas de operar los procesos de fundición de aluminio con moldes semi-permanentes, se presta cada vez más atención a el impacto de la política de mantenimiento para los herramientas en el costo unitario de las piezas. [1]. El trabajo reportado aquí contribuye a la cuantificación del impacto de los moldes redundantes como parte de la política de mantenimiento [2].



**Figura 1. Proceso de vaciado en molde semi-permanente.**

Una revisión bibliográfica muestra diferentes trabajos relativos al deterioro de moldes para vaciado de metales: a) recubrimiento de los moldes antes de vaciar [3][4], b) efecto de la fatiga térmica en la integridad superficial de los moldes [5], c) esfuerzos residuales [6] [7], y d) aleaciones alternativas en la fabricación de moldes para una vida extendida [8]. Los trabajos relativos al mantenimiento de dichos moldes y el impacto del mantenimiento en su vida útil son escasos [1] [9]. En los trabajos previos, no se toma en cuenta el mantenimiento de los moldes para evaluar el impacto en el costo unitario de las partes producidas. En este trabajo se aborda la integración de los conceptos generales del mantenimiento industrial [10] [11] [12] [13] con las necesidades de los usuarios de moldes para vaciado de metales [1] [9]. En lo particular, el trabajo se enfoca en el impacto de los moldes redundantes (como parte de la política de mantenimiento) en el costo unitario de las partes producidas.

## 2. METODOLOGÍA

### Moldes Redundantes

Los requerimientos de mantenimiento de los moldes y sus componentes hacen necesario que sean retirados periódicamente de la línea de producción para su reparación. En sustitución de ellos, es común para los distintos fabricantes de partes de aluminio, el contar con moldes adicionales (moldes redundantes) que permitan dar continuidad a la producción, aún cuando algunos moldes estén recibiendo atención de mantenimiento. El factor de redundancia de moldes ( $R_m$ ) se define como la proporción entre el número de moldes redundantes ( $m$ ) y el número de moldes base o estrictamente necesarios para la producción ( $n$ ).

Para determinar la cantidad necesaria de moldes redundantes ( $m$ ), existen varios criterios utilizados por la industria, donde se apela al riesgo de perder capacidad de respuesta hacia el mercado en que participan. En algunos casos, estos riesgos llegan a ser altos (ejemplo: la industria automotriz, en donde el cliente penaliza fuertemente el retraso en las entregas).

Dependiendo del tamaño de su operación, los fabricantes de partes de aluminio desarrollan en ocasiones talleres internos para la reparación de los moldes. El personal encargado de estos talleres compite constantemente contra la velocidad de deterioro de los herramentales para disminuir los riesgos de producir piezas rechazadas por calidad, la necesidad de moldes adicionales y el requerimiento de mantenimiento (todos estos factores aumentan el costo unitario del producto vaciado en aluminio).

Dado que regularmente los costos de este tipo de moldes son altos, los distintos usuarios continuamente buscan reducir costos mediante una extensión de su vida útil. Es aquí donde, la política de mantenimiento juega un papel definitivo.

Un factor importante a considerar cuando se habla de la componente relacionada con los moldes en el costo unitario es la variación de la demanda. Si bien la cantidad de moldes disponibles ( $n$ ) debe ser suficiente para satisfacer la demanda de producto ( $P$ ) en todo tiempo, la variación entre las proyecciones de venta y el comportamiento real del mercado hace que el costo unitario aumente debido a la redundancia de moldes ( $R_m$ , es decir el tener más moldes de los estrictamente necesarios). Una política de mantenimiento que contemple contar con moldes redundantes para sustentar la continuidad operativa agrava el comportamiento del costo unitario (ver figura 2).

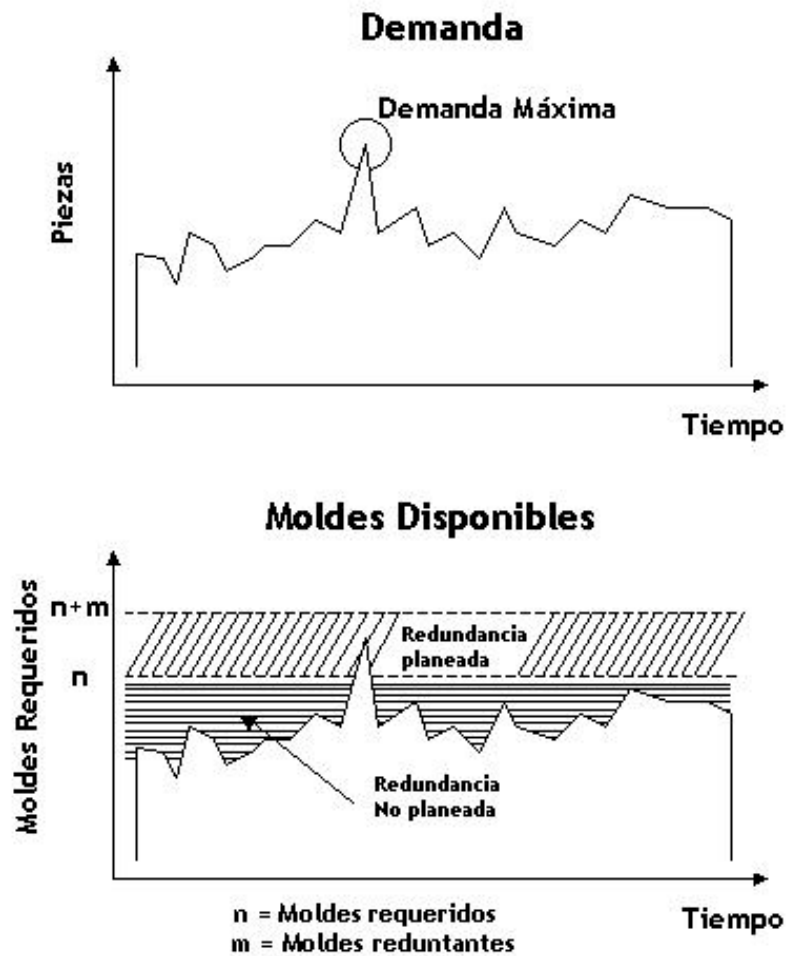


Figura 2. La variación en la demanda dramatiza aún más la condición de redundancia de moldes ( $R_m$ ) planeada como parte de la política de mantenimiento.

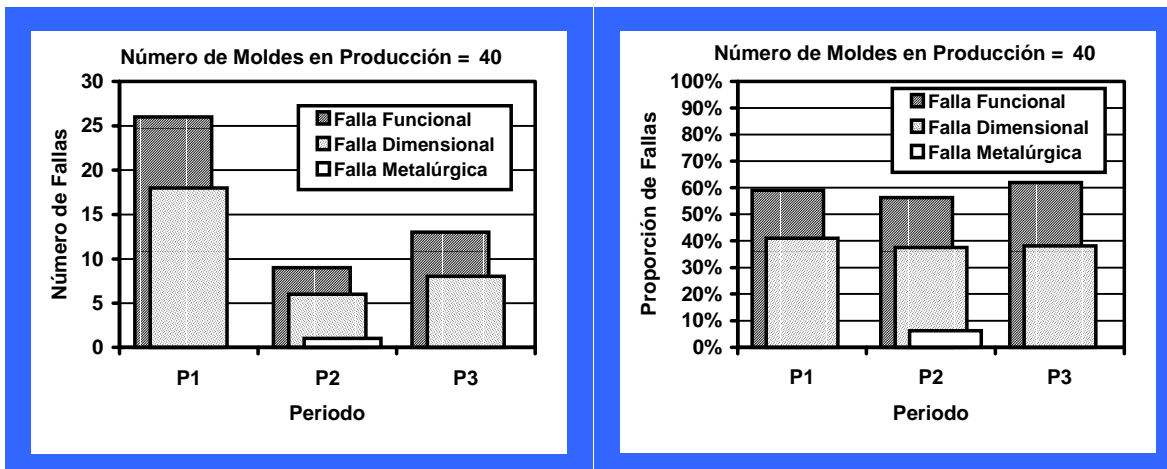


### Fallas Típicas en Moldes para Vaciado de Aluminio

Con el fin de ilustrar los diferentes factores relativos al mantenimiento de moldes, a continuación se presentan datos de una operación de vaciado de aluminio en la industria automotriz. Para un producto dado, fabricado en aluminio con molde semi-permanente con 3 corazones de arena, el seguimiento de las fallas más frecuentes asignables a los moldes y que requirieron su solución en el taller de mantenimiento de herramientas, arrojó los datos que se muestra en la figura 2.

Para este caso en particular, la cantidad de moldes en producción fue de 40 durante el período de medición (3 meses). La política establecida actualmente manejada para moldes redundantes consiste en factor de redundancia de 60%. Las causas asignables para las fallas encontradas se dividieron en:

- ▶ Funcionales: cuando la falla se asocia con una condición mecánica del molde, apertura o cierre, partes móviles, etc.
- ▶ Dimensionales: cuando la falla implica variaciones en las dimensiones de la pieza fabricada debidas a cambios en la cavidad del molde, desgaste interior, etc.
- ▶ Metalúrgicas: cuando la falla se asocia a condiciones de la aleación, incrustaciones superficiales, fracturas en la pieza, etc.



**Figura 3. Comportamiento de las fallas de moldes en un proceso de vaciado de piezas en aluminio (duración de cada período = 1 mes).**

La gráfica de la figura 3 demuestra que existe, para este caso, una preponderancia de las fallas funcionales sobre las fallas dimensionales y las metalúrgicas, asignables al desgaste o fractura de la superficie de la cavidad del molde. En segundo lugar, se desprende que las fallas dimensionales participan con menos del 40% de las fallas de los moldes y que las fallas metalúrgicas afectan al moldeo con menos del 5%. De acuerdo a estos datos, si se desea prolongar la vida útil de los moldes en cuestión habría que revisar las condiciones de operación y ver si se están siguiendo las recomendaciones de la bibliografía encontrada [1].

### Impacto de la Variación de Demanda en el Factor de Redundancia de Moldes

Por otra parte, la cantidad de moldes disponibles sobrepasó en más del 100% el promedio de moldes requeridos para satisfacer la demanda de los últimos 12 meses (Figura 4). Esto hace que el porcentaje de redundancia planeado de acuerdo a la política de mantenimiento de un 60% se vea fuertemente superado, impactando la proyección de costo unitario de manera importante, aumentando de un 2% a un 4%. En grandes volúmenes de producción, esto puede llegar a significar importantes variaciones en la rentabilidad de la operación.

De lo anterior se concluye que una política adecuada de mantenimiento deberá contener:

- ▶ La revisión de la cantidad de moldes a utilizar dentro de la operación continua. El exceso de redundancia deberá dejarse para sustitución de los moldes que cumplan con su vida útil real medida durante la operación diaria.
- ▶ Una planeación de actividades de mantenimiento que incluya el aumento de operaciones básicas (lubricación, limpieza, aprietes) durante la producción orientadas a minimizar la presencia de fallas funcionales.
- ▶ La disminución de las fallas dimensionales a través de controlar las variaciones de temperatura durante los ciclos de moldeo a fin de evitar fracturas superficiales por fatiga térmica [5]

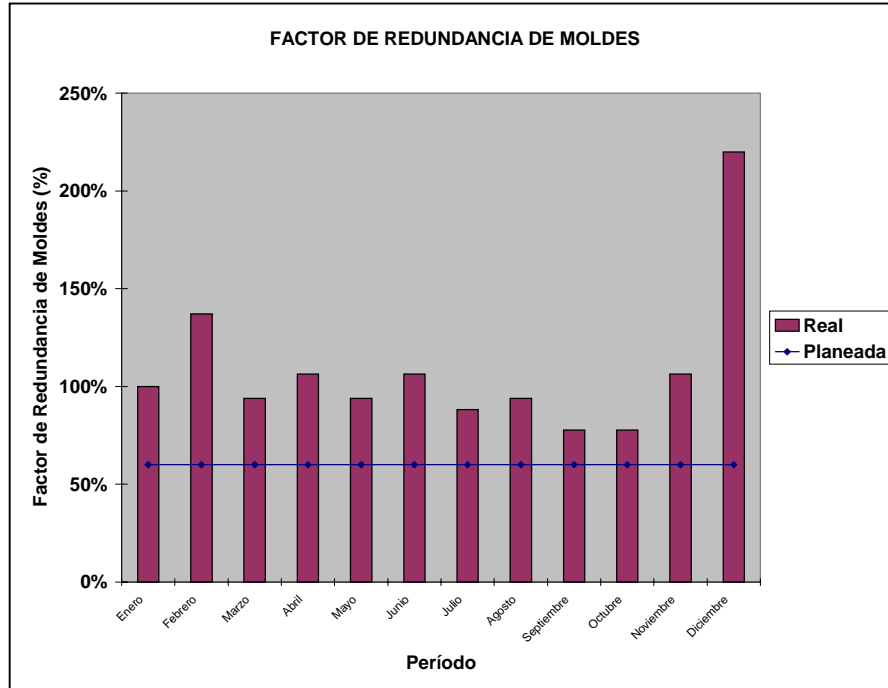


Figura 4. La redundancia planeada de moldes es también fuertemente afectada por la variación en la demanda, pudiendo llegar a niveles difícilmente justificables.

### Modelo Propuesto para Estimar el Número de Moldes Redundantes

De los diferentes factores del mantenimiento, el presente trabajo se enfoca en el impacto de los molde redundantes en el costo unitario. Para un sistema de manufactura que incluya el proceso de vaciado de aluminio en molde semi-permanente, una reducción en el número de moldes utilizados representa una reducción significativa en la inversión y por lo tanto en el costo unitario de las partes producidas.

Existe un impacto en el número de moldes redundantes ( $m$ ) debido a la efectividad del mantenimiento realizado sobre los moldes. De manera que es necesario incluir factores como el tiempo medio para reparar, los paros por falla del molde, los ciclos de uso del molde y la política de cantidad de ciclos para mantenimiento preventivo. Con base en dichos factores se propone el modelo mostrado en la ecuación 1.

$$m = \frac{MTTR}{t_{TOT}} \sum_{i=1}^n (F_i + C_{wi}/M_R) \quad \text{donde} \quad n = \frac{P \cdot CT_p}{Q_R} \quad (1)$$

Donde **m**: cantidad de moldes redundantes, **n**: cantidad de moldes base, **P**: demanda de piezas por hora (pzas/hr), **CT<sub>p</sub>** : Ciclo de la máquina en horas-molde por pieza (hrs-molde/pza), **Q<sub>R</sub>** : Tasa de calidad en el período de análisis, **MTTR**: Tiempo medio para reparar los moldes en el taller (hrs), **t<sub>TOT</sub>** : Tiempo total del período en que se requieren los moldes (hrs), **F<sub>i</sub>**: Cantidad de fallas del molde *i* en el período, **C<sub>wi</sub>** : Ciclos operados por el molde *i* durante el período de análisis (ciclos), **M<sub>R</sub>**: Ciclos para Mantenimiento Preventivo (ciclos)

Del modelo propuesto, se desprende que la cantidad de moldes redundantes (*m*) es una función de:

- ▶ La demanda estimada en el período de vida de los moldes.
- ▶ La cantidad de moldes en operación
- ▶ El nivel de uso de los moldes
- ▶ La política de mantenimiento preventivo
- ▶ La eficiencia del taller de mantenimiento a herramientas
- ▶ La frecuencia de fallas que presentan los moldes durante su vida útil

La detección del nivel de relevancia de estos parámetros sobre el comportamiento de los herramientas para aluminio vaciado y su vida útil provee la posibilidad de controlar más eficientemente el resultado obtenido con el uso de estos medios de fabricación. Con esto, la justificación de investigaciones posteriores que provean de mayor profundidad en el conocimiento relacionado con esta tecnología se facilita en ambientes donde los volúmenes de fabricación las hace altamente rentables.

### 3. RESULTADOS

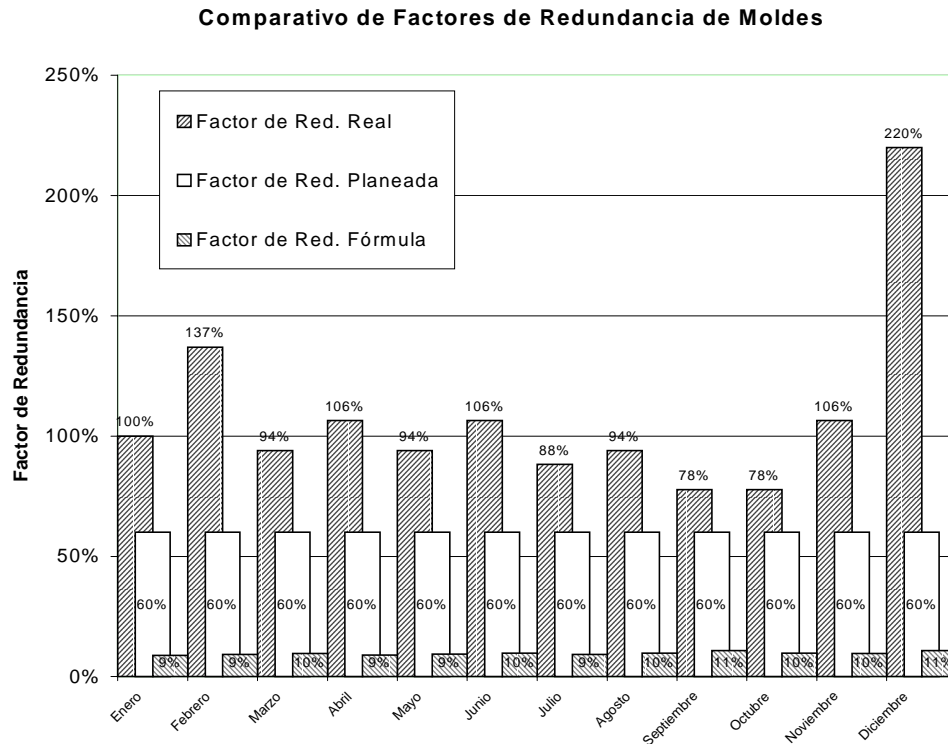
Utilizando el modelo propuesto para determinar el número de moldes redundantes y el caso de aplicación presentado en las figuras 3 y 4, los factores de redundancia encontrados son marcadamente menores que los utilizados actualmente (ver figura 5). La decisión de desechar un molde por cumplimiento de su vida útil, no es un asunto de trámite fácil para los fabricantes de partes de aluminio debido a los altos niveles de inversión y tiempo que representa la adquisición de herramienta nuevo. No obstante, el costeo del mantenimiento y su impacto en el costo unitario de las partes fabricadas, pueden proveer los argumentos necesarios para justificar económicamente una decisión de este tipo.

Si bien, para el personal que tiene a su cargo el mantenimiento de los herramientas la condición de los mismos puede sugerir el requerimiento de una sustitución, en la mayoría de las ocasiones no se cuenta con el soporte informativo necesario para sustentar una solicitud de este tipo. El desarrollo de un modelo de proyección del comportamiento del costo unitario afectado por el desempeño en mantenimiento del molde y sus componentes, permite dar mayor certeza a lo que el sentido común ya le sugiere al profesional al cuidado del herramienta. El análisis del impacto de diversas políticas de mantenimiento puede proporcionar aún más información para la toma de decisiones a este respecto, y acerca de cómo y hasta dónde la prolongación del uso del molde puede ser rentable.

### 4. CONCLUSIONES

La práctica muestra que el desgaste en los herramientas es más severo en las componentes móviles de los moldes, más que en las condiciones superficiales de las cavidades en contacto con el metal líquido. Esto puede indicar que el procedimiento operativo requiere ser revisado para incluir una política de mantenimiento preventivo sobre la marcha para estos componentes que están expuestos a condiciones severas de operación, aumentando así la vida útil de los mismos [9]. De esta manera se obtienen también beneficios en velocidad de respuesta (reducción de paros no programados, menos tiempos de montaje y desmontaje, mayor disponibilidad de los equipos, mayor productividad).

Adicionalmente, el modelo propuesto para determinar la cantidad de moldes redundantes permite encontrar la cantidad mínima necesaria para asegurar la continuidad operativa. Sin embargo, debe decirse que otros criterios pueden ser relevantes y que el modelo propuesto actualmente no los contempla. Estos factores pueden ser la cantidad de moldes que un equipo puede albergar simultáneamente, el escalonamiento en el tiempo en que los distintos moldes van requiriendo su revisión preventiva, el costo de oportunidad de no poder surtir la demanda, entre otros.



**Figura 5. Comparativo de Factores de Redundancia de Moldes para el caso analizado.**

## 5. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue desarrollado con soporte de la empresa NEMAK y Bios. Los autores tambi6n desean agradecer los comentarios y sugerencias del comit6 de tesis, integrado por el M.C. Jes6s Arrambide y el Dr. Nicol6s Hendrichs.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Bain, Rick; Stahl Specialty Co.;  
"Maintenance can help you get the most out of permanent molds",  
*Modern Casting*; Des Plaines; Feb 1998
- [2] Villegas, Jes6s; *Impacto de la Pol6tica de Mantenimiento relacionada con moldes Redundante en el Costo Unitario de Partes de Aluminio Vaciado en Molde Semi-permanente*, Tesis de la Maestr6a en Sistemas de Manufactura, Instituto Tecnol6gico y de Estudios Superiores de Monterrey, Diciembre, 2001.
- [3] Martinez, K.M.; Ramsay, C.W.; Askeland, D.R.;  
"Effect of Mold Coating on Thermal Fatigue in Al Permanent Mold Casting",  
*AFS Transactions*, 98-30, P.207 1998
- [4] Shivpuri, R.; Chu, Y.-L.; Venkatesan, K.; Conrad, J.R.; Sridharan, K.; Shamim, M.; Fetherston, R.P.  
"An Evaluation of Metallic Coatings for Erosive Wear Resistance in Die Casting Applications",  
*Wear* 192 (1996) 49-55, July 1995
- [5] Guobin Li; Xiangzhi Li; Jianjun Wu;  
"Study of the thermal fatigue crack initial life of H13 and H21 steels",  
*Journal of Materials Processing Technology*, 74 (1998) 23-26
- [6] Cunha, L. Andritschky, M.;  
"Residual Stress, Surface Defects and Corrosion Resistance of CrN Hard Coatings"  
*Surface and Coatings Technology* 111 (1999) 158-162

# EVALUACIÓN INTEGRAL DE MANUFACTURABILIDAD Y DESEMPEÑO FUNCIONAL EN PARTES INYECTADAS DE TERMOPLÁSTICO

Jesús Talavera y Ciro A. Rodríguez

Este trabajo se desarrolla en el contexto de componentes inyectados en termoplástico y que están sometidos a cargas mecánicas considerables. En la actualidad, este tipo de componentes se diseña con base en un análisis de esfuerzos. El proceso de moldeo por inyección, se analiza como una etapa independiente del diseño mecánico. Durante la especificación del proceso, no se considera que las líneas de soldadura no deben estar ubicadas dentro de las zonas críticas de concentración de esfuerzos bajo las condiciones funcionales de las piezas. La presencia de las líneas de soldadura en las zonas críticas de concentración de esfuerzos representan un factor de riesgo a que la pieza falle cuando se destina a la operación para la cual fue diseñada. La ubicación de las líneas de soldadura en las piezas varía de acuerdo a los parámetros de entrada utilizados en el proceso de inyección. En este trabajo se plantea una metodología para determinar qué parámetros de entrada en el proceso de inyección representan el menor riesgo de falla en condiciones de operación de la pieza, utilizando un índice normalizado que relaciona la ubicación de las líneas de soldadura con el esfuerzo mecánico al que está sometida la parte en cada una de las regiones donde aparecen las líneas de soldadura.

Palabras clave: inyección de plástico, manufacturabilidad, diseño, líneas de soldadura, concentración de esfuerzos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo aborda la problemática de considerar simultáneamente el desempeño funcional de partes de plástico y su manufacturabilidad. El desempeño funcional que se estudió en este trabajo se refiere a la resistencia mecánica en partes de plástico sometidas a cargas considerables. Desde el punto de vista de manufacturabilidad, la consideración principal es evitar que las líneas de soldadura, generadas por la unión de dos frentes independientes de flujo, se localicen en las regiones de alta concentración de esfuerzo de la parte. La localización de dichas líneas de soldadura depende de los puntos de inyección y de las condiciones de proceso utilizadas durante el moldeo. Aquí se presenta una metodología para establecer las mejores condiciones de manufacturabilidad, asegurando la funcionalidad de la parte.

Los resultados de este trabajo facilitan la toma de decisiones en el diseño para piezas de material termoplástico inyectado sujetas a altos niveles de esfuerzos, integrando la simulación de procesos, el análisis de elemento finito y las matrices de decisión. Dicha metodología se desarrolló como parte de una tesis de la Maestría en Sistemas Integrados de Manufactura [1].

---

M.S. Jesús Talavera, Ingeniero de Diseño, Schneider Electric North America, Apodaca, NL.  
Dr. Ciro A. Rodríguez, Profesor Investigador, C. de Sist. Integrados de Manufactura, ITESM Campus Mty.

## Revisión Bibliográfica

Este trabajo se enfoca a la relación entre el proceso de inyección de termoplásticos y el diseño funcional de las piezas. La literatura muestra diversos trabajos que relacionan las condiciones de proceso y diseño en metales y plásticos utilizando herramientas tales como (Figura 1):

- ▶ Herramientas de simulación de proceso que proporcionan información detallada del comportamiento del proceso de manufactura para una combinación específica de geometría de la parte, configuración de herramientas y parámetros de proceso.
- ▶ Herramientas estadísticas que proporcionan la síntesis de información cuantitativa relativa al proceso de manufactura y/o reglas de diseño.
- ▶ Herramientas de inteligencia artificial que integran el conocimiento al más alto nivel y organización con respecto a la interacción del diseño, procesos de manufactura y materiales.

En el procesamiento de plásticos, los trabajos utilizan herramientas de inteligencia artificial para hacer recomendaciones de diseño, tomando en cuenta consideraciones generales de manufacturabilidad. En el proceso de conformado de aluminio, existe un trabajo en el que se varían las condiciones de procesos para obtener un índice normalizado de confiabilidad que permite realizar una comparación cuantitativa entre diversos procesos similares [5]. El presente trabajo aplica algunas ideas de [5] de tal manera que la evaluación integral función-manufactura se realiza en diferentes regiones de la parte, con base en diferentes combinaciones de condiciones de proceso.

		PROCESOS DE MANUFACTURA				
		Procesamiento de Plásticos	Conformado de Metales	Soldadura	Maquinado	
HERRAMIENTAS	Inteligencia Artificial	sistema experto	[6]		[9]	[8]
		redes neuronales	[6] [7]	[3] [4]		[8]
		algoritmos genéticos	[6]			[8]
	Estadística	matrices de decisión	[1]*	[5]		
		superficie de respuesta		[2]		
		Taguchi		[3] [4]		
		modelos estocásticos				
	Simulación de Proceso	elemento finito (FEM)	[1]* [6] [7]	[2] [5]		
		programación de control numérico asistida (CAM)			[9]	[8]

Figura 1. Literatura relativa en la integración del diseño con el proceso de manufactura (\* trabajo reportado en este artículo).

## 2. METODOLOGÍA

El objetivo principal de esta metodología es encontrar, para un diseño de parte dado, las condiciones de proceso que deben ser utilizadas para obtener el menor número de líneas de soldadura en zonas críticas de concentración de esfuerzos. De manera preliminar a la metodología son necesarios dos análisis:

- ▶ **Análisis de Esfuerzos.** El objetivo es identificar las regiones con mayor concentración de esfuerzos y crear unas plantillas que discretizan la parte en regiones. A cada celda de la plantilla se le asigna un nivel de esfuerzo (con valor de 0 a 1), normalizando con respecto al máximo nivel de esfuerzo. El análisis de esfuerzos debe desarrollarse en un software de elemento finito y considerar las condiciones de frontera de acuerdo a la funcionalidad de la pieza.
- ▶ **Análisis de Flujo.** El primer análisis de flujo es un punto de partida para identificar la zona recomendada por el software en la ubicación del punto de inyección. Con base en los resultados de esta simulación se inicia el proceso iterativo de la metodología.

**Paso 1. Estética de la pieza.** Si la pieza requiere que una o más de sus caras no muestre rasgos de los puntos de inyección o botadores, se debe evitar inyectar la pieza desde dichas caras críticas. Los puntos de inyección y botadores utilizados para sacar la pieza del molde siempre dejan marcas que afectan la estética de la pieza. Se deben hacer las siguientes consideraciones como parte

del proceso de inyección: a) tomando en cuenta la dificultad en la construcción del molde, la mejor opción siempre será inyectar la pieza desde la parte fija del molde, b) en caso de afectar la estética de la parte, se debe considerar colocar los puntos de inyección en alguna parte lateral donde las marcas no sean significativas y c) como ultima opción se debe considerar inyectar desde la parte móvil del molde.

**Paso 2. Simetría en el punto de Inyección (empaquetamiento).** Un determinado punto de inyección debe cumplir con llenar las zonas más alejadas de la pieza en un rango que este del 95% al 100% de tiempo total de llenado de la cavidad [10] [11] [12]. El software considera la resistencia geométrica de la pieza para evitar el empaquetamiento. Si una de las zonas se llena antes que la otra habrá empaquetamiento de tal forma que puede generar rebaba por ese lado del molde. Por lo tanto, la primera elección del punto de inyección debe hacerse considerando la simetría de la pieza. Si la pieza es simétrica con respecto a las direcciones XY, la mejor ubicación del punto de inyección será en el punto de simetría o centro de la pieza. La excepción a la regla es cuando la pieza tiene un agujero o una ranura en ese punto. Si este fuera el caso, deben considerarse las siguientes opciones, que serán solución sólo hasta alcanzar la igualdad en al menos el 95% del tiempo de llenado en las partes más alejadas: a) agregar otro punto de inyección y b) cambiar la geometría de la parte.

**Paso 3. Presión en la cavidad.** Como criterio de rechazo considerando la aplicación para piezas pequeñas y medianas, una presión aceptable en la cavidad debe ser menor a 5,000 psi. [11] [13]. En caso de que se exceda el límite establecido se debe considerar: a) mover el punto de lugar acercándolo hacia el centro de la pieza, b) incrementar el número de puntos de inyección (dos puntos de inyección se considera un número típico para solucionar este problema).

**Paso 4. Comparación de regiones comunes entre líneas de soldadura y áreas de concentración de esfuerzos.** Una vez localizado el punto o los puntos que cumplen con los criterios anteriores, se deben realizar simulaciones variando los parámetros de proceso recomendados por el software. Al elegir el material, el software automáticamente carga los valores normales para las condiciones de proceso, pero existen rangos de variación para Temperatura del molde ( $T_{mol}$ ), Temperatura de fundición del material ( $T_{fun}$ ), y la Presión de inyección ( $P_{iny}$ ), que son considerados los datos de entrada en la simulación de flujo, mientras que los datos de salida serán el nivel de llenado simétrico, tiempo de llenado de la cavidad, tiempo de ciclo y la presión en la cavidad.

Los datos de entrada se deben variar de acuerdo a los rangos sugeridos por el software, ya que estos valores son los recomendados por el fabricante de la resina. La temperatura del molde ( $T_{mol}$ ), temperatura de fundición del material ( $T_{fun}$ ), y la presión de inyección ( $P_{iny}$ ), deben tomar como mínimo tres valores dentro del rango sugerido para cada uno de ellos, el mínimo, el normal y el máximo, de tal forma que se realicen las simulaciones de todas las combinaciones posibles entre esos datos de entrada. Mientras más se dividan los rangos de los datos de entrada aumentará el número de simulaciones a realizar y la metodología será más precisa, pero también más extensa.

Después de realizar simulaciones de flujo de todas las combinaciones y obtener los datos de salida con las distintas condiciones de proceso, es necesario identificar el número de líneas de soldadura y compararlo con respecto a las áreas de concentración de esfuerzos, para lo cual se debe:

- Identificar visualmente y en 3 dimensiones las zonas de concentración de esfuerzos obtenidos en el análisis de esfuerzos.
- Una vez identificadas las zonas de concentración de esfuerzos, se debe tomar el número de vistas en 2 dimensiones suficientes para abarcar el total de las zonas donde se encuentren los puntos máximos de concentración de esfuerzos. La pieza debe dividirse en secciones formando una malla con elementos rectangulares donde el tamaño y el número de los elementos en la malla se define de acuerdo a las dimensiones y esfuerzos en la pieza. Los elementos de la malla deben ser de menor tamaño en las zonas de mayor esfuerzo. El número de renglones y columnas de la malla debe ser definido de acuerdo a la normalización del esfuerzo en la pieza y a la exactitud requerida en los resultados. Mientras más renglones y columnas se utilicen, el número de elementos en la malla será más grande y la sensibilidad del resultado será mayor. Al generar la malla se hace una plantilla para identificar gráficamente cada región, de la siguiente manera:

a11	a12	a13	a14
a21	a22	a23	a24
a31	a32	a33	a34

Plantilla de Esfuerzos

- De acuerdo al análisis de esfuerzos, cada región de la pieza debe normalizarse del 0 al 1, obteniendo con 1 el valor más crítico de esfuerzos y 0 para las zonas donde la pieza demuestra esfuerzo nulo o despreciable.
- De la misma forma se debe discretizar la pieza en el análisis de flujo que muestra las líneas de soldadura, utilizando la misma plantilla que se generó del análisis de esfuerzo, de la siguiente manera:

b11	b12	b13	b14
b21	b22	b23	b24
b31	b32	b33	b34

Plantilla de Líneas de Soldadura

- A continuación, se procede a contar el número de líneas de soldadura en cada sección de tal forma que la comparación sea correspondiente a cada división de las plantillas de esfuerzo.
- Para mayor precisión se debe considerar el total de plantillas de cada una de las vistas: frontal, trasera, superior, inferior, izquierda y derecha.

El impacto de las líneas de soldadura en las regiones con niveles de esfuerzo relativamente altos, se establece a través del siguiente índice (tomando la sumatoria total de cada una de las vistas):

$$F_{cels} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{ij}$$

donde:  $a_{ij}$  = índice normalizado de concentración de esfuerzos en las plantillas (entre 0 al 1),  $b_{ij}$  = número de líneas de soldaduras identificadas dentro de cada región,  $m$  = renglones necesarios (comunes para cada plantilla en los análisis de esfuerzos y líneas de soldadura) y  $n$  = columnas necesarias (comunes para cada plantilla en los análisis de esfuerzos y líneas de soldadura)

**Paso 5. Tiempo de ciclo.** Si dos o más combinaciones de parámetros de proceso pasaron los filtros anteriores, el menor tiempo de ciclo determinará la mejor opción de condiciones de proceso. Desde el punto de vista de optimización de recursos, es deseable elegir el menor tiempo de ciclo de moldeo, para generar el mayor número de partes y hacer más productivo el proceso.

### 3. RESULTADOS

Para la aplicación de la metodología se utilizó una pieza de plástico que tiene relevancia en la industria eléctrica. Una de sus funciones es sostener las barras de cobre o aluminio en un intercambiador de fases y a su vez servir como punto de enlace entre éste y un interruptor. Las barras por si solas no son tan pesadas para provocar una deformación crítica en la pieza. Sin embargo el modo de falla de este tipo de piezas es cuando se presenta el fenómeno de corto circuito, ya que las barras se someten a fuerzas electromagnéticas que influyen directamente sobre la pieza de plástico provocando que existan concentraciones de esfuerzo en zonas críticas. Cabe señalar que la obtención de la magnitud de esas fuerzas no es caso de estudio en este trabajo, ya que conocidas las condiciones de frontera de las fuerzas en la pieza, sabemos que los esfuerzos siempre estarán localizados en las mismas regiones, en mayor o en menor magnitud, pero su localización no cambiará de posición, y será precisamente en esas regiones donde se debe procurar no tener líneas de soldadura.

La resina que se elija debe cumplir con las propiedades mecánicas, eléctricas, ambientales y térmicas para que la pieza no sufra alteraciones a corto o a largo plazo. La selección adecuada de la resina es el primer requisito para que la pieza sea segura y duradera. En el caso de la pieza en estudio se requiere que cumpla con dos características importantes: un material resistente a la tensión y un valor adecuado de elongación antes de la ruptura de acuerdo a los cálculos realizados. La resina seleccionada para la pieza en cuestión fue LATAMID 66 H2 G/25-V0KB1 cuya resistencia a la tensión es de 21800 psi, con 3% de elongación antes de la ruptura y densidad de 1.36 g/cm<sup>3</sup>. Éste es un material compuesto por



PA 66 (Nylon 66), para procesos con velocidad media de inyección, 25% de fibra de vidrio, que cumple con la norma de UL94 V-0 para retardar la flama, y tiene excelentes propiedades eléctricas.

### Análisis de Esfuerzos y de Flujo

Al realizar el análisis de esfuerzos (por medio del paquete *I-DEAS*), una de las actividades críticas es identificar las condiciones de operación de la pieza para obtener los datos correctos, y así definir las regiones donde se deben evitar las líneas de soldadura. La figura 2 muestra el resultado del análisis de esfuerzos realizado y la discretización seleccionada para la comparación de nivel de esfuerzo vs. líneas de soldadura. En la vista frontal, las zonas de mayor esfuerzo se presentan en las costillas que refuerzan las ranuras por donde pasan las barras, por lo que a éstas regiones se les asignó el valor más crítico de 1 (uno). Para la vista trasera, sólo se consideraron 9 renglones y 8 columnas debido a la distribución de esfuerzos sobre la pieza. Los niveles de esfuerzos en esta vista están en un nivel medio. Los ganchos utilizados para ensamblar la pieza representan las regiones más críticas en las vistas inferior y superior. Para las vistas izquierda y derecha, las áreas más críticas en estas vistas se presentan en las esquinas de las ranuras por las que atraviesan las barras y en los ganchos utilizados para ensamblar la pieza.

### Evaluación Integral de Manufacturabilidad y Desempeño Funcional

**Paso 1. Estética de la pieza.** Para definir el punto de inyección, la primera consideración es la estética de la pieza. Se determinó no inyectar desde la parte fija del molde. Por lo tanto, se optó por inyectar desde las caras laterales.

**Paso 2. Simetría en el punto de inyección (empaquetamiento).** Al realizar las primeras simulaciones de flujo colocando el punto de inyección dentro de las zonas recomendadas por el software, no se cumplía con la condición de llenar todas las zonas más alejadas al punto en al menos un 95%, debido a la ranura en el centro de la pieza donde se estaba colocando el punto de inyección. Utilizando dos puntos de inyección se logró satisfacer el criterio del 97% de uniformidad.

**Paso 3. Presión en la cavidad.** Al utilizar dos puntos de inyección también se logró disminuir la presión y cumplir con el criterio de ser menor a 5, 000 psi. La figura 3 muestra la ubicación de los puntos de inyección que cumple con los primeros tres criterios de la metodología: estética de la pieza, simetría en el punto de inyección (empaquetamiento), y presión en la cavidad.

**Paso 4. Comparación de regiones comunes entre líneas de soldadura y áreas de concentración de esfuerzos.** Se realizaron una serie de simulaciones de flujo para poder obtener las mejores condiciones de proceso. Por las características de la pieza es normal que se presenten líneas de soldadura durante el proceso de inyección. Sin embargo se puede cambiar su posición en la pieza variando los parámetros del proceso, y así provocar que el menor número de líneas de soldadura se localice en las regiones críticas de concentración de esfuerzos. Las condiciones que se variaron para las simulaciones de flujo en el proceso de inyección fueron: temperatura del molde ( $T_{mol}$ ), temperatura de fundición del material ( $T_{fund}$ ), y la presión de inyección ( $P_{iny}$ ). En las simulaciones, siempre se mantuvieron constantes el material (el índice de flujo del material no cambia), la localización de los puntos de inyección, las dimensiones y la geometría de la pieza. El tiempo de llenado de la cavidad y el tiempo de ciclo de inyección fueron directamente calculados por el software. El fabricante del material recomienda rangos entre los cuales se debe realizar los procesos de inyección y en base a éstos se llevaron a cabo un total de 27 simulaciones, de acuerdo con los siguientes parámetros:

Var/Rangos	1	d	5
$T_{mol}$ (° F)	158	176	194
$T_{fund}$ (° F)	500	518	536
Presión (psi)	7,251.9	14,503.8	21,755.7

donde: 1 = es el valor mínimo utilizado en las simulaciones, d = es el valor normal dentro de los rangos (d = default) y 5 = es el valor máximo utilizado en las simulaciones. Para los valores de la temperatura del molde y la temperatura de fundición se utilizaron los valores mínimos y máximos dentro de los rangos recomendados por el fabricante. Sin embargo para la presión se utilizó como valor normal 14503.8 psi, el valor mínimo se definió como la mitad del valor 7251.9 psi, y el valor máximo como el doble del normal 21755.7 psi.

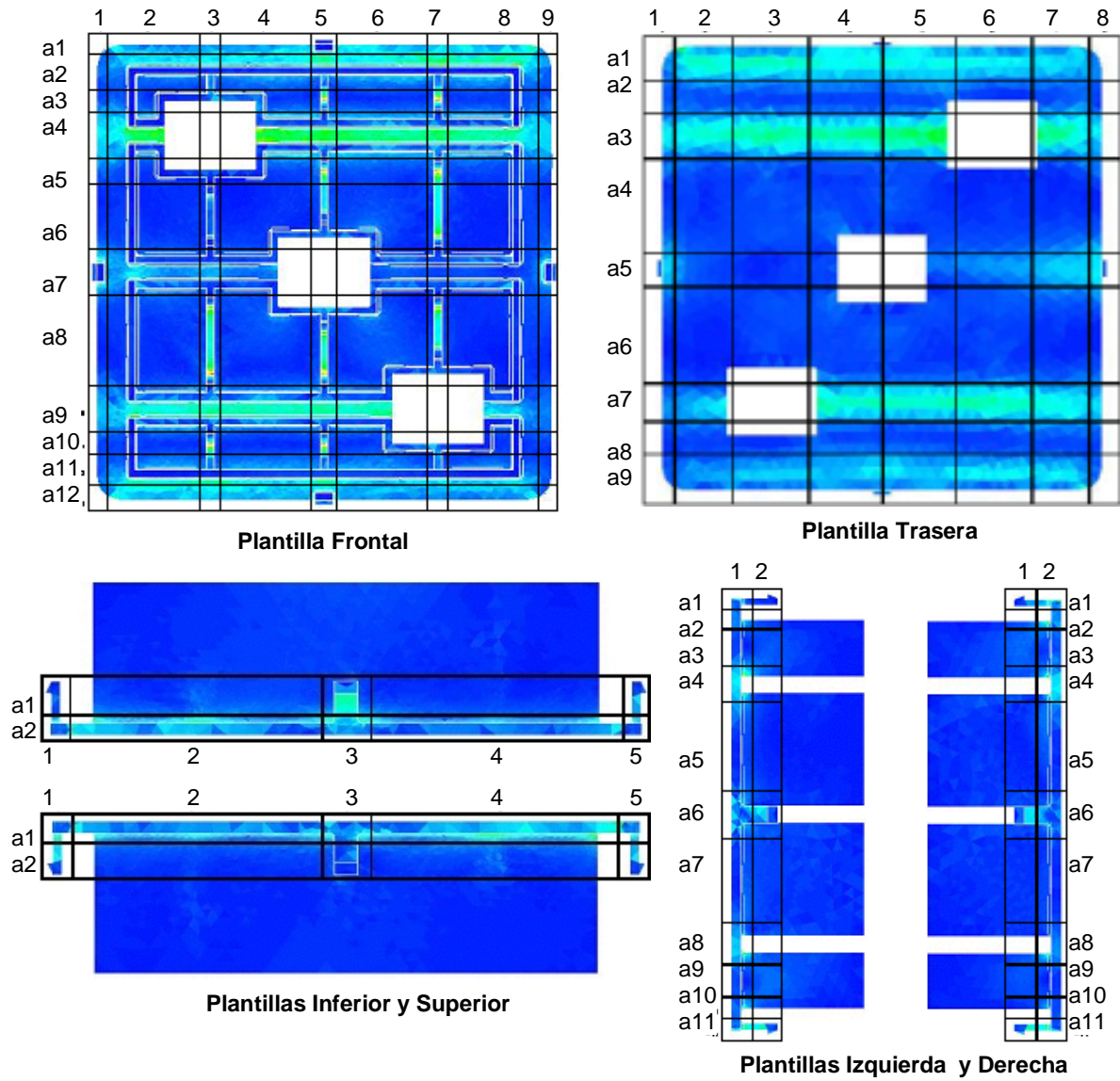


Figura 2. Análisis de esfuerzos y plantillas para cada vista de la parte.

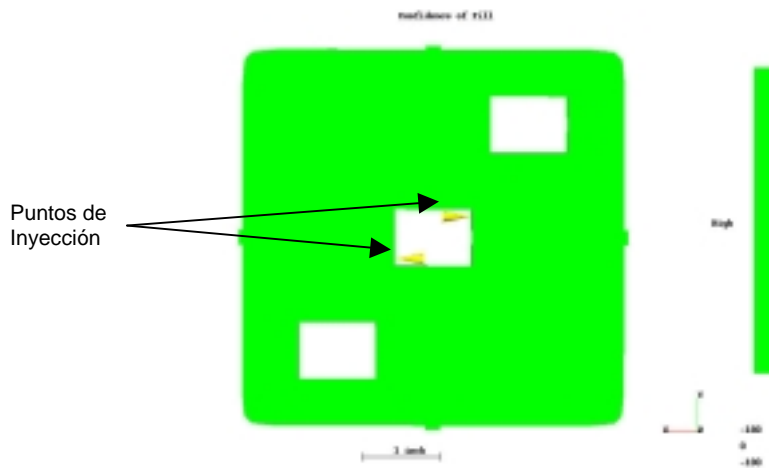


Figura 3. Localización de los puntos de inyección en caras laterales.

La primer simulación de flujo se realizó con los valores normales (ddd). Los resultados de esta simulación se muestran en la figura 4. El resultado del índice Fcels fue 27.1, que al concluir las 27 simulaciones resulto el segundo valor más alto. Esto indica que no siempre los valores normales recomendados por el fabricante y el software para el proceso de inyección resultan los más apropiados al considerar la concentración de esfuerzos y las líneas de soldadura. La figura 4 también muestra los resultados con el menor factor Fcels (combinación 1dd).

La figura 5 muestra el resultado de todas las simulaciones que se realizaron para obtener los valores de Fcels con diferentes condiciones de proceso. El valor más alto fue 27.4 bajo las condiciones de proceso dd1, mientras el valor más bajo registrado para Fcels fue de 18.9 y se presenta en cuatro condiciones de proceso: 1d1, 1dd, 1d5 y d15.

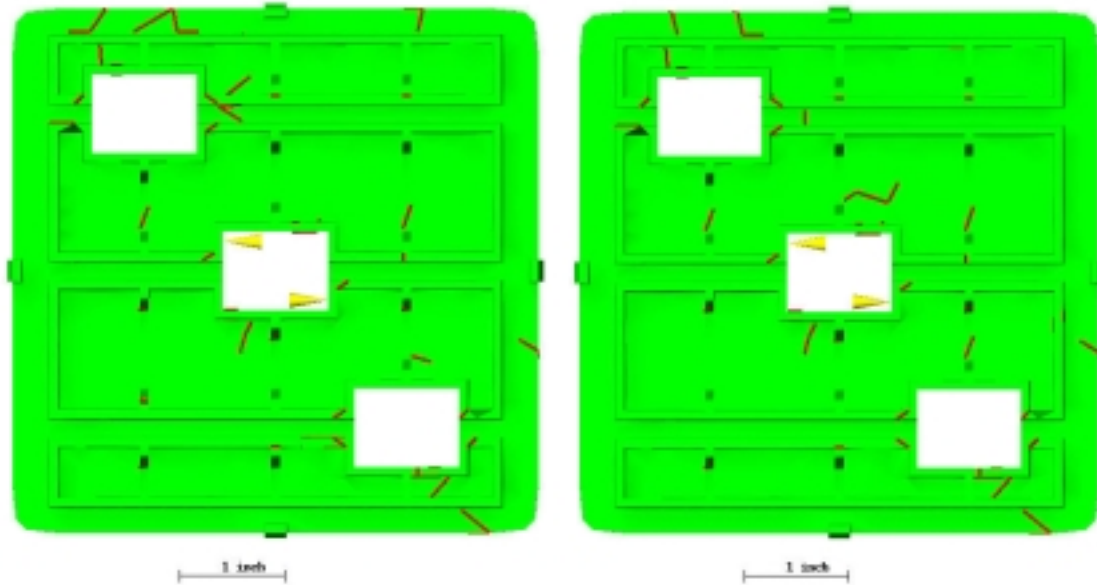


Figura 4. Líneas de soldadura para a) simulación con condiciones ddd ( $T_{mol} = 176^{\circ} F$ ,  $T_{un} = 518^{\circ} F$ ,  $R_{iny} = 14,503.8$  psi, tiempo de ciclo 16.34 seg. y  $F_{cels}=27.1$ ) y b) simulación con condiciones 1dd ( $T_{mol} = 158^{\circ} F$ ,  $T_{un} = 518^{\circ} F$ ,  $R_{iny} = 14503.8$  psi, tiempo de ciclo de 15.69 seg. y  $F_{cels} = 18.9$ ).

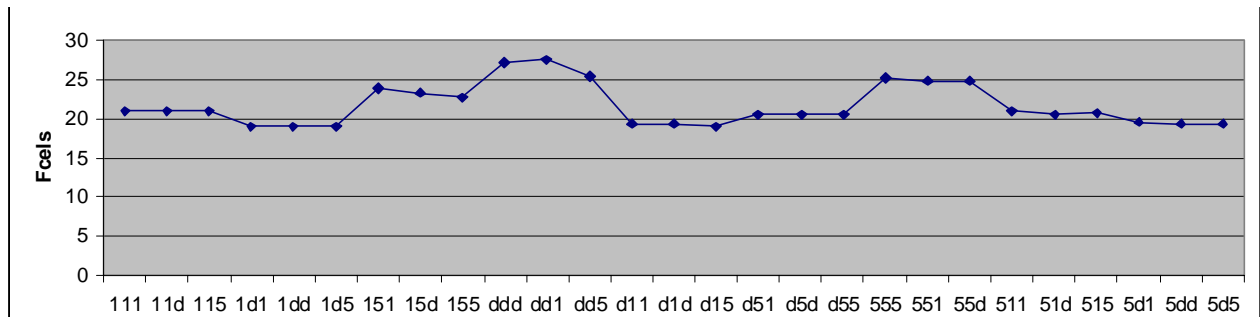


Figura 5. Factor de concentración de esfuerzos vs. líneas de soldadura para diferentes combinaciones de condiciones de proceso

**Paso 5. Tiempo de ciclo.** La figura 6 muestra los resultados de las variables de proceso para las diferentes combinaciones de condiciones de proceso. Se incluye también el análisis del factor de concentración de esfuerzos vs. líneas de soldadura ( $F_{cels}$ ) e índice normalizado (definido como el valor  $F_{cels}$  de cada combinación / el valor máximo de  $F_{cels}$  obtenido de todas las combinaciones) para las 27 simulaciones de flujo. De acuerdo a la figura 7 existen cuatro condiciones de proceso 1d1, 1dd, 1d5 y d15 en las que el valor de  $F_{cels}$  fue igual a 18.9, que resulta ser el mínimo de todas las simulaciones.

Como se establece en la metodología, en caso de existir varios procesos con el mismo valor de Fcels, se debe considerar el proceso con el menor tiempo de ciclo, con lo que la combinación d15 queda automáticamente descartado por tener un mayor tiempo de ciclo (15.75 seg). Las otras tres simulaciones (1d1, 1d5, 1dd), tienen el mismo tiempo de ciclo (15.69 seg) y cualquiera de ellas puede ser elegida como la condición de proceso que más beneficia al moldeo de la pieza tomando en cuenta su funcionalidad para evitar el mayor número de líneas de soldadura en regiones críticas de concentración de esfuerzos. La alternativa 1d1 implica el uso de menor presión y por lo tanto menos energía y menor costo. Sin embargo, la condición 1dd sería la más recomendable ya que mantiene dos de sus variables de proceso en el rango normal determinado por el fabricante del material para obtener un proceso estable, la temperatura de fundición del material ( $T_{fun}$ ) = 518 ° F y la Presión de inyección ( $P_{iny}$ ) = 14503.8 psi. Solamente para la temperatura del molde ( $T_{mol}$ ) se utilizó el valor mínimo del rango de temperatura recomendada de 158 ° F con lo que el proceso de inyección sería más estable al compararlo con los procesos 1d1 y 1d5 que varían en su presión de inyección. Para obtener mayor calidad en las piezas, las condiciones de proceso deben mantenerse lo más cercano posible a las recomendadas por el fabricante del material elegido.

Combinación Unidades	Empaquetamiento Porcentaje (%)	Presión (cavidad) psi	Tiempo seg.	Tiempo/Ciclo seg.	Índice Fcels	Índice Fcels Normalizado
111	0.97	2896.55	1.44	15	20.9	0.76
11d	0.97	2895.55	1.44	15	20.9	0.76
115	0.97	2896.55	1.44	15	20.9	0.76
1d1	0.97	2342.22	1.25	15.69	18.9	0.69
1dd	0.97	2342.22	1.25	15.69	18.9	0.69
1d5	0.97	2342.22	1.25	15.69	18.9	0.69
151	0.97	1906.46	1.08	16.12	23.9	0.87
15d	0.97	1906.46	1.08	16.12	23.3	0.85
155	0.97	1906.46	1.08	16.12	22.6	0.82
dd1	0.97	2237.26	1.25	16.34	27.1	0.99
dd5	0.97	2237.26	1.25	16.34	25.4	0.93
d11	0.975	2798.08	1.43	15.75	19.3	0.70
d1d	0.975	2798.08	1.43	15.75	19.4	0.71
d15	0.975	2798.08	1.43	15.75	18.9	0.69
d51	0.97	1829.13	1.08	17.06	20.5	0.75
d5d	0.97	1829.13	1.08	17.06	20.6	0.75
d55	0.97	1829.13	1.08	17.06	20.6	0.75
555	0.97	1796.39	1.08	18	25.2	0.92
551	0.97	1796.39	1.08	18	24.7	0.90
55d	0.97	1796.39	1.08	18	24.7	0.90
511	0.97	2639.95	1.61	16.5	20.9	0.76
51d	0.97	2639.95	1.61	16.5	20.5	0.75
515	0.97	2639.95	1.61	16.5	20.8	0.76
5d1	0.97	2227.2	1.25	17.22	19.6	0.72
5dd	0.97	2227.2	1.25	17.22	19.3	0.70
5d5	0.97	2227.2	1.25	17.22	19.3	0.70

Figura 6. Variables de proceso y factor de concentración de esfuerzos vs. líneas de soldadura

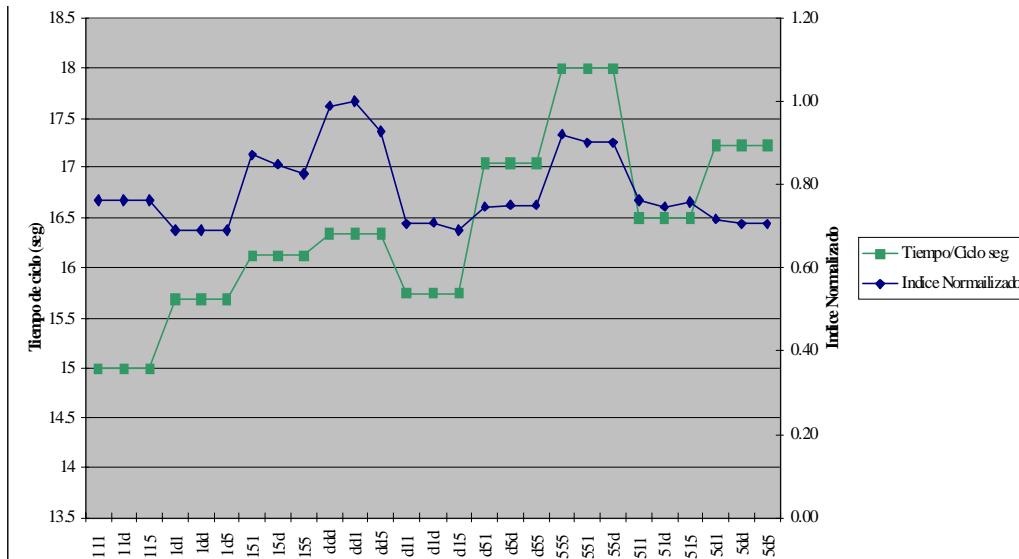


Figura 7. Índice normalizado (Ffels) y tiempo de ciclo vs. diferentes combinaciones de condiciones de proceso.

#### 4. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta una metodología para la integración de dos fenómenos que afectan el diseño en piezas de material termoplástico: 1) las condiciones de funcionalidad a las que se somete la pieza y 2) las condiciones de proceso relativas a la manufacturabilidad. En este aspecto, se muestra la importancia de realizar un análisis de esfuerzos considerando las condiciones de carga bajo las cuales estará funcionando la pieza, de tal forma que permita identificar qué áreas son críticas debido a la concentración de esfuerzos. Dichas áreas críticas se tomaron en cuenta en simulaciones de flujo para detectar cuál fue el mejor punto o puntos de inyección de la pieza, incluyendo la combinación de parámetros de proceso.

Los avances tecnológicos y sistemas de CAE nos permiten llevar a cabo y poner en práctica este tipo de métodos con el fin de ahorrar tiempo de diseño, tiempo de proceso y tiempo de pruebas, con lo que el proceso de diseño global se convierte en un proceso más eficiente y económico. El impacto de este trabajo es evidente en el diseño de piezas de inyección de termoplástico, en la definición de aspectos geométricos, la localización y definición del punto o puntos de inyección y en la obtención de los parámetros adecuados de proceso.

Con base en la revisión bibliográfica, se encontró que existen trabajos que consideran las condiciones de proceso [7] [6], pero sin tomar en cuenta las zonas críticas de esfuerzo dentro de la pieza. También hay estudios realizados sobre como afectan mecánicamente la existencia de líneas de soldadura a las partes inyectadas [14] [15]. Sin embargo, este trabajo se distingue por en considerar la integración de ambos fenómenos función vs. proceso, y de llegar a cuantificar la mejor opción o las mejores opciones de proceso con respecto a la funcionalidad de la pieza.

Se recomiendan las siguientes propuestas para mejorar y aplicar el presente trabajo:

- ▶ **Implementación de la metodología en un software de simulación de proceso.** La continuación de este trabajo estaría dirigida a la integración de la metodología dentro de un módulo en el software de simulación de flujo, de forma que permita importar el análisis de esfuerzos de la pieza y que también utilice regiones para calcular automáticamente lo que se realizó en este trabajo en hojas de cálculo utilizando plantillas. De esta forma el software de simulación de proceso sería mucho más robusto ya que consideraría la funcionalidad de las piezas.
- ▶ **Consideración de cavidades múltiples.** En el presente trabajo se consideró que el molde tenía una sola cavidad. Los moldes de piezas medianas y pequeñas normalmente tienen más de una cavidad. La metodología propuesta puede ser extendida a la consideración de cavidades múltiples para balancear el flujo en cada una de las cavidades.

- ▶ *Evaluar la orientación de las líneas de soldadura tomando en cuenta la dirección de los esfuerzos principales.* En la metodología planteada en este trabajo se normaliza el esfuerzo al que está sometido la pieza y se cuantifica el número de líneas de soldadura en cada elemento de la malla. Una opción de trabajo a futuro contemplaría tomar en cuenta la orientación de las líneas de soldadura con respecto a la dirección de los esfuerzos principales para evaluar si la línea de soldadura está orientada de tal forma que provoca la falla por fractura en la pieza.
- ▶ *Automatizar el proceso de ubicar de las líneas de soldadura digitalizando la imagen.* Se propone digitalizar la imagen para poder convertir el proceso de la localización de las líneas de soldadura en un proceso automático. La ubicación exacta de las líneas de soldadura, así como el ahorro del tiempo necesario para su ubicación serían los principales beneficios de automatizar el proceso.

## 5. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue desarrollado con soporte de la empresa Schneider Electric North America. Los autores agradecen también la discusión y sugerencias de los miembros del comité de tesis: M.S. Pedro Orta (Tec de Monterrey) y M.S. Gerardo Fumagal (Schneider Electric).

## 6. REFERENCIAS

- [1] Jesús Talavera, *Metodología para la Evaluación Integral de Manufacturabilidad y Desempeño Funcional en Partes Inyectadas de Termoplástico*, Tesis, Maestría en Sistemas de Manufactura, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey – Campus Monterrey, Mayo, 2002.
- [2] M. Koc, T. Allen, S. Jiratheranat, T. Altan. “The use of FEA and design of experiments to establish design guidelines for simple hydroformed parts”. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. Vol. 40 (2000), p. 2249-2266.
- [3] D.C. Ko, D.H. Kim, B.M. Kim, J.C. Choi. “Methodology of preform design considering workability in metal forming by artificial neural network and Taguchi method”. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 80-81 (1998), p. 487-492.
- [4] D.C. Ko, D.H. Kim, B.M. Kim. “Application of artificial neural network and Taguchi method to preform design in metal forming considering workability”. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. Vol. 39 (1999), p. 771-785.
- [5] J.N. Majerus, M.L. Mimmagh, J.A. Jannone, D.A. Tenney, S.P. Lamphear. “Blending hierarchical economic decision matrices (EDM) with FE and stochastic modeling II. Detailing EDM”. *Finite Elements in Analysis and Design*. Vol. 30 (1998), p. 219-234.
- [6] S. L. Mok and C. K. Kwong; “Review of Research in the Determination of Process Parameters for Plastic Injection Molding”; *Advances in Polymer Technology*. Vol. 18, No. 3, (1999), p. 289-291.
- [7] B.H.M. Sadeghi, “A BP-neural network predictor model for plastic injection molding process”; *Journal of Materials Processing Technology*. (January 2000), p. 411-416.
- [8] D. Su, M. Wakelam. “Intelligent hybrid system for integration in design and manufacture”. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 76 (1998), p. 23-28.
- [9] B.N. Yetukuri, N.V. Yetukuri, G.W. Fischer. “SPAW: A design tool for planning a manufacturing process in a concurrent engineering environment”. *Computers in Industry*. Vol. 32 (1996), p. 79-93.
- [10] D.M. Bryce. “Plastic Injection Molding...Mold design and construction fundamentals. Vol. III: Fundamentals of Injection Molding Series”. Society of Manufacturing Engineers. 1ª Edición. Estados Unidos de América. (1994), p. 167-175.
- [11] R. A. Malloy. “Plastic Part Design for Injection Molding”. Hanser Publishers. 1ª Edición. Alemania. (1994), p. 14-126.
- [12] H. Rees. “Understanding Injection Mold Design”. Hanser Publishers. 1ª Edición. Alemania. (2001), p. 54-55.
- [13] H. Rees. “Mold Engineering”. Hanser Publishers. 1ª Edición. Alemania. (1995), p. 27-28.
- [14] R. Seldén, “Effect of Processing on Weld Line Strength in Five Thermoplastics”; *Polymer Engineering and Science*. Vol. 37, No. 1 (January 1997), p. 205-218.
- [15] Val A. Kagan, “Optimized Mechanical Performance of Welding and Molded Butt Joints: Part II- Weld and Knit Lines Integrity”. *Honeywell International, Engineered Applications & Solutions*. Morristown, New Jersey. Honeywell Plastics Technical Papers. www.honeywell-plastic.com.

- [7] Hihara, Masahiko; Mukoyama Yoshitsugu;  
"Measurement of Residual Stress on Aluminum Die Casting Die Steels",  
Int. J. Japan Soc. Prec. Eng., vol. 25, No. 3 (Sept 1991)
- [8] Wallace, John F.; Schwam, David;  
"Development Studies on Selection & Processing of Die Materials to Extend Die Life",  
Die Casting Engineer, May/June 2000 p. 50
- [9] Bain, Rick; Stahl Specialty Co.;  
"Effects of inadequate permanent mold tooling and equipment maintenance",  
AFS/CMI Videos, 2001 [www.afsinc.org](http://www.afsinc.org)
- [10] Duffua, Vijay K.; Raouf, J. L.; Dixon, A. K.;  
*Planning and Control of Maintenance Systems, Modeling and Analysis*  
John Wiley & Sons, 1999
- [11] Moubray John  
*Reliability Centered Maintenance*  
Industrial Press, Inc., 1992
- [12] UNIDO; International Labour Organisation  
*Maintenance Management Manual with Special Reference to Developing Countries*,  
United Nations Industrial Development Organization, Vienna 1994
- [13] McGrath, Robert N.  
"Maintenance the Missing Link in Supply Chain Strategy",  
Industrial Management, July- August, 1999 p. 29

# Theoretical limitation for parallelizing KDD based algorithms for Datamining and proposal of an alternative approach.

Carlos Rodríguez Lucatero

ITESM Campus Ciudad de México, Departamento de Computación,  
Tlalpan Ciudad de México, México, 14380  
e-mail [lucatero@campus.ccm.itesm.mx](mailto:lucatero@campus.ccm.itesm.mx)

**Abstract.** In this article we try to understand why the parallel versions of KDD based algorithms normally used in Datamining don't have a good performance and we give some formal arguments for it. Additionally I propose an alternative approach for doing KDD that makes a trade-off between performance and precision using parallel versions of *PAC-learning* algorithms for learning *PAC-learnable* concepts (concepts expresables in k-FNC[2][6] and monotonic k-DNF [14], simple decision lists [12][6], equivalence query simulation using less examples [13], logic recursive programs [15], concepts with finite Vapnik-Chervonenkis dimension [6]).

## 1 Introduction

In the last years we have seen how the prices of the computer massive storage devices breakdown and as a direct consequence, how the sizes of

the databases become extremely big. At the same time we have seen a very fast progress in the development of parallel hardware architectures as well as the parallel and distributed algorithms [16][17]. All this progress has motivated many computer engineers from the Datamining community to try to take advantage of this technological advances for making KDD [1] efficiently (polynomial time) and use the extracted knowledge as decision support tool for management. Besides that, we know that *Datamining* is a process that extracts valid implicit information stored in huge Data Bases. The computational cost of doing that is very high. The two most common ways of doing *Datamining* are by *verification* (the user makes a hypothesis that he corroborates with statistical software like **SAS**), and by *automatic discovery of implicit information* (prediction, association, clustering, etc.).



# **TECHNOLOGY MANAGEMENT MODELLING, A SYSTEMS THINKING PERSPECTIVE**

**Guillermo Granados**  
**Centro de Desarrollo en Calidad y Competitividad**  
**Campus Ciudad de México**

National Quality Awards represent a common method for understanding and framing quality activities. They facilitate quality activities' analysis by grouping them into practices and evaluating those practices according to a model's structure. Mexico has developed its National Technology Award, an instrument designed to promote, communicate and understand technology management practices, with similar characteristics to National Quality Awards. Since trajectory of awards of this type on the world is limited, its model generation and improvement could be derived using a Systems Thinking approach based on TQM awards analysis.

National Quality Awards do not appear to share cognitive systems, since their explanations have considerable differences. Most of them detail their criteria approach from a functional perspective, more focused on the explanation of relations of its categories. A Systems Thinking approach will focus on generating a model from its own reason of being, leading to a more precise comprehension and application for management practices, such as TQM or Technology Management.

This paper presents an analysis of National Quality Award Models (NQAM) generation and structure. A conclusion of this analysis is a methodology for the generation of models with the structure presented. This will show a more precise category structure for non-business organisations-

**LA INTELIGENCIA TECNOLÓGICA EN LAS UNIVERSIDADES: INSTRUMENTO DE APOYO A LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS NACIONALES.** Marisela Rodríguez Salvador, Centro de Diseño e Innovación de Productos, Campus Monterrey, ITESM; María Blanco Sarmiento Reyes, Centro de Diseño e Innovación de Productos, Campus Monterrey, ITESM; Alfonso Eddy Valdez, Centro de Diseño e Innovación de Productos, Campus Monterrey, ITESM;

La evolución de las tecnologías ha materializado la necesidad prioritaria de un análisis continuo del entorno tecnológico con el propósito de identificar oportunidades de innovación que permitan el logro de la competitividad de forma sostenible. Para ello desde la década de los años 90 la presencia de los Sistemas de Inteligencia Competitiva y en particular la Tecnológica ha empezado a ganar terreno a escala mundial. Se trata de una herramienta de planeación estratégica para monitorear el entorno externo y proporcionar desde alertas tecnológicas hasta análisis competitivos del negocio que permitan la oportuna y acertada toma de decisiones. Si bien es cierto que países altamente industrializados como EU, Alemania, Japón, Francia, etc. cuentan con estructuras altamente organizadas para estas actividades, la situación de los países Latinoamericanos es emergente. Por ello, para optimizar el uso de los recursos y aprovechar la multidisciplinariedad de áreas, hacemos un llamado a la colaboración sinérgica entre diversos entes de los sistemas nacionales de innovación. En particular, tratamos el caso del papel de las Universidades como agentes de apoyo a las labores de monitoreo tecnológico en las empresas de cada país, señalando nuestra experiencia en un instituto académico de reconocido liderazgo: ITESM o Tec de Monterrey.

# INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE SOPORTE AL DISEÑO DENTRO DEL PROCESO DE DESARROLLO DE PRODUCTOS

En este trabajo se propone la integración de tres herramientas de soporte para el diseño dentro del proceso de desarrollo de productos. Estas herramientas son el Despliegue de la Función de Calidad, el Análisis de Valor o Ingeniería de Valor y el Diseño para Manufactura y Ensamble. Se discute la importancia de la etapa de diseño en el proceso de desarrollo de productos y la necesidad de utilizar herramientas para apoyar el proceso. Para desarrollar el presente trabajo se estudió cada una de las herramientas en cuestión y se aplicaron a varios casos de estudio para analizar el flujo de información. Con base en este análisis se identificaron relaciones entre la información que genera cada herramienta. Estas relaciones se presenta un modelo de integración aplicable a proyectos de rediseño.

Palabras claves: proceso de diseño, rediseño, QFD, VE/VA, DFMA.

## 1. Introducción

La etapa de diseño en el proceso de desarrollo de productos tiene una gran influencia en el costo final del producto. Sin embargo sus actividades representan un costo muy bajo comparado con otras etapas del proceso. A partir de que se reconoció la importancia del diseño en la estructura de costos de un producto se generaron herramientas que pueden ser utilizadas para apoyar esta etapa. La implementación de cada una de ellas impacta grandemente en los resultados del proceso generando diseños muy competitivos, manufacturables y aceptados por el cliente. Sin embargo, pocas son las empresas que utilizan estas herramientas en su proceso de desarrollo de productos. Cuando se esta en la etapa de diseño, cuando se necesita innovar y tomar decisiones, considerar factores y definir especificaciones, se está también en la etapa en la que menos información se tiene, lo que hace al proceso débil y sin bases que validen las decisiones o que permitan crear una estrategia para el desarrollo del proyecto. La información que se genere en las primeras etapas del proceso permitirá tomar decisiones adecuadas para lograr proyectos exitosos [1]. La calidad de esa información dependerá de la manera de obtenerla.

Algunas características esenciales de las herramientas que pueden utilizarse en el proceso de desarrollo de productos es que:

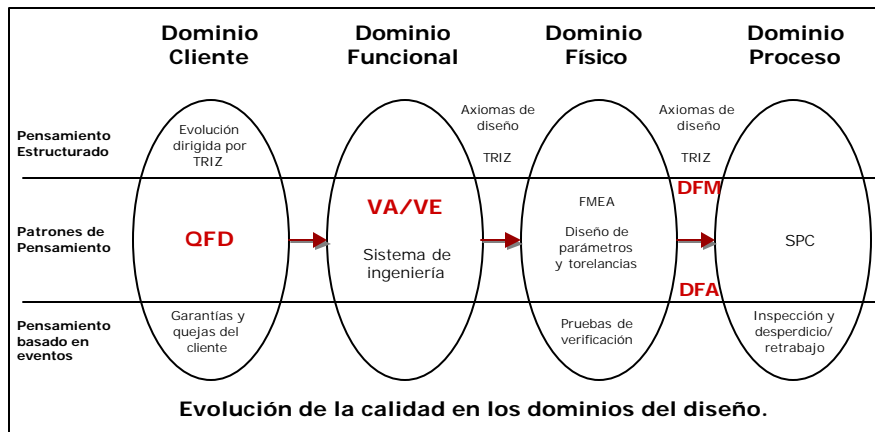
- a) ayudan a guiar el proceso,
- b) a generar información útil y organizada,
- c) a presentar dicha información, y
- d) a comunicar y desplegar ideas.

El objetivo de este trabajo es integrar tres herramientas para apoyar el proceso de desarrollo de productos con el fin de analizar el flujo de información que puede darse entre ellas, para establecer así un proceso de análisis y síntesis que genere diseños depurados, adecuados para manufactura y ensamble. Las herramientas utilizadas en este trabajo son Quality Function Deployment (QFD), Value Analysis/Value Engineering (VE/VA) and Design for Manufacturing and Assembly (DFMA). Son herramientas con metodologías estructuradas que se han desarrollado para apoyar el proceso de diseño en sus diversas etapas.

Nam Shu [2], establece que la creación de grandes productos requiere el seleccionar estrategias asociadas con cuatro dominios principales: el dominio del cliente, el dominio funcional, el dominio físico y

el dominio del proceso. Smith [2] menciona que el desarrollo de productos es un proceso iterativo que requiere seleccionar elementos en cada dominio para luego mapear estos elementos de un dominio a otro. Mientras mejor sea el mapeo entre estos dominios, mejor será el diseño. Smith presenta en su trabajo un esquema donde incluye “métodos populares y poderosos” para llevar a cabo las actividades de cada dominio del modelo de Shu. En la figura 1.1 se observa que las herramientas que se utilizan en el presente trabajo (QFD, VA/VE y DFMA) son parte de modelo presentado por Smith ya que son consideradas potenciales para cubrir, con su aplicación, el dominio del cliente, el dominio funcional y la transición del dominio físico al dominio del proceso respectivamente. Sin embargo es necesario establecer conexiones permanentes entre las herramientas que permitan lograr un buen mapeo entre los dominios para lograr un buen diseño. El trabajo de Smith no presenta la manera en que las herramientas pueden ser utilizadas dentro del proceso del desarrollo de un producto de manera integral. De ahí la importancia de presentar un primer esfuerzo de integración entre la información que generan las herramientas.

Las razones para una integración son la simplificación y el mejoramiento del proceso en general, el despliegue claro y oportuno de la información que pueda ser útil en cualquier momento o situación durante el proceso de diseño.



**Figura 1.1** Herramientas que apoyan el proceso de desarrollo de productos cubriendo los dominios del modelo establecido por Nam Suh.

La metodología de cada una de las herramientas en cuestión es un proceso sistemático formado de actividades que tratan de abarcar el proceso de diseño. Lo cierto es, que razonablemente no puede esperarse que una herramienta o técnica pueda hacer todas las cosas eficientemente. Cada sistema tiene sus atributos que la hacen útil en diferentes fases del ciclo de desarrollo del proyecto. El propósito de este trabajo es aplicar cada una de las herramientas en diferentes proyectos, analizar la información generada en cada proceso y a partir de esta experiencia establecer un modelo integrador que permita guiar el proceso y obtener soluciones exitosas.

## 2. Metodología

Para analizar la información que se genera con cada una de las herramientas consideradas (QFD, VE/VA y DFMA) se aplicó la metodología de cada una en cinco casos prácticos de rediseño de productos. Los casos fueron seleccionados de problemas reales de diferentes empresas de la zona que deseaban mejorar sus productos.

En la figura 1.2 se muestra una breve descripción de los proyectos que se desarrollaron, los objetivos de cada uno y la aplicación de las herramientas en cada caso.

Para aplicar las herramientas se formaron equipos con miembros de las mismas empresas dueñas de los diferentes productos. Cada equipo, de 3 a 5 personas, estaba formado por gente de diferentes departamentos y con diferentes conocimientos específicos: diseño, producción, compras, calidad; lo cual permitió el trabajo con equipos multidisciplinarios. Se les dio a los miembros de los equipos un entrenamiento de 6 horas en el uso de las herramientas, además de 2 asesorías extras durante la aplicación a cada caso.

Proyecto	Nombre	Descripción	Objetivos	QFD	VE/VA	DFMA
1	Sujetador de cables	Sistema para alimentar los cables a un centro de carga.	Incrementar el mercado del producto agregándole una característica distintiva al diseño.	✓	✓	✓
2	Palanca de dirección	Palanca de dirección de un mini-cargador.	Eliminar componentes y reducir costos.	✗	✓	✓
3	Bomba de aceite	Bomba de aceite para un automóvil.	Mejora el diseño del producto. Minimizar ruido.	✗	✓	✓
4	Ensamble flotador	Ensamble flotador.	Mejorar el diseño del producto. Reducir costos.	✗	✓	✓
5	Sistema de enfriamiento	Sistema de enfriamiento de un controlador de motores de corriente alterna.	Mejorar el desempeño del sistema de enfriamiento.	✓	✓	✓

**Figura 1.2** Descripción general de los casos prácticos utilizados en el presente trabajo.

Durante la aplicación de las herramientas a los diferentes proyectos se monitoreo:

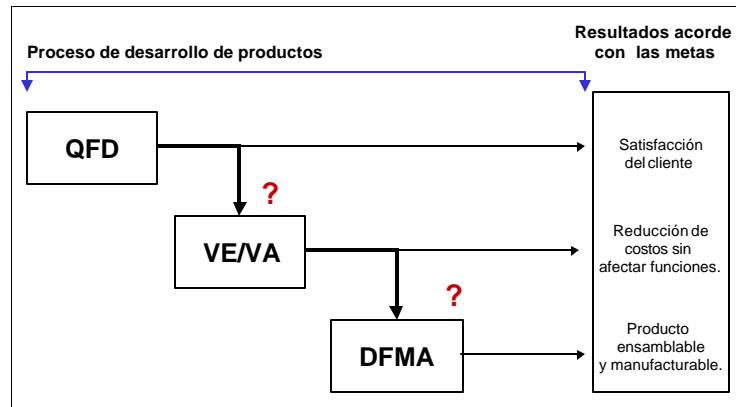
- La actitud de los participantes durante el uso de las herramientas. Durante su aplicación se documentaron sus comentarios respecto a las metodología, su experiencia al aplicarlas y opiniones sobre la utilidad de las mismas y recomendaciones de mejora.
- La cantidad y la calidad de la información generada durante el proceso. Durante la aplicación del VE/VA, en cada sesión de trabajo se documentó la información nueva que se generaba. Esto con el fin de evaluar en qué punto del proceso se generaba información de mayor utilidad.
- Los resultados obtenidos y la satisfacción de los participantes con dichos resultados. Cada equipo presentó los resultados de los proyectos comparándolos con las metas iniciales y su opinión respecto a cómo las herramientas ayudaron durante el proceso.

En la figura 1.3 se presenta un esquema de lo que se esperaba fuera el proceso de desarrollo de productos con la utilización del QFD, VE/VA y DFMA, compartir la información de una herramienta a otra para enriquecer el proyecto.

Aplicando las herramientas en las primeras etapas del proceso de desarrollo de productos en los cinco proyectos se definieron las relaciones entre la información, relaciones que apoyan la posibilidad de integración entre el QFD, VE/VA y DFMA.

Durante la aplicación de la primera fase del QFD, se obtiene una lista de requerimientos del cliente, los cuales se busca satisfacer con requerimientos de diseño expresados en parámetros medibles. Estos requerimientos dictan las funciones que el producto debe cumplir para satisfacer al cliente. Pero estos no son todos lo requerimientos que el producto debe cumplir, son solo los que el cliente mencionó, el cual generalmente no va hablar de componentes que no conoce (aquellos componentes internos de un producto que también cumplen funciones), tampoco va a hablar de los componentes con los que no ha tenido problemas [3]. Por ello los requerimientos del cliente son sólo una parte de los requerimientos que

el producto debe cumplir, es necesario complementarlos para el análisis antes de tomar decisiones de rediseño.



**Figura 1.3** Esquema esperado de la integración entre las herramientas (QFD, VE/VA, DFMA).

Durante la aplicación del VE/VA se analizó funcionalmente cada producto, es decir, se hizo una descomposición funcional asociando los componentes del producto y sus costos. Esto con el fin de detectar áreas de oportunidad de reducción de costos en el producto sin afectar funciones [4] [5] [6]. Analizando el diagrama funcional resultante de cada producto se observó que las funciones de soporte que se identifican en el diagrama FAST del VE/VA pueden ser complementadas con las funciones que se pueden identificar a partir de los requerimientos obtenidos en el QFD.

Por una lado el QFD esta aportando las funciones que el producto debe mejorar (si ya existen) o las funciones nuevas que el producto debe cumplir (porque el cliente así lo desea). Por otro lado el VE/VA esta aportando las funciones que no serán identificadas en el QFD porque el cliente no las va a mencionar [7], pero que deben ser tomadas en cuenta durante el análisis del producto antes de tomar decisiones de rediseño.

En la figura 1.4 se esquematiza la relación entre la información generada durante la primera fase del QFD y la información generada durante la aplicación del VE/VA. En la figura se observa que los requerimientos del cliente (QUE's) corresponden a funciones que el producto debe cumplir y son ubicadas como funciones de soporte dentro del diagrama FAST del producto. Las funciones de soporte, dentro de la metodología del VE/VA, se definen como las funciones esenciales para incrementar la aceptación del producto por medio de satisfacer los requerimientos del cliente [8]. Son funciones que corresponden a la calidad del producto y que por su naturaleza son fáciles de identificar en el QFD.

Por otro lado, debido a que la herramienta de Ingeniería de Valor es dominada frecuentemente por gente de ingeniería, durante su aplicación se puede cargar el enfoque hacia la identificación de las funciones básicas del producto, las que tienen que ver directamente con la tarea principal, y a veces resulta difícil identificar las funciones de soporte de manera completa, lo que no sucede en el QFD. En la metodología del QFD se tiene un contacto directo con el cliente, de obtiene "la voz de consumidor" [9] [10].

En la figura 1.4 se observa también que la importancia de los requerimientos que se maneja en el QFD es relativa únicamente a lo planteado por el cliente, mientras que en el diagrama FAST la importancia que se le da a cada función es en relación a todas las funciones que el producto debe cumplir, incluyendo la opinión del cliente. Esto permite tener un enfoque completo del producto, detectar las principales áreas de oportunidad y tomar las mejores decisiones con base en esta información.

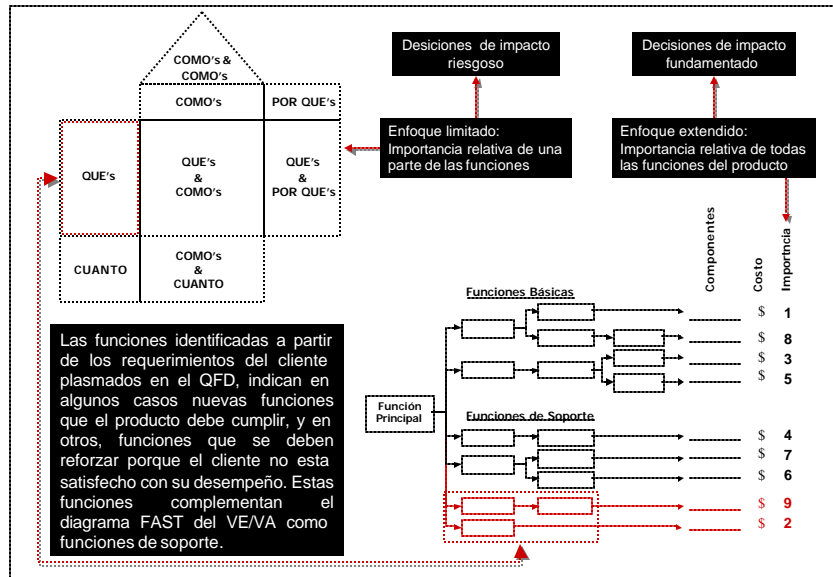


Figura 1.4 Esquematización de la relación identificada entre la información del QFD y VE/VA.

Con base en la relación encontrada entre la información que el QFD y el VE/VA pueden generar se elaboró el diagrama de la figura 1.5, donde se muestra cómo debe ser el flujo de información entre las metodologías para llegar a definir los objetivos específicos del proyecto con base en la importancia y el costo de cada función que el producto debe cumplir.

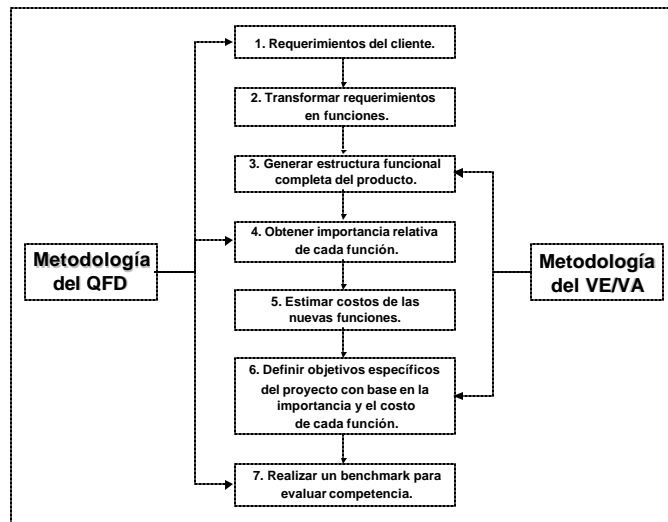
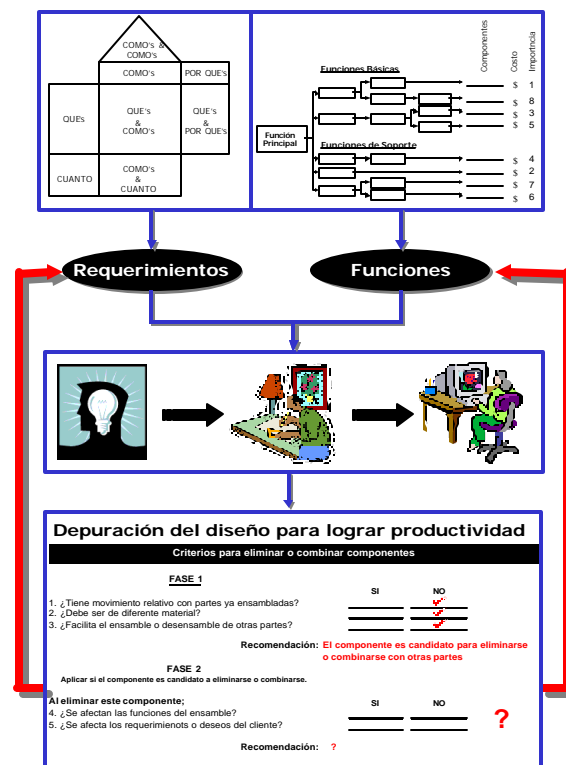


Figura 1.5 Flujo de información entre las metodologías del QFD y el VE/VA.

En uno de los casos desarrollados en este trabajo (proyecto 1), después de aplicar el QFD se detectaron áreas de oportunidad en el producto para aumentar la satisfacción del cliente. El siguiente paso, por parte de la empresa dueña del producto, fue el rediseño del producto con base a estas áreas de oportunidad. Una vez que el producto estuvo en el mercado no se obtuvo el aumento en ventas que se había pronosticado con las mejoras que se hicieron al producto. Durante el análisis que se efectuó después con la metodología del VE/VA se observó que las funciones obtenidas del QFD basadas en los requerimientos más importantes del cliente no tenían un gran impacto ya en un contexto global, es decir, una vez identificadas las funciones completas del producto, en el diagrama FAST, las funciones del QFD recibían un porcentaje de importancia más bajo, en la opinión del cliente. Esto indica que a pesar de que se trabajó en aumentar la satisfacción del cliente, no se trabajó con las funciones que pudieran causar mayor impacto en él y esto debido a que no se identificaron todas las funciones del producto desde un principio.

Después de aplicar el QFD y el VE/VA a los proyectos se procedió a la aplicación del DFA (Design for Assembly). En el DFMA (Design for Manufacturing and Assembly) básicamente se busca depurar un concepto de diseño para hacerlo manufacturable y fácil de ensamblar al menor costo posible [11] [12]. Estas depuraciones incluyen cambios físicos en los componentes del producto diseñado. Pero para autorizar estos cambios no sólo es necesario justificarlos con las reglas de manufactura y ensamble apropiadas, también es importante asegurar que dichos cambios no impacten lo que hasta el momento se ha plasmado en el producto: los requerimientos del cliente y las funciones del producto.



**Figura 1.6** Relación entre la información que surge del QFD-VE/VA con la información que resulta de aplicar la metodología DFA.

En la metodología del DFA se aplican criterios para decidir si un componente debe eliminarse o no del ensamble o si un componente debe cambiar su forma física para facilitar el manejo y ensamble del

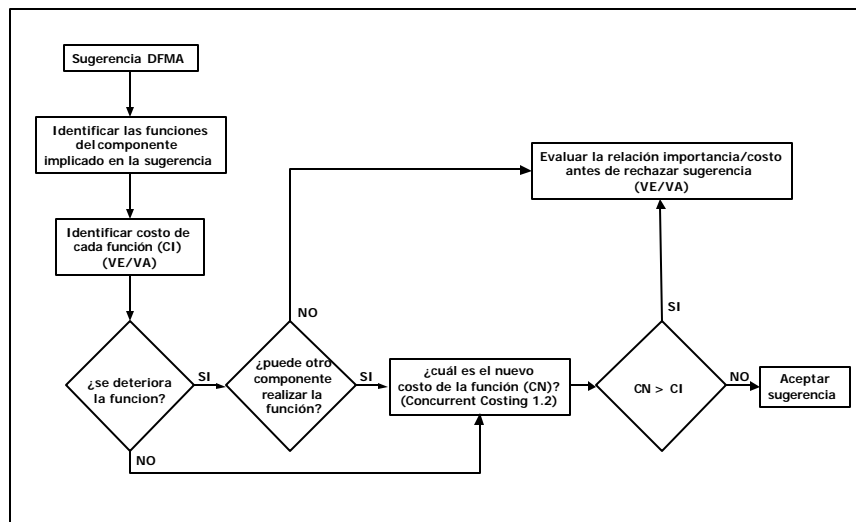


producto. Sin embargo, no se toman en cuenta otros criterios como asegurar que el componente siga cumpliendo su función o asegurar que no se eliminen características físicas que el cliente desea en el producto. El riesgo de no tomar en cuenta los efectos de las modificaciones en las funciones es que pueden resultar propuestas aparentemente buenas para mejorar el producto justificadas en una reducción en costos, pero que al mismo tiempo dificultan o deterioran el desempeño de alguna función del componente. En el peor de los casos se pueden eliminar funciones de soporte que como se menciono anteriormente son esenciales para lograr la preferencia del cliente.

En el DFM sucede lo mismo, una vez elegido el proceso de manufactura económicamente factible para cada componente, éste dictará principios, reglas o recomendaciones sobre la forma física del componente para guiar al diseñador hacia configuraciones que simplifiquen el proceso. El impacto de aplicar estas recomendaciones del proceso también debe ser evaluado de forma integral.

En la figura 1.6 se ilustra la relación que debe existir entre la información obtenida del QFD-VE/VA con las sugerencias que surgen de aplicar la metodología del diseño para ensamble. El DFA analiza la estructura física de un producto o ensamble, analiza sus componentes, pero no toma en cuenta las funciones que debe cumplir cada componente y por las cuales cuenta con ciertas características físicas.

Para aplicar la relación identificada QFD-VE/VA con DFMA se propone utilizar el diagrama de flujo que se muestra en la figura 1.7, cuyo principal objetivo es asegurar que las funciones del producto no se deterioren o se eliminen con los cambios propuestos al aplicar el DFMA. También se incluye la evaluación del costo de dichos cambios.



**Figura 1.7** Diagrama de flujo para evaluar sugerencias DFMA y apoyar la toma de decisiones.

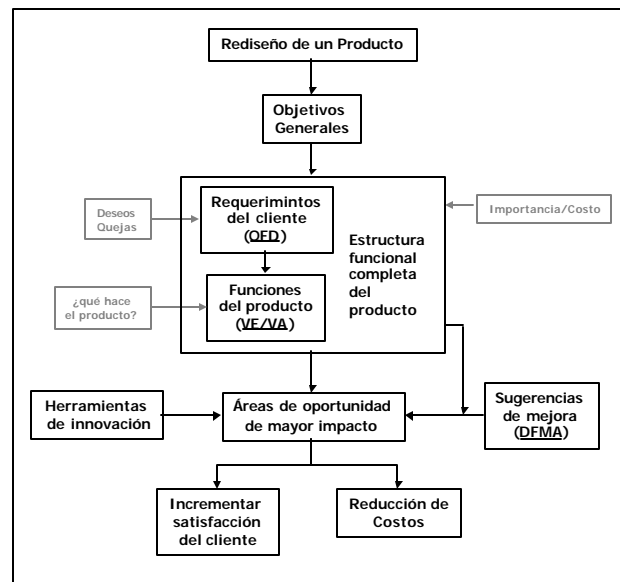
En uno de los casos desarrollados en este trabajo (proyecto 1), se analizaron las sugerencias generadas a partir de la aplicación del diseño para ensamble en el producto. Se observó que una de las sugerencias sí estaba afectado una de las funciones del producto, pero esto no hubiera sido posible de identificar si no se tiene presente de alguna forma esta información. La regla de diseño para ensamble sugería eliminar dos tornillos para facilitar el ensamble y disminuir el costo del producto, sin embargo, esto afectaba la percepción del cliente, el cual deseaba ver un producto resistente y seguro, y los tornillos le daban esta seguridad al unir dos piezas que debían estar perfectamente aseguradas. Eliminar o cambiar

los tornillos por otro método de sujeción no funcionó, era necesario trabajar antes en la percepción del cliente hacia el producto, lo cual puede hacerse con labores de mercadotecnia.

### 3. Resultados y discusión

Con base en las relaciones que se han descrito en la sección anterior se esquematiza en la figura 1.8 la integración propuesta entre el QFD, VE/VA y DFMA basándose en la información útil que se genera en la aplicación de cada herramienta.

El modelo se desarrolló con base en los casos prácticos de rediseño analizados, donde los objetivos generales eran, en todos los casos, lograr una reducción de costos o mejorar el producto para incrementar la satisfacción del cliente. Una vez descritos los objetivos generales de cada proyecto, se procedió a generar la estructura funcional completa del producto. Esta información se consideró útil para analizar el producto y detectar áreas de oportunidad.



**Figura 1.8** Modelo de integración entre la información generada por el QFD, VE/VA y DFMA.

Con base en la experiencia de aplicar el QFD, se considera que es una buena herramienta para obtener la opinión del cliente, sin embargo, las funciones identificadas a partir de los requerimientos del cliente son sólo una parte de las funciones que el producto debe cumplir. En el QFD el cliente menciona sólo aquellas características que él ha percibido al usar el producto, características que le han llamado la atención porque ha experimentado problemas con ellas o porque espera obtener un mejor desempeño. Existen en el producto componentes ocultos que cumplen funciones que el cliente no conoce o incluso no imagina. El VE/VA es una herramienta que analiza un producto para definir las funciones con base en sus componentes actuales. Con la metodología del VE/VA se obtienen entonces otras funciones que pudieran no haberse identificado en el QFD. La información que ambas herramientas generan puede complementarse para formar la estructura funcional completa del producto, necesaria para obtener un panorama extendido de lo que se está analizando y tomar mejores decisiones.

La cantidad de funciones que pueden identificarse con el QFD o con el VE/VA depende de la manera de obtener la información. Se recomienda planear de manera creativa las encuestas que se realizarán al cliente, y que no sólo sean dirigidas o interpretadas, estas encuestas, por gente de mercadotecnia. El trabajo en equipos multidisciplinarios dentro del proceso de desarrollo de productos debe comenzar desde la obtención de la información útil para el proyecto.

Una vez que se obtuvo la estructura completa del producto, en cada uno de los casos prácticos, se identificaron las áreas de oportunidad de mayor impacto de acuerdo a los objetivos de cada proyecto, y con esto se definieron metas claras en términos de funciones o componentes. Para definir las metas u objetivos específicos se utilizó la relación importancia/costo de cada función que se puede analizar mediante la metodología del VE/VA [6] [13]. Esta relación permite establecer, en algunos casos, metas de costos.

Mediante la aplicación de la metodología del DFMA se pueden atacar las áreas de oportunidad identificadas, y en la mayoría de los casos pueden además identificar nuevas áreas de oportunidad para mejorar el producto analizado. Estas áreas de oportunidad son las sugerencias que surgen al aplicar la metodología DFMA y se generan con base en el análisis físico del producto. Sin embargo, las recomendaciones deben ser evaluadas para evitar que alguna modificación deteriore o elimine las funciones que el producto debe cumplir.

Otra manera de atacar las áreas de oportunidad es mediante la utilización de herramientas de innovación [14]. Esto puede aplicarse en casos donde el área de oportunidad, por ejemplo, implica agregar un componente para cumplir una nueva función que incrementará la satisfacción del cliente. Cuando esto sucede, el uso de herramientas de innovación que ayudan a generar ideas o conceptos se vuelve una ayuda valiosa en la búsqueda de soluciones. Una vez resuelto el problema de innovación se puede aplicar DFMA al nuevo componente.

El modelo de integración mostrado en la figura 1.7 representa de manera general el proceso que se siguió para cumplir de manera efectiva los objetivos de los proyectos de rediseño. En este modelo se toman en cuenta los factores más importantes que delimitan las características de un producto: el cliente, las funciones, los costos, la manufacturabilidad y el ensamble del producto.

Con las relaciones identificadas entre la información que genera cada herramienta, información que se analizó con los casos prácticos, se puede mostrar que dentro del proceso de desarrollo de un producto es posible integrar herramientas de apoyo al diseño que generan información útil y transparente que puede ser empleada en las siguientes etapas del proceso. Esta información que pasa de una etapa a otra durante el proceso permite cubrir los huecos que hay entre las herramientas para lograr la integración que se busca.

#### **4. Conclusiones**

Con base en trabajos consultados [15] [16], y con la experiencia propia de aplicar la metodología del QFD en los casos prácticos, se detecta que no siempre es fácil aplicar la metodología completa, pero que definitivamente llegar a definir y entender los requerimientos del cliente es una información valiosa que se genera con esta metodología y que debe tomarse en cuenta en el proceso de desarrollo de un producto.

En este trabajo se concluye que los requerimientos del cliente son sólo una parte de los requerimientos que el producto debe cumplir, es necesario complementarlos para tomar decisiones más fundamentadas.

Durante la aplicación de la metodología del VE/VA se percibió que la característica de hacer romper los paradigmas de pensamiento permite, durante el proceso de desarrollo, descubrir y/o generar información que en un proceso normal no se toma en cuenta. También es importante resaltar la importancia de que el VE/VA incluye el análisis de los costos en su metodología.

Con base en la metodología del VE/VA se concluye que con esta herramienta se puede generar la información referente a la segunda consideración necesaria para el diseño de un buen producto, sus funciones, o el dominio funcional. Sin embargo es necesario asegurar que las funciones del producto identificadas por el equipo de trabajo durante la aplicación del VE/VA, sean todas las funciones que el producto debe cumplir, incluyendo las funciones que buscan satisfacer los requerimientos y deseos del cliente, funciones que a veces no son fáciles de detectar en la aplicación del VE/VA.

Así mismo, cuando se aplica la metodología del DFMA, antes de implementar las modificaciones propuestas para mejorar el ensamble y manufactura de un producto, es necesario evaluar el impacto de dichas modificaciones en las funciones y los costos del producto.

Las tres herramientas analizadas son consideradas de utilidad en determinado momento de proceso de desarrollo de un producto, lo importante es saber aplicarlas a tiempo dentro del proceso con el fin de generar diseños exitosos.

La cantidad y la calidad de la información que se pueda obtener en cada una de las herramientas dependerá en gran medida de la manera en que se apliquen sus metodologías. Es necesario tener un buen entrenamiento en el uso de las herramientas para obtener el mejor provecho de ellas. También es necesario contar con técnicas adecuadas y planeadas que faciliten la obtención de información útil al proceso.

## 5. Trabajo futuro

Como parte del trabajo futuro se propone el desarrollo de una herramienta computacional para apoyar la administración de la información generada durante el proceso de desarrollo de un producto y a la vez monitorear el proceso con base en el modelo de integración propuesto.

Por otro lado es necesario aplicar el modelo de integración en un mayor número de casos prácticos de estudio para reforzar la validez de las relaciones encontradas. Se propone además aplicar el modelo en proyectos de desarrollo de nuevos productos.

## 6. Referencias

- [1] BRISSAUD, Daniel; TACHKIEWITCH, Serge, "Innovation and manufacturability analysis in an integrated design context", Computers in Industry, Volume 43, Issue 2, Oct 2000.
- [2] SMITH, Larry R., "Six Sigma and the Evolution of Quality in Product Development", Design for Six Sigma, Nov 2001.
- [3] D. M. Ginn; D. V. Jones; H. Rahnejat; M. Zari, "The QFD/FMEA interface", European Journal of Innovation Management, Volume 1, Number 1, 1998.
- [4] G. R. Kermode; S. Sivaloganathan; T. M. M. Shahin, "Value Analysis – the technique: state of the art and future directions", Proc Instn Mech Engrs, Volume 214, Part B, 2000.
- [5] SAMY E. G., Elias, "Value Engineering, A Powerful Productivity Tool", Computer Industrial Engineering, Volume 35, Nos. 3-4, 1998.
- [6] ZIEDAN, Faisal; MURTAZA, Mirza, "The Analytic Hierarchy Process and Value Analysis Applied a Petrochemical Process", Cost Engineering, Volume 41, Number 5, May 1999.
- [7] K. C. Tan; X. X. Shen, "Integrating Kano's model in the planning matrix of quality functional deployment", Total Quality Management, Abingdon, Dec 2000.
- [8] FOWLER, Theodore C. Value Analysis in Design, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
- [9] SHARON K Johnson, "Combining QFD and FMEA to optimize performance, Annual Quality Congress Proceedings, 1998.
- [10] FULLER Neil, "The house of quality", Supply Management, 1998.
- [11] ASHLEY, Steven, "Cutting costs and time with DFMA", Mechanical Engineering, New York, Mar 1995.

- [12] KOBAYASHI, Kazuo, "Design for Manufacturability and Assembly (DFMA) Productivity Evaluation Useful to VE Activities", Save International Conference Proceedings, 1996
- [13] W-H. Fang; J.H. Rogerson, "Value engineering for managing the design process", International Journal of Quality & Reliability Management, Volume 16, Number 1, 1999.
- [14] CLARKE, Dana W., "Integrating TRIZ with Value Engineering: Discovering Alternatives to Traditional Brainstorming and the Selection and Use of Ideas", International SAVE Conference, 1999.
- [15] PRASAD Biren, "Synthesis of market research data through a combined effort of QFD, value engineering, and value graph techniques", Qualitative Market Research: An International Journal, Volume 1, Number 3, 1998.
- [16] BOUCHEREAU, Vinianne; Rowlands Hefin, "Analytical approaches to QFD", Manufacturing Engineering, Dec 1999.

# Concurrent engineering tools and information models: A strategy to improve a configuration process for new products

Manuel F. Caballero, Arturo Molina

The tools of the concurrent engineering are used to develop effectively a new product based on the customer needs. It is accomplished by the integration of the departments that are involved in the development of new products. The tools use the information available to design products, the resources available in the company and the market. The information acquired from each of the tools has limits in their scope of application but they can be used together to achieve a bigger impact. Information models like the product and manufacturing model, represent the data that is used to design and produce a product. The purpose of this paper is to show a methodology to integrate concurrent engineering tools and information models into a configuration process for new products. The information obtained from each of the tools and its integration with the others tools is shown. The result will be a methodology to integrate the tools of concurrent engineering and the information models to aid in the solution of problems that a configuration process faces.

Keywords: Configuration process, new product development, concurrent engineering, product model, manufacturing model

## 1. Introduction

The product development cycle has evolved due to the change the market has suffered. A company that has the correct technical infrastructure, and understands the market needs [1] has a high probability of been successful on the introduction of new products to the market. Studies show that just two thirds of the new products that are introduce to the market, are successful [2]. This is why it is necessary for a company that wants to be competitive, to use tools that allow them to be efficient in the product design process.

The traditional product design process follows a sequential process. When a department finishes its activities, it delivers them to the next department. The disadvantages to this process are as follow [3]:

- a) Insufficient product specifications, leading to an excessive amount of modifications.
- b) Little attention is given to the manufacturability of the product during the design stage.
- c) The estimated costs have a big margin of error, due to the poor control on the cost on later stages of the design. This causes a lack of confidence on the product cost.
- d) The last minute changes done on the design lead to costly modifications on tools and equipment.

This causes a longer development time, at a higher cost and less quality on the design, generating less profit [4]. The importance that the design has on the product is such, that during the initial 20% of the design process development time, 80 % of the cost associated with the characteristic of the product is determined [5]. This is why a proper integration of the department involved in the design process is vital.

---

M.Sc. Manuel F. Caballero, Centro de Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM, Campus Monterrey

Ph. D. Arturo Molina, Centro de Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM, Campus Monterrey

Concurrent engineering is a philosophy that suggests the need to consider all the design activities in a simultaneous way, when in the past they were considered sequential [4]. The tools that are used on concurrent engineering, can be defined as follow [6]:

- a) CAD/CAM/CAE
- b) Quality Function Deployment (QFD)
- c) Design for Manufacture (DFM)/ Design for Assembly (DFA)
- d) Taguchi methodology
- e) Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Companies are satisfying the customer requirements through the design of customized products. To create these products, one solution is the use of product configuration tools, which is a process that uses a set of parts, rules, information and assembly models and restrictions that can be used along with automation tools to aid in the creation of the new products. Main components of this process are the assembly models, rules and constraints [7].

Concurrent engineering tools applied in an independent way during the new product development process, provide results that just have repercussions on certain stages of the design process. To solve the configuration problems of the company, a way to integrate the tools during the whole product configuration cycle is been looked for.

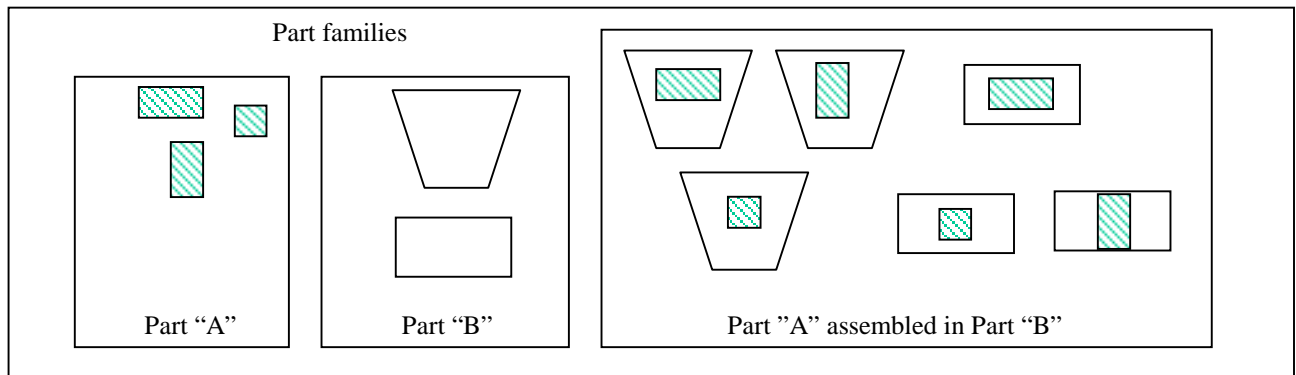
This paper proposes a methodology to integrate concurrent engineering tools and information models to optimize a process to configure new products. It describes how these tools interact, how to relate the inputs and outputs between them, and the impact of the implementation of the methodology.

## **2. Description of the situation**

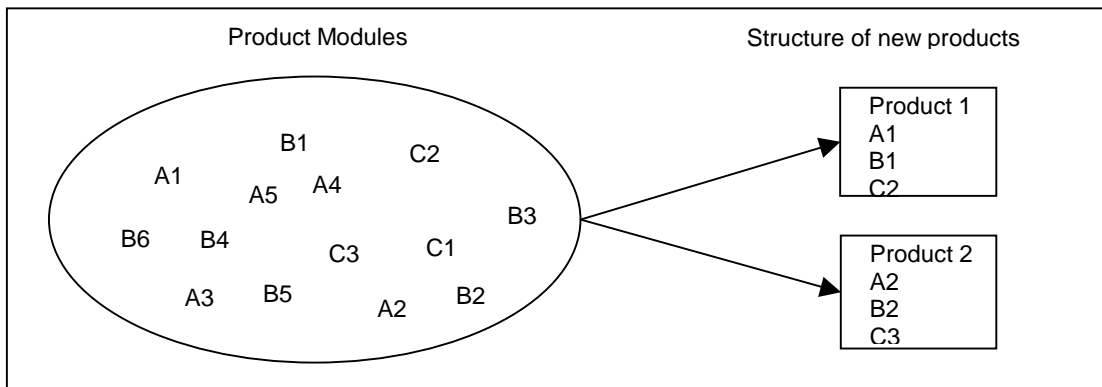
The company where this methodology was applied on has a Product Engineering department. Among its functions, it is the configuration of new products, receiving the requirements from its customer service department. If the product that the customer wants has not been documented on the system (it has not been configured before), the next step is to determine if the product can be designed and manufactured. This is done by reviewing the design rules available for each family of products that the company manufactures.

The product is made out of modules; each module is built with several types of families of parts. These families represent all the possible functions the product has. They vary from screws, electrical components, metal supports, plastic parts, etc. The total amount of parts is counted in hundreds and is represented in 20 different families of parts. As it can be seen, a single family can have several different types of parts and the way they are assembled in the product, also changes. The difference on the parts is due to shapes and sizes. See figure 1.

The description of the products is based on "intelligent descriptors". These descriptors are numbers and letters that determine the characteristics that the products require. The design rules and the descriptors are the base by which the modules are created and arranged. This is how a list of components for a product is created. The possible combinations of products that can be created are in the range of thousands. Figure 2.



**Figure 1.** Different type of parts available



**Figure 2.** Modules to create a product

Depending on the characteristics the customer wants, is the type of parts the product will use. There are design rules that indicate how to put the modules together and how the families interact inside the modules. But, since the amount of parts is big, the design rules are consulted manually and the complete process is also manual, the process is not capable of reaching its goals: time to respond to configuration below target, low percentage of errors while configuring the new products and be able to determine effectively if the product is manufacturable or not.

### 3. Description of the methodology

The methodology applied to the configuration of new products can use the following tools [8]: FMEA, IDEF0, QFD, Product Model, Technology groups, Manufacturing model, Six sigma, Design for assembly, design for manufacturing, Pipeline design.



The literature review has proven that these tools provide the necessary information to analyze a system and create the necessary information that can be merged together. One purpose of this paper is to determine the best way to handle these tools to improve the performance of the configuration process of new products. The methodology that is proposed to integrate the concurrent engineering tools in the configuration process of new products is shown in figure 3.

Under this methodology, there are five main stages:

- a) **Define which configuration process will be analyzed:** As the first stage, it is necessary to define the configuration process for new products that will be analyzed.
- b) **Find the opportunities areas to work on:** This is a list of all the problems that the configuration process is having. High cost, high lead-time, errors, manufacturing issues, etc. The problems need to be described with all the information that can be gathered as possible.
- c) **Apply IDEF0, QFD and FMEA to the complete configuration process:** On this stage, the first tool to apply is the IDEF0 technique to model the whole configuration process. This will help to have the complete flow of the process plus, it will identify which areas have problems associated with it: lack of tools, lack of control to perform the function. The second tool is QFD, where the customer requirements for the configuration process will be identified. The third tool to use is FMEA. The tool will analyze the complete process looking for potential problems that may happen. These tools will give the necessary actions that need to be solved in order to fix these issues.
- d) **List of all the problems the process has:** This list has all the items identified by using the IDEF0, QFD and FMEA. From here, the concurrent engineering tools will be used to solve these items.
- e) **Use of concurrent engineering tools to solve the configuration problem issues:** The concurrent engineering tools will be used to solve the items found previously in stage (d). The tools that can be selected are not restricted to the ones listed on the figure. The use of the tools will depend on the situation to solve

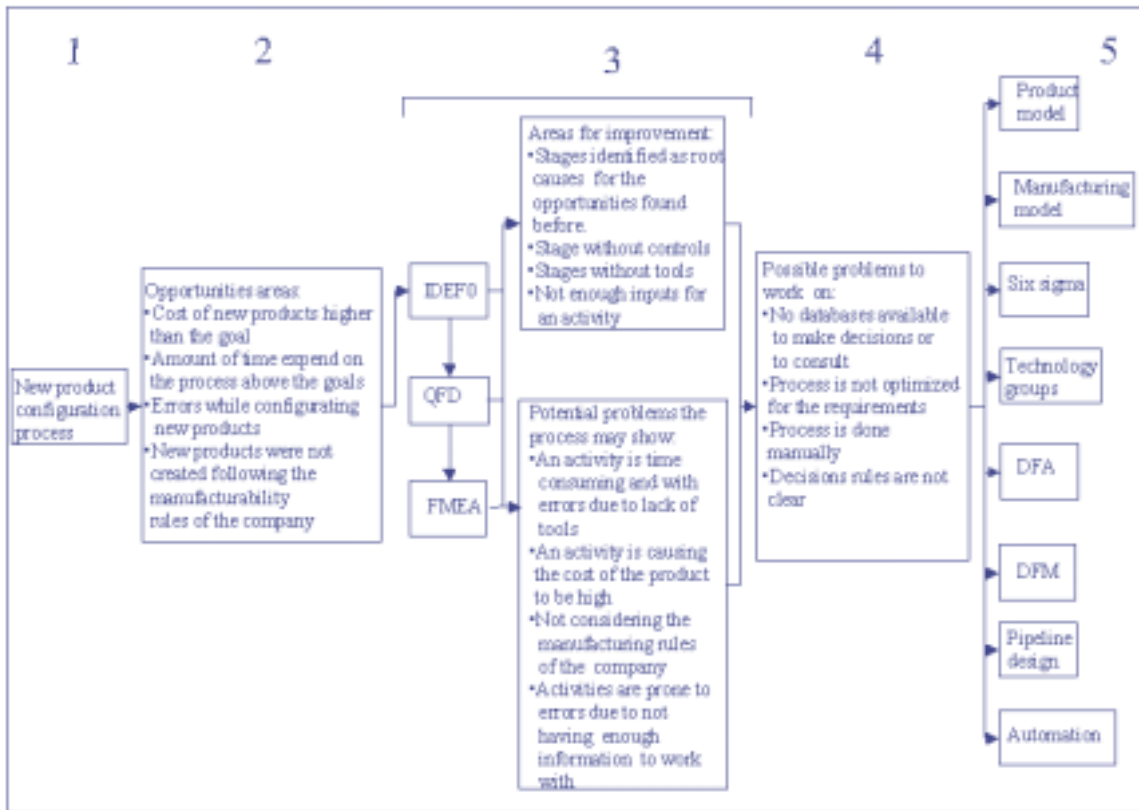
For the purpose of applying this methodology to a real case study, the paper will focus to solve the following issues detected on the configuration process for new products of a company dedicated to manufacture electrical products:

- a) The time measured from receiving the order, configure a new product and notifying customer service is above the target specified.
- b) There are errors while configuring new products.
- c) When the product is configured, it cannot be built because it is not manufacturable.

The objective of this paper is to show a process to allow the people that participate in the product configuration process to perform this function with the minimum error and inside the timeframe establish.

The steps to follow through the methodology shown on figure 3 for the specific case study are:

- a) Problem description.
- b) Identify the variables to measure and its indicators.
- c) Model the process.
- d) QFD.
- e) Make process FMEA.
- f) Identify activities to do.
- g) Do a product model for the products to study.
- h) Make the manufacturing model of the company.
- i) How to automate the process to configure a new product and optimization of the complete process.
- j) Implement the process controls to keep the performance established.



**Figure 3.** Methodology applied to a configuration process for new products [8]

#### 4. Detailed explanation of the methodology

**Problem description:** Establish the main problem and its possible performance indicators by an analysis of current situation.

**Identify the variables to measure and its indicators:** Determine the main variables and its indicators that affect the situation under study using design of experiment, control charts, fishbone diagrams.

**Model the process:** The first step is to identify the process areas that are critical. The critical areas are defined as those that have the highest possibility to make mistakes or the ones that have the longest cycle time. The IDEF0 technique was chosen because it provides with the information necessary to do an analysis of the process. It gives the inputs, outputs, controls and technologies used on each step of the process. While applying this tool, the process is broke up to the simplest activity. The purpose is to find the critical areas, find out why they are critical and to work on solutions to reduce or eliminate them. To create this model, it is necessary to work with the people that do the job.

**QFD:** Another tool that allows the identifications of oportunities areas in a process is the QFD. Here, we collect what the internal customers expect from the process. By using QFD, the process is designed to satisfy the customers' requirements. It is done by gathering all the configuration process

customers and, asking what are the necessities that they expect from the process (WHAT'S) and its importance. This will be used to know how to satisfy these needs.

As an output from the QFD, a list of HOW'S will result: activities that will satisfy the customer needs. These How's will also have an importance rate. Using the information collected before and the QFD, we will determine which activities are the important ones to work on, so the customer needs are satisfied.

**Process FMEA** The goal of a Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is to identify or predict potential problems in a process. This is done by analyzing each of the steps in a process and identifying possible failures that might occur. The advantage of this tool is the ability to find critical areas, so the appropriate controls can be established to reduce the risk of appearance.

To create a FMEA analysis, the model developed by IDEF0 is used. This model is used to follow the sequence of events. Then, all the team members are gathered together to discuss all the possible failures that could occur, following the IDEF0 model. This process will have as a result, the identification of the critical steps and the next activity to do is to create the necessary controls to reduce the possibility of this failure to happen. The critical steps found during the FMEA, will have a value (PRN) that can be used to establish a priority for the work to be done.

**Identify activities to do:** After the previous steps are done, it is necessary to collect the information gathered in order to establish what actions need to be done and also what information will be used on the next steps of the methodology.

**Product model** The product model is a graphical representation of the information that describes a product, its materials, specifications, purchase date etc. It shows the components of a product, the relationship between the parts, assembly information, purchasing data.

The creation of the product model, starts with a list of all the components of the product, and then the creation of subassemblies starts, that can be made of other subassemblies and so on. In this way, we got a graphical representation of the components of a product and how to relate them together. The relationship between the assemblies or components is determined by the configuration rules.

Once the product model (assembly) is built, we will have the representation of the product and its relations. This will be used to create precise configuration rules that will help to create the new products.

**Manufacturing model** The manufacturing model starts by representing all the resources, which the company has to create its products. Showing the resources, processes and strategies available. It is recommended to start the analysis following the next sequence: Company-Shop-Cell-Workstation.

The company is considered as whole at the beginning of the analysis, and then it is decomposed into the different productive areas, finishing by doing a detailed analysis of the workstations. On the areas that require a more detailed analysis, all the operating characteristics are described (tools, assembly time, assembly nest, material handling equipment, etc.)

Once this is done, it is necessary to relate the manufacturing model with the product model. This has the purpose of having precise information to configure new products. It is also needed to collect the

information regarding the facility, technologies and capacity strategies. This information will serve as a reference to detect restrictions and capabilities.

**Automation of the process:** Using the information from all the tools used before, an automated configuration process can be created. Any programming language can be chosen to do this. The goal is to have a tool that can be used by the people configuring new products, to help them in providing the components that will be needed to create a specific product. In order to optimize the complete configuration process, (from receiving the order to notifying when the product is ready) a technique called "Pipeline design" will be used. This tool will help in establishing guidelines to work on the configuration of new products, based on the resources available to do the job.

**Implement the process controls to keep the performance established:** Establish the proper controls on the process to monitor how the configuration process is working. This is done by using any chart that allows the user to monitor the indicators. The objective is to respond quickly to any problem that shows up on the configuration process. Also the control plan is used to establish the actions needed in case the process is outside the limits established.

## **5. Methodology implemented**

This section will explain how the methodology described in the previous sections, was applied to solve a product configuration problem in a company that handles a big variety of electric products that are customized according with the customer needs. This brings the necessity of constantly creating new products and its related information (bill of materials, drawings, etc.)

### **5.1 Problem description:**

The description of the situation is as follows:

- a) The time measured from receiving the order, configure a new product and notifying the customer service is above the target specified.
- b) Errors configuring new products.
- c) When the product is configured, the products cannot be built because they are not manufacturable.

### **5.2 Identify the variables to measure and its indicators:**

The variables to monitor are:

- a) Response time between receiving an order, configure and document a product into the MRP system and notifying customer service.
- b) Percentage of accuracy obtained while configuring and documenting a single product.

### **5.3 IDEF0:**

Analyzing the complete model, two areas were identified as critical:

- a) Verify that the product can be created and manufactured. When an order is received from customer service, after verifying that it does not already exist, it is necessary to assure that the new product can be configured and manufactured. This is done manually consulting different sets of design rules (3 specific databases). They also specify when certain types of product characteristics can be placed together or not on a product. Since these 3 databases are not linked together and the process to review the information is done manually, the chances of error are high.

- b) Create the structure of the new product: To create a new product it is necessary to first have the main functional characteristic of it. These characteristics determine what kind of components will be used. After the characteristics are reviewed, the existing modules are assigned to the product or when not available, a new module is created. The process to assign or create the modules is done manually. This tends to create errors.

#### **5.4 QFD:**

This tool is also telling that the important requirements that need to be satisfied are:

- a) Have assembly drawings available.
- b) Inform which components can be made at the plant and which can be purchased.
- c) Know the characteristics of the product.

#### **5.5 FMEA:**

The FMEA tool showed that the potential problems that the configuration process faces are:

- a) Create the list of components of a new product when actually it cannot be configured.
- b) Errors while creating a new product module.
- c) Errors while arranging modules on a new product

#### **5.6 Identify activities to do**

Steps 1 through 5 were applied and the following is a list of all the activities that were identified:

- a) Create a process or tool to reduce the percentage of errors done while configuring and documenting a product.
- b) Create a process or tool to reduce the time to configure new products from receiving the order for configuration to notifying customer service that the product is ready.
- c) Inform to the rest organization of all the information to build a new product. This includes assembly drawings, list of components, parts purchased and manufactured in site.

#### **5.7 Product model:**

A generic product model of the product family was created by reviewing the assemblies/subassemblies, and then creating the appropriate relationships between them. The product model for the family under study consists of 4 generic assemblies. These generic assemblies represent all the possible parts that the product can have. Due to confidentiality issues, the model cannot be shown.

#### **5.8 Manufacturing Model**

The manufacturing model shows that there are restrictions on the size of the certain components that can be built. This is due to the machinery that is available in the plant. The type of machinery is restricting the components that can be assembled into the products to manufacture. The information that was extracted from this model was used along with the product model to apply restrictions on the automated configuration process model. This is helpful in determine, prior to configure a new product, if it can be manufactured or not.

## **5.9 Automation of the process.**

There are three main issues to solve that were concluded on the previous steps of the process:

1. Reduce the percentage of errors done while configuring and documenting a product.
2. Reduce the time to configure new products from receiving the order for configuration to notifying customer service that the product is ready.
3. Have a way for the rest of the organization, to be informed of the new product created, its characteristics and all the information regarding the parts that will be used on the new product.

In order to fix problem number 1; an automation tool was created to help in the configuration process. This tool gives the user, which assemblies will be used to create the new product and in cases where an assembly needs to be created, it determines what will be the parts associated to this new assembly. The logic to create this tool comes from the integration of the manufacturing model and product model created before. This tool was created using an Excel spreadsheet integrating databases and design rules. This tool helps to improve item number 1 and part of item 2, because it affects the component of the response time that is the time to process the order and notifying the customer.

For item number 2, the pipeline design was used to have a technique to process the orders in the fastest way and reduce the queue that was being created. It was used in a very simple way, which was to allocate always a fix time period during the day to work on orders for new product configurations. This time period was set for 2 hours per day as a minimum per each individual performing this task. By doing this, the amount of orders that were sitting on the queue reduced.

To solve item 3, the company has already created a series of tools that allow sharing the information required. These tools are the company Intranet, where the list of components, assembly drawings and other product information is available to be consulted by other members of the company. The other tool is the Engineering Change Module of the MRP system, where all the new products are created and through its e-mail function, it sends a notification when a new product is created.

## **5.10 Impact of the use of the methodology on the business**

The automation tool created helps to speed up the process to configure new products. Before the implementation of the tool, the average time to work on a product configuration was 40.6 minutes. With the use of the tool, the time goes to 30.2 minutes. This is decrease in time of 25%.

Another impact of the use of the tool is on the reduction on the percentage of errors while configuring new products. Using this tool the percentage of error reduced in 60%.

In order to keep the process under control, two control charts, will be used to keep track of the variables, time and percentage of error. To do this, a format was created to monitor the variables. To make sure the controls are being followed, a control plan was written to monitor and give corrective actions every time the variables are above their target.

## 6. Results and conclusions

A methodology that can be applied to improve a configuration process where the product to be created consists of a series of assemblies or modules that are rearranged, was created using the tools for the Concurrent Engineering and information models. This methodology gives the user a general guide of what kind of tools can be used to analyze different type of problems a process of this kind may present.

This method was applied to a case study where the process to configure new products was having problems. The application of the methodology impacted the business by reducing the response time and the percentage of error. This was the result of analyzing the different components of the configuration process using the Concurrent Engineering tools and information models. A need detected during the analysis of the process, was the necessity to reduce the manual and repetitive operations. This was affecting the ability of the process to avoid having errors at creating new products. To solve this, a tool to automate the specific portion of determining the assemblies to use or create an assembly, was created using as a guideline the information, rules, restrictions and relations determined on the manufacturing and product models.

The use of the Concurrent engineering tools and information models proves to be a good method to analyze situations where there is a need to improve the performance of a process. An important aspect of it, is to find the best ways to integrate the information that each of the stages of a process generates. One important issue of concurrent engineering is being able to satisfy the customer needs.

An important lesson learned during this work done on the paper, was the use of the product and manufacturing model. This allowed a deep knowledge of the product and the process by the people working on the configuration process. To use IDEF0, QFD and FMEA to model and analyze the process, it is important to get together all the people involved in the process. Missing an element of the team can originate decisions that later will need to be adjusted or changed completely.

## 7. References

- [1] Ettl, J.E., 1996. Integrated design and new product success. *Journal of Operations Management*, Vol. 15, pp. 33-55.
- [2] J. Poolton, I. Barclay. "New product development from past research to future applications". *Industrial Marketing Management*. Vol. 27, 1998, pp. 197-212.
- [3] Syan, Chanan S., Menon, U., 1995. Concurrent Engineering concepts, implementation and practice. Chapman & Hall.
- [4] Tang, D. , Zheng, L., Zhizhong. L., Zhang, S., 2000. Re-engineering of the design process for concurrent engineering. *Computer & Industrial Engineering*. 38, 479-491.
- [5] Abdalla, H.S., 1999. Concurrent engineering for global manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 60-61, 251-260.
- [6] Merle, T. 1996. Concurrent Engineering: Supporting Systems. *Computers Ind. Engng*, No. 3 / 4, pp. 571-575.
- [7] B.Yeu, H.J. Skovgard. "A configuration tool to increase product competitiveness". *IEEE Intelligent Systems*. July/August, 1998, pp. 34-41
- [8] M. Caballero. "Methodology to integrate the Concurrent Engineering tools to improve a configuration process for new products". Master of Science Thesis, ITESM, 2002

# USO DE MODELOS LÓGICOS PARA LA DESCRIPCIÓN DE MEJORES PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Roberto Abraham Cruz, Nathalie Galeano, Arturo Molina

Hoy en día, las empresas manufactureras necesitan adoptar una cultura de mejora continua que abarque todos sus procesos productivos para mantener y mejorar su posición competitiva dentro del mercado global. Una alternativa que se presenta en este ambiente, es la implementación de Mejores Prácticas Manufactureras, tales como Justo a Tiempo, Calidad Total, Seis Sigma, entre muchas otras que han surgido a lo largo del tiempo. Sin embargo, para implementar una Mejor Práctica es necesario contar con una metodología que asegure su exitosa implantación. En este trabajo se presenta la metodología de Modelos Lógicos como una herramienta que puede aplicarse para describir, implementar y evaluar Mejores Prácticas en empresas manufactureras. Finalmente se expone el hecho de cómo el uso de los modelos lógicos, puede proporcionar múltiples beneficios cuando se implementan Mejores Prácticas dentro de una organización.

Palabras clave: Mejor Práctica, Modelo Lógico, Proyectos de Mejora, Modelos de Planeación de Proyectos.

## 1. Introducción

Hoy en día es claro que las industrias manufacturera y de servicios se encuentran en un mercado globalizado, las empresas se enfrentan a sus competidores no solo en un ambiente nacional sino también internacional. Esta situación crea en las organizaciones la necesidad de una cultura de mejora continua que promueva la eficiencia de sus procesos, la reducción de costos, desperdicios y defectos en el producto terminado, el aumento de calidad, y la optimización de recursos humanos, tecnológicos y financieros, por medio de la adopción de mejores prácticas y métodos de trabajo.

En la actualidad, las empresas cuentan con una gama inmensa de mejores prácticas a su alcance mediante las cuales pueden llevar a cabo diferentes proyectos de mejora, esto lo podemos ver simplemente en la bibliografía que día a día se actualiza en el ámbito empresarial (5's, Kanban, Kaizen, 6 Sigma, Círculos de Calidad, Justo a Tiempo, entre otros) [1]. Sin embargo, no basta con tener una mejor práctica seleccionada o un proyecto de mejora claramente definido, sino que es conveniente contar con un método que permita visualizar los resultados, efectos, impactos y beneficios finales que un proyecto de mejora / proyecto de innovación / mejor práctica o programa de desarrollo obtendrán dentro de una organización. Lo anterior se logra con la metodología de modelos lógicos, en donde se plantea un marco para el desarrollo y evaluación por medio de indicadores de mejores prácticas o programas que una empresa pueda implementar en sus procesos.

Se presenta entonces este trabajo de investigación, cuyo objetivo principal es usar los modelos lógicos como una herramienta para la descripción de Mejores Prácticas de Manufactura. Este trabajo es el resultado de varias investigaciones anteriores [2, 3] sobre mejores prácticas y modelos lógicos, que han sido la base para realizar los modelos lógicos de alrededor de 25 mejores Prácticas, realizados durante el desarrollo de trabajos de tesis y la estancia de alumnos de verano de investigación en el CSIM (Centro de Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM, Campus Monterrey) en los años 2001 y 2002.

---

Roberto Abraham Cruz Armendáriz, Alumno de Verano de Investigación en el CSIM, ITESM-Campus Monterrey, Universidad Autónoma de Cd. Juárez. [robucjmonse@hotmail.com](mailto:robucjmonse@hotmail.com)

M.C. Nathalie Galeano Sánchez: Profesionista de Apoyo CSIM, ITESM, Campus Monterrey, [ngaleano@correo.mty.itesm.mx](mailto:ngaleano@correo.mty.itesm.mx)

Dr. Arturo Molina Gutiérrez: Profesor Titular CSIM, ITESM, Campus Monterrey, [armolina@itesm.mx](mailto:armolina@itesm.mx)



Con el desarrollo de este artículo se pretende dejar claramente definido los conceptos de Mejores Prácticas y Modelos Lógicos mediante su explicación teórica y su ejemplificación a través del caso del modelo lógico del Mantenimiento Preventivo, como una práctica básica para implementar TPM (Total Productive Maintenance) en una organización. De esta manera se espera que esta publicación sea una ayuda eficaz para las diversas empresas, sin importar su giro o tamaño, en el proceso de implementación de una mejor práctica, que pueda garantizar con una mayor certeza la obtención de los beneficios esperados de dicha práctica dentro de la organización.

## **2. Marco Teórico**

En este apartado se describirán los dos principales conceptos que de los que se deriva esta investigación: modelos lógicos y mejores prácticas.

### **2.1 Definición de Modelo Lógico**

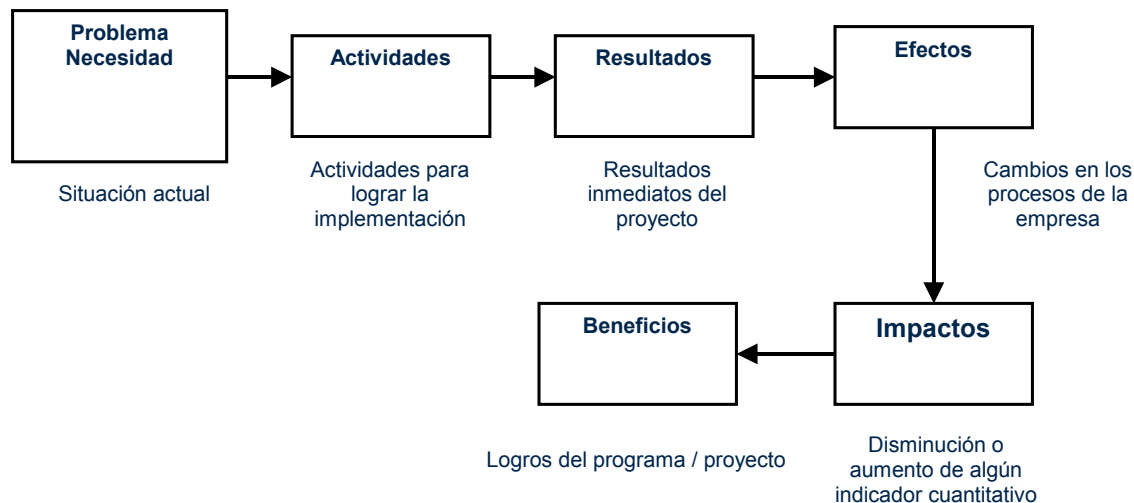
Un modelo lógico es un método de descripción de proyectos o programas basados en los conceptos causa – efecto. Un modelo lógico consta de 5 partes conectadas unas con otras debido su relación causa-efecto y permite visualizar de manera completa todas las etapas que intervienen en el proceso de implementación de una mejor práctica o proyecto de mejora dentro de una organización [3]. Un modelo lógico se utiliza también como un marco de evaluación de los resultados de dicho proyecto, programa u organización, ya que representa los efectos, impactos y beneficios finales que deben ser alcanzados, de esta manera la evaluación puede ser diseñada en base a los requerimientos del proyecto y de la organización.

Esta herramienta fue concebida a finales de los años setenta y en la actualidad es considerada como una de las más utilizadas en la planeación y definición de proyectos [4]. Un modelo lógico puede ser creado por cualquier persona con el conocimiento del proyecto, programa u organización que será descrito o evaluado. Es provechoso que el personal y los ejecutores y/o evaluadores del programa trabajen juntos para crear un modelo lógico porque pueden ofrecer la experiencia necesaria para describir el proyecto- programa y sus resultados previstos, además de que los evaluadores pueden ayudar a traducir este conocimiento a términos de la evaluación [4].

### **2.2 Estructura del Modelo Lógico**

Un modelo lógico presenta la siguiente estructura básica la cual consta de 5 etapas: Actividades, Resultados, Efectos, Impactos y Beneficios. El punto de partida para realizar un modelo lógico es un problema o necesidad, que es exclusivo para mencionar una determinada situación que existe en la empresa y que requiere, por ciertos motivos, el que se le realice una mejora (figura 1). A continuación se describen cada una de las etapas del modelo lógico, mismas que se visualizan en la figura 1:

- (a) Actividades: son las acciones realizadas por el proyecto de mejora utilizando diferentes metodologías (métodos), recursos humanos, financieros y recursos tecnológicos.
- (b) Resultados: son los productos de las actividades realizadas del proyecto de mejora.
- (c) Efectos: son los cambios en los procesos de la empresa o en la forma en una empresa realiza sus actividades como consecuencia directa de los resultados del proyecto.
- (d) Impactos: son las consecuencias de los cambios en los procesos o actividades de la empresa. Es un cambio en el comportamiento de las empresas, generalmente reflejado en la reducción o aumento de algún indicador de rendimiento.
- (e) Beneficios: son los logros del proyecto en términos de sus principales objetivos. En una empresa podemos tener beneficios: estratégicos, económicos u operacionales.



**Figura 1.** Estructura del Modelo Lógico

## 2.4 Definición de Mejor Práctica

Las mejores prácticas son procesos, técnicas o algún tipo de innovación en el uso de algún equipo o recurso que tiene referencia de éxito en proveer una mejora significativa en costos, programación, calidad, desarrollo, seguridad, ambiente o en otros factores medibles que impactan el bienestar de una organización.

Las mejores prácticas son la mejor manera de desarrollar procesos de negocios. Una organización hace algo mejor que nadie más, lo cual significa que cada organización puede aprender de otras organizaciones. Las mejores prácticas son los medios por los cuales las organizaciones líderes logran un máximo desempeño, de igual forma son motivos o metas para otras empresas que se están esforzando por lograr una ventaja competitiva.

En la actualidad, existen diversas bibliografías que documentan las mejores prácticas en diferentes ramos como son: la industria, el gobierno, etc., además de alentar al intercambio de información con el propósito de fortalecer la competitividad [1,6,7].

## 3. Metodología

Para la estructuración de modelos lógicos de mejores prácticas se pueden mencionar una serie de pasos necesarios que se realizaron:

- Entender de manera clara la metodología de modelos lógicos de acuerdo a la base para realizar modelos lógicos.
- Seleccionar la mejor práctica o definir el proyecto de mejora de una manera adecuada para con ello satisfacer las necesidades reales de la organización.
- Investigar a través de diversas fuentes todo lo relacionado con la mejor práctica seleccionada.
- Clasificar a la mejor práctica dentro de las bases de clasificación estipuladas por esta investigación: clasificación por proceso y clasificación por complejidad.

- (e) Una vez ya con el conocimiento pleno de la mejor práctica se procede a estructurar el modelo lógico satisfaciendo con esa información cada uno de los requerimientos mostrados en la base del modelo lógico.
- (f) Una vez listo el modelo lógico se procede a terminarlo con la siguiente información: fuentes de investigación, nombre y tipo de clasificación de la mejor práctica y por último el nombre del realizador.

Para entender este proceso, explicaremos las etapas más importantes.

### 3.1 Entender la Base del Modelo Lógico

La estructura básica de un modelo lógico (Figura 2) representa la guía para la realización correcta de los mismos. Esta estructura consta de las 5 etapas (actividades, resultados, efectos, impactos y beneficios) en las cuales se especifica de manera detallada los requerimientos que deben cubrirse en el modelo lógico basándose en las características de la mejor práctica seleccionada.

Por ejemplo, dentro del área de efectos la mejor práctica puede tener efectos sobre el proceso de negocio, la organización, recursos humanos y sobre los recursos tecnológicos. Dentro de esos efectos generales existen efectos más específicos de acuerdo a las actividades que se realizan al ejecutar la mejor práctica.

En el área de impactos se detallan diferentes indicadores de desempeño en los rubros de calidad, eficiencia, volumen, tiempo, etc. Estos indicadores son los que guían al evaluador del proyecto o programa, ya que son la pauta para definir si la mejor práctica obtuvo los impactos que se esperaban. Por ejemplo, para el beneficio de Estrategia operacional – Indicadores de calidad, algunos posibles indicadores de desempeño podrían ser los siguientes:

- (-) Entregas Defectuosas (*Número de entregas con defectos a los clientes / Número total de entregas a los clientes*).
- (-) Índice de Quejas de Clientes (*Número de quejas por los clientes / Número total de entregas a los clientes*).

Note que el signo entre paréntesis (negativo o positivo) representa si el indicador debe subir o bajar, de acuerdo al significado del mismo.

### 3.2 Clasificar las Mejores Prácticas

Cualquier conjunto de las mejores prácticas de manufactura puede ser clasificado de acuerdo al proceso en el que represente efectos, o de acuerdo a su complejidad. Veamos estas clasificaciones:

**Clasificación por procesos.** Esta clasificación se realiza de acuerdo al Modelo Procesos de la Empresa Extendida [5], los siguientes son los procesos en los que una mejor práctica puede impactar:

- (a) *Planeación estratégica.* Las empresas realizan acciones para determinar como competir exitosamente en los mercados elegidos y generar un retorno de la inversión aceptable. Este proceso de planeación incluye esfuerzos para formular las estrategias de negocios y proveer el liderazgo necesario para asegurar que las estrategias sean implementadas como fueron planeadas.
- (b) *Desarrollo del producto y procesos.* Este proceso se centra en las actividades que la empresa realiza para desarrollar productos - procesos nuevos y/o mejorar los existentes. Mientras la mayoría de las empresas son productoras de bienes intermedios y no tienen responsabilidad por el diseño del producto, todo lo que necesitan resolver es como los productos pueden ser hechos dentro de sus instalaciones.

Actividades	Resultados	Efectos	Impactos	Beneficios
<p>Son los servicios provistos por el proyecto de mejora utilizando diferentes metodologías, recursos humanos y tecnologías.</p>	<p>Son los productos de las actividades realizadas del proyecto de mejora, son los resultados inmediatos del proyecto.</p>	<p>Proceso de Negocio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Planeación Estratégica</i></li> <li>▪ <i>Mercadotecnia y Ventas</i></li> <li>▪ <i>Desarrollo del Producto y Proceso</i></li> <li>▪ <i>Cumplimiento de Ordenes</i></li> <li>▪ <i>Servicio al Cliente</i></li> <li>▪ <i>Servicios de Soporte</i></li> </ul> <p>Organización</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Estructura</i></li> <li>• <i>Procedimientos / Prácticas</i></li> <li>• <i>Técnicas / Métodos</i></li> </ul> <p>Recursos Humanos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Habilidad</i> (Comunicación, Toma de Decisiones, Liderazgo)</li> <li>• <i>Experiencia</i> (Mejores Prácticas)</li> <li>• <i>Conocimiento</i> (Técnicas)</li> </ul> <p>Recursos Tecnológicos</p> <p><i>Sistemas de Información</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenar</li> <li>• Simplificar</li> <li>• Optimizar</li> <li>• Automatizar</li> </ul> <p><i>Maquinaria y Equipo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizarlo</li> <li>• Adaptarlo</li> <li>• Reemplazarlo</li> </ul>	<p>Indicadores de Productividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad</li> <li>• Volumen</li> <li>• Tiempo</li> <li>• Rentabilidad</li> <li>• Flexibilidad</li> </ul> <p>Descomponer beneficios en sus formulaciones para determinar los indicadores que debemos incrementar o disminuir</p>	<p>Estratégicos</p> <p><i>Eficiencia Operacional</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos de Ciclo</li> <li>• Costos del Proceso</li> <li>• Indicadores de Calidad</li> <li>• Productividad del Proceso</li> <li>• Tasa de Cumplimiento de Órdenes</li> </ul> <p><i>Enfoque al Cliente</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lealtad del Cliente</li> <li>• Rentabilidad del Cliente</li> <li>• Niveles de recompra</li> </ul> <p><i>Innovación en Productos / Procesos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventas de Nuevos Productos</li> <li>• Tiempo de Desarrollo de Nuevos Productos</li> <li>• Tiempo de Recuperación de Inversión</li> </ul> <p>Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventas</li> <li>• Exportaciones</li> <li>• Rentabilidad</li> </ul> <p>Operacionales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor Agregado por Empleado</li> <li>• Valor Agregado por Capital Invertido</li> </ul>

Figura 2. Base del Modelo Lógico

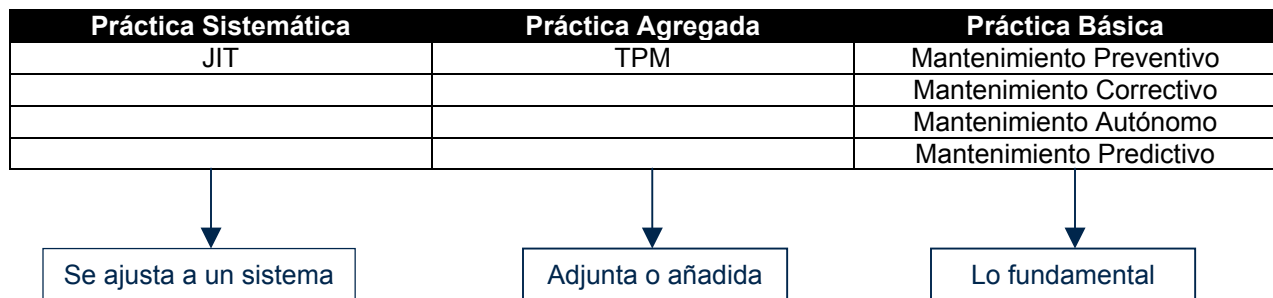
- (c) *Mercadotecnia y ventas.* Todas las compañías necesitan promocionar y vender sus productos para permanecer en el negocio. Estos procesos incluyen actividades realizadas por las empresas para evaluar las oportunidades del mercado, identificar los requerimientos de los clientes, la posición de las empresas y/o de los productos en el mercado y obtener nuevas órdenes de los clientes. Este proceso se conoce también como el proceso de Obtención del Compromiso del Cliente.
- (d) *Cumplimiento de órdenes.* Este proceso representa las actividades principales de las empresas manufactureras para cumplir con las órdenes de productos y mantener las relaciones con el cliente. Incluye la planeación de la producción, el abastecimiento y la logística, la producción, pruebas y aseguramiento de la calidad.
- (e) *Servicio al cliente.* Este proceso se ocupa de las actividades desde la entrega del producto (o servicio) hasta la recuperación del producto al terminar su ciclo de vida. El proceso de servicio al cliente incorpora las actividades de garantía del producto o servicio, quejas del cliente, refacciones, soporte técnico, reparación, mantenimiento y recolección final del producto.
- (f) *Servicios de soporte.* Estos procesos apoyan a todas las otras actividades a través de la empresa. Estos incluyen los servicios de información, la administración de recursos humanos y soporte financiero y administrativo.

La clasificación por proceso la podemos ejemplificar con la mejor práctica de mantenimiento preventivo: esta práctica quedaría dentro del proceso de cumplimiento de órdenes debido a que el mantenimiento preventivo permite lograr una mayor disponibilidad de la maquinaria y equipo, ayuda en la eliminación de pérdidas por velocidad reducida, por inactividad y paradas menores permitiéndonos flujos de producción constantes, menor cantidad de tiempos muertos, etc., logrando así producir lo necesario y poder con ello cumplir con las ordenes requeridas por los clientes.

**Clasificación por complejidad.** Las mejores prácticas de manufactura pueden también ser clasificadas de acuerdo a su complejidad en Sistemáticas, Agregadas y Básicas (Figura 3) [2]. Para tener una idea clara de esta clasificación definiremos cada uno de los términos:

- (a) *Sistemática.* Se refiere a que sigue o se ajusta a un sistema.
- (b) *Agregada.* Se refiere a que esta adjunto o añadido a otra cosa.
- (c) *Básica.* Se refiere a lo fundamental.

En otras palabras esta clasificación se refiere a una cadena en la implementación de mejores prácticas: para poder lograr implementar una práctica sistemática antes se deben implementar las prácticas agregadas, para las cuales se deberán tener implementadas las prácticas básicas. A continuación se muestra una tabla donde se describe esta clasificación.



**Figura 3.** Clasificación por complejidad de las Mejores Prácticas

Actividades	Resultados	Efectos	Impactos	Beneficios
<p>*Concientizar y capacitar sobre el mantenimiento preventivo.  *Formar un equipo de trabajo multidisciplinario.  *Establecer las condiciones actuales de cada equipo.  Identificando unidades críticas.  *Identificar y elaborar lista de todos los sistemas del equipo.  *Identificar y elaborar lista de tareas de mantenimiento preventivo para cada sistema.  *Elaboración de instrucciones para llevar a cabo una tarea.  *Elaborar formatos sencillos para el manejo de información.(<i>Planillas de control de tareas de TPM</i>).  *Establecer inspecciones rutinarias para prevenir averías y defectos en el equipo.  *Establecer las actividades diarias de mantenimiento de cada equipo orientadas a prevenir averías y defectos en el equipo.  *Evaluar los resultados del mantenimiento preventivo.</p>	<p>*Personal consciente de los beneficios del MP y capacitado en técnicas y conceptos de MP.  *Equipo de trabajo integrado y funcionando formado por personal de diversos departamentos.  *Conocimiento de la condición actual del equipo y de las unidades críticas. (<i>unidades o equipos que deben recibir atención primero</i>).  *Lista que contiene los sistemas que componen al equipo (<i>eléctrico, hidráulico, etc.</i>).  *Lista que contiene las tareas específicas a realizar para cada sistema.  *Instrucciones paso a paso para llevar a cabo una tarea dada.  *Formatos objetivos que ayudan a visualizar cambios reales en las especificaciones y condiciones de operación.  *Realización de inspecciones al equipo, logrando prevenir fallas y reducir deterioro en el equipo.  *Evaluaciones periódicas de los resultados de MP que ayudan al intercambio de ideas y a la toma de decisiones.  *Mantenimiento Preventivo implementado.</p>	<p><b>Proceso de Negocios</b>  *Cumplimiento de ordenes.  <b>Organización</b>  <i>Procedimientos / prácticas</i>  *Adopción del Programa de Mantenimiento Preventivo.  <b>Recursos Humanos</b>  <i>Habilidad</i>  *Mayor habilidad para la toma de decisiones.  *Mayor habilidad para el trabajo en equipo.  *Mayor comunicación dentro de la empresa.  Conocimiento  *Mayor conocimiento sobre el mantenimiento del equipo.  <i>Actitud</i>  * Cambio de actitud positivo hacia el trabajo.  <b>Recursos Tecnológicos</b>  <i>Sistemas de Información</i>  *Ordenamiento y simplificación de los sistemas de información.  <i>Maquinaria y Equipo</i>  *Adaptación ó reemplazo del equipo.</p>	<p><b>Indicadores de desempeño:</b>  <b>Calidad</b>  (+)<i>Puntualidad en el tiempo de entrega a los clientes.(# entregas a tiempo/Total de entregas)</i>.  (-)<i>Razón de tiempo de producción y ensamble.(Tiempo de producción y ensamble / tiempo de cumplimiento de pedidos)</i>.  (+)<i>Calidad en entrega a los clientes.(# entregas defectuosas/Total de entregas)</i>.  <b>Tiempo</b>  (-)<i>Reducción de tiempos muertos.(Tiempo muerto del equipo / tiempo total de operación)</i>.  (-)<i>Tiempo empleado en mantenimiento.(Tiempo total de mantenimiento/# días-hombre disponibles)</i>.  <b>Confianza</b>  (-)<i>Descompostura de Máquinas (Tiempo de descompostura del equipo/# días-hombre disponibles)</i>.  <b>Flexibilidad</b>  (+)<i>Valor agregado por empleado. (Ventas-costos del material comprado/ # empleados)</i>.  (+)<i>Rentabilidad. (Ventas-costos/Capital invertido)</i>.  <b>Rendimiento</b>  (-)<i>Razón del costo de mantenimiento (Costos totales de mantenimiento/Ventas totales)</i>.  (-)<i>Porcentaje de retrabajos. (Horas de reproceso/Total de horas de producción)</i>.</p>	<p>Directos  <b>Estratégicos</b>  <i>Eficiencia operacional</i>  *Elevación de la tasa de cumplimiento de ordenes.  *Incremento de la productividad.  *Incremento de la calidad.  *Menores costos del proceso.  Indirectos  <b>Económicos</b>  * Aumento en las ventas.  * Aumento en la rentabilidad.  <b>Operacionales</b>  * Mayor valor agregado por empleado.</p>

**Clasificación:** Práctica Básica de Manufactura

Proceso de Cumplimiento de Ordenes

**Elaboró:** Abraham Cruz

**Fuente:** Investigación 2002 –Abraham Cruz

**Bibliografía:**

¿Qué es TPM?, <http://www.geocities.com/usmindustrial/tpm.htm>

Shirose, Kunio. TPM para mandos intermedios de fábrica. Productivity Press. Primera Edición. Portland, Oregon. 1992

**Figura 4.** Modelo lógico sobre mantenimiento preventivo

### 3.3 Realizar Modelo Lógico de la Mejor Práctica

En la figura anterior (figura 4), se presenta un ejemplo del modelo lógico final de la mejor práctica de mantenimiento preventivo. Para la realización de este modelo se siguieron los pasos básicos para la estructuración de modelos lógicos. Note que al final del modelo se presenta la clasificación de esa práctica de manufactura, la persona que lo elaboró y la fuente bibliográfica, de tal manera, que se pueda consultar mayor información del Mantenimiento Preventivo.

Con esta metodología se ha desarrollado una base de datos en la cual se encuentran varios modelos lógicos estructurados y clasificados en prácticas sistemáticas, básicas o agregadas dependiendo de la mejor práctica analizada. Las mejores prácticas analizadas que contiene esta base de datos son: Kaizen, JIT (Justo a Tiempo), TPM (Mantenimiento Productivo Total), QFD (Despliegue de la Función de la Calidad), Equipos de Trabajo, Círculos de Calidad, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Kanban y 5'S. Por otro lado, se encuentran en revisión alrededor de 10 mejores prácticas. Esta base de datos se encuentra documentada internamente en el CSIM a nivel de investigación del Centro.

Esta metodología ha sido usada también en varios casos de estudio, dos de ellos, realizados como tesis de grado a nivel Maestría: “Aplicación de la Metodología de Modelos Lógicos para Evaluar Proyectos de Mejora en Empresas de Manufactura”, en donde se implementó esta metodología en el proyecto de Documentación de Procesos para una empresa manufacturera del sector de la fundición en la Zona Metropolitana de Monterrey [3]; y en el trabajo, “Framework y Metodología para la Planeación e Integración de Mejores Prácticas de Manufactura y Tecnología” en donde se analiza el caso de una línea de manufactura SMT (Surface Mount Technology) [2].

## 4. Resultados y Conclusiones

Con el presente trabajo, los empresarios, investigadores, y el público en general, podrán utilizar la metodología de modelos lógicos como una ayuda eficaz en el proceso de desarrollo de una mejor práctica, pudiendo garantizar con una mayor certeza la obtención de los beneficios esperados dentro de la organización.

Los resultados obtenidos, especialmente la estructuración de los modelos lógicos de las mejores prácticas en una base de datos, son de gran relevancia ya que son una base de información muy útil, clara y valiosa para todas aquellas empresas que requieran una guía en su trabajo de selección e implementación de adecuados proyectos de mejora dentro de sus diferentes procesos de negocio.

Los principales beneficios de utilizar los Modelos Lógicos para describir las Mejores Prácticas son:

- Son una descripción clara de los cambios que se deben presentar en la empresa para que las mejores prácticas se implementen correctamente y se obtengan los impactos, dado que se describen en términos de las actividades que se deben realizar.
- Permiten definir los impactos en términos de indicadores de productividad de: calidad, volumen, tiempo, rentabilidad y flexibilidad. Estos indicadores de desempeño son una fuente de verificación del proyecto o programa.
- Permiten describir los beneficios finales económicos, productivos y estratégicos. Los beneficios económicos se representan en términos de: ventas, exportaciones y rentabilidad. Los beneficios productivos se miden en términos de: valor agregado por empleado y valor agregado por capital invertido. Los beneficios estratégicos se miden de acuerdo a la estrategia de la empresa, bien sea, eficiencia operacional, enfoque al cliente o innovación en productos – procesos.
- Permiten un claro análisis de la relación de los medios / fines de las actividades del proyecto que conducen a productos (o componentes) requeridos para lograr el propósito establecido para contribuir al logro de un fin (u objetivo de desarrollo).

La metodología de los modelos lógicos es una excelente herramienta de evaluación al igual de ser un auxiliar en la implementación de las mejores prácticas de manufactura, ya que es posible analizar a través de estos modelos las diferentes actividades, resultados, efectos, impactos y beneficios que tendrán estas prácticas dentro de la organización.

## 5. Referencias Bibliográficas

- [1] Manufacturing Handbook of Best Practices: An Innovation, Productivity, and Quality Focus. Jack B., Phd Revelle (Editor). Saint Lucie Press. Diciembre 2001.
- [2] Medina, Veruzcka. Framework y Metodología para la Planeación e Integración de Mejores Prácticas de Manufactura y Tecnología. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Manufactura. ITESM, Campus Monterrey, México. Mayo, 2001.
- [3] Caballero, Daniel. Aplicación de la Metodología de Modelos Lógicos para Evaluar Proyectos de Mejora en Empresas de Manufactura. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Manufactura. ITESM, Campus Monterrey, México. Diciembre, 2000.
- [4] Nexus Associates. Enterprise Development Center Evaluation Toolkit. Prepared for: The Inter-American Development Bank Multilateral Investment Fund. January 20, 2000.
- [5] Molina, A., Medina, V., Cerecer, M. Extended Enterprise Demonstration Factory. Memorias del Congreso de Investigación y Extensión del Sistema Tecnológico de Monterrey. Junio de 2001. pp. 449 – 458.
- [6] [www.bestpractices.org/](http://www.bestpractices.org/)
- [7] [www.bmpcoe.org/](http://www.bmpcoe.org/)
- [8] [www.isixsigma.com/bp/manufacturing](http://www.isixsigma.com/bp/manufacturing)



**Área: Ingeniería**

**Coordinador de área: Dr. José Arturo Ortiz Peralta**

**Diseño y simulación de sistemas ingenieriles**

**Coordinador de mesa: Dr. Alberto Hernández Luna**

# USO DEL PROJECT ORIENTED LEARNING EN LA MATERIA DE DISEÑO DE SISTEMAS EN EL ITESM CAMPUS GUADALAJARA.

Carlos Téllez Martínez.\*

Este trabajo presenta la aplicación de la técnica educativa Project Oriented Learning (POL) en las materias de Diseño de Sistemas (Is 95 881) y Práctica de Diseño de Sistemas (Is 95 882) que se imparte a los alumnos de la carrera de Ingeniero Industrial y de Sistemas del ITESM, Campus Guadalajara. Se explica las adecuaciones hechas a las materias para poder llevar a cabo la realización de un proyecto, de tal manera que una materia es la que da apoyo al proyecto mientras que la otra es la de realización del proyecto; a la vez que se muestran los proyectos realizados y descripciones de los resultados obtenidos. Esta técnica educativa es de relativa introducción en el ITESM y ha encontrado una excelente aplicación en las áreas de ingeniería, sobre todo en las etapas finales de la carrera.

Palabras clave: Técnicas Didácticas, Project Oriented Learning, Diseño de Sistemas, Práctica de Diseño de Sistemas.

## 1. Introducción.

El sistema ITESM como parte de su reforma educativa, en estos momentos se encuentra inmerso en la introducción de técnicas didácticas que permitan que los conocimientos que los alumnos van adquiriendo tengan un mayor impacto en su vida profesional [1]. Una de las técnicas que se encuentra siendo introducida en las áreas de ingeniería es el Project Oriented Learning (POL) o Aprendizaje Basado en Proyectos. Esta técnica educativa fomenta en el alumno la adquisición de conocimientos a través de un proyecto que integra sus aprendizajes en un resultado tangible.

La técnica POL no es nueva, tiene aproximadamente 25 años de aplicación en programas en Europa [2], a la vez que existe actualmente la tendencia a escala internacional de su uso en las áreas de ingeniería. La idea principal de la técnica POL es el énfasis en el aprendizaje más que en la enseñanza, de manera que la tarea del profesor se altera de la transferencia del conocimiento a facilitar el aprendizaje. Las principales características son:

- Orientación a los problemas y la interdisciplinariedad.
- Curricula abierta y aprendizaje basado en la experiencia.
- Conocimiento básico y especialización gradual.
- Trabajo de proyectos en grupos de estudios.

El entendimiento común de la orientación del problema es lo que selecciona los métodos y el objetivo de tal manera que este entendimiento está fuertemente conectado a la experiencia y a la sociedad en virtud de analizar y resolver problemas con aplicación en la sociedad. De acuerdo con la experiencia en la Universidad de Aalborg en Dinamarca [3], las fases de un proyecto son comunes a todos los tipos de proyectos, siendo estas fases: **Preparación, Análisis del Problema, De-**

---

\* Dr. Carlos Téllez Martínez. Director del departamento de Ingeniería Industrial, ITESM Campus Guadalajara. carlos.tellez.martinez@itesm.mx

**marcación del Problema, Solución del Problema, Conclusión y Reporte.** Los tipos de proyectos son definidos en la etapa de Preparación debido a que en esta etapa se tomará en cuenta si es un proceso de aprendizaje autodirigido o si es un proceso controlado por el maestro.

El trabajo de proyectos es una manera especial de organizar el aprendizaje que es caracterizado por una discusión activa y un proceso de escritura en un curso basado en grupos que conduce al desarrollo de habilidades para:

- Formular objetivos y logros esperados.
- Comenzar y finalizar un proyecto.
- Analizar y especificar problemas y objetivos.
- Analizar y especificar los criterios de solución.
- Escritura de reportes.
- Colaborar, organizar y planear el proceso de trabajo.
- Administrar proyectos.
- Administrarse de manera personal.

Este trabajo tiene como objetivo el presentar los resultados de la implementación de la técnica POL en la materia de Diseño de Sistemas (Is 95 881) y Práctica de Diseño de Sistemas (Is 95 882) para los alumnos de la carrera de Ingeniero Industrial y de Sistemas en el ITESM, Campus Guadaluajara. A su vez el trabajo muestra las adecuaciones hechas a la materia de manera que esta técnica educativa pudiera ser introducida para lograr el aprendizaje basado en un proyecto.

## 2. Metodología.

La técnica de POL requiere la definición de un proyecto integrador que permita que el alumno comprenda los contenidos de la materia a través de la solución de un problema, a la vez que busca las aplicaciones de este conocimiento y lo interioriza de una mejor forma. Los objetivos de las materias donde se hizo la implementación son los siguientes:

- Diseño de Sistemas (Is 95 881) [4]:  
"Examinar detalladamente e integrar conocimientos sobre procesos de diseño con el fin de desarrollar en el estudiante habilidades para diseñar sistemas en base a metodologías apropiadas con un enfoque participativo e interdisciplinario."
- Práctica de Diseño de Sistemas (Is 95 882) [5]:  
"Desarrollar habilidades de diseño a través de grupos de trabajo, de tal manera que los estudiantes sean capaces de proponer alternativas de solución estructuradas en el contexto de diferentes situaciones problemáticas relevantes a la Ingeniería Industrial y de Sistemas."

Al ser estas materias terminales en el área de Sistemas para los alumnos de la carrera de ingeniero Industrial y de Sistemas, se aprovechó esto para hacer una integración de los conocimientos adquiridos por los alumnos a lo largo de su carrera de manera que se pueda lograr el desarrollo de un producto tangible. En estas materias se dio un giro importante hacia el diseño de Sistemas Duros en donde el alumno tiene la oportunidad de desarrollar un dispositivo desde el concepto y al término del semestre finalizar con la Ingeniería del mismo (dibujos, listado de partes, etc.) A su vez se respetó la esencia de las materias pero su estructura cambió de manera que se cumpliera con lo siguiente:

- **Materia de apoyo al proyecto:** esta materia es Diseño de Sistemas y su objetivo es establecer las bases teóricas para poder llevar a cabo el proyecto.
- **Materia de proyecto:** esta materia corresponde a Práctica de Diseño de Sistemas y su objetivo es lograr que los alumnos aprendan los contenidos de la materia por medio del desarrollo de un proyecto, esto de manera grupal.

La estrategia global de ambas materias para poder cumplir con un proyecto integrador se estableció como sigue:

“El curso está basado en el uso de la técnica educativa POL para lograr una integración de los conceptos vistos a lo largo del semestre en un proyecto integrador que permita a los alumnos conocer el proceso de diseño de productos. La materia busca que los alumnos conozcan el proceso de desarrollo de Sistemas Duros y al ser una materia del área terminal en el área de Sistemas, hace uso tanto de los conocimientos adquiridos en las áreas de Manufactura, Mecánica y Sistemas Suaves para lograr la planeación de un proyecto integrador que permita visualizar las relaciones entre los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.”

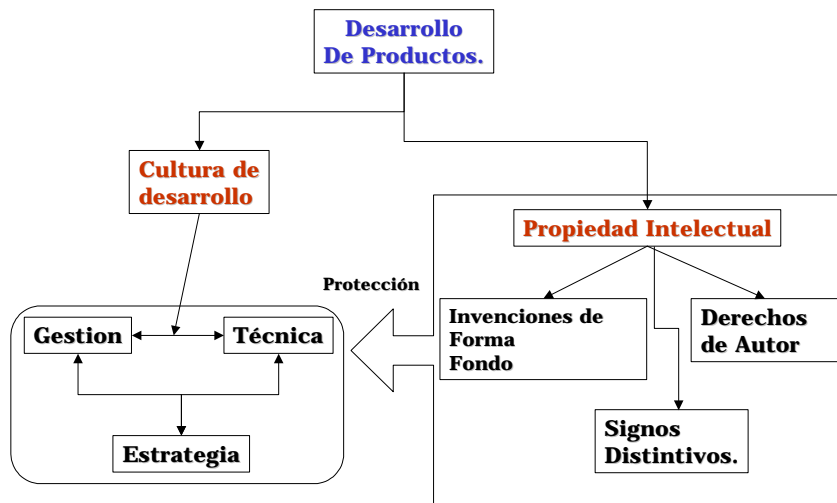
En el caso de la materia de Diseño de Sistemas, que es una materia de apoyo, se dividieron los temas en 3 secciones que apoyan la creación de una cultura de desarrollo de productos; que son la Gestión, la Técnica y la Estrategia, las cuales se explican a continuación:

- **Gestión:** Este elemento comprende la administración de los grupos multidisciplinarios en los cuales participarán personal con diversos conocimientos que deberán integrarse para la innovación tanto de productos como de procesos. Para lograr lo anterior, los sistemas de información son fundamentales ya que los procesos de diseño en la actualidad requieren de rapidez y eficiencia y a través de estos sistemas el flujo de información ocurre de una manera rápida y precisa. Para poder llevar a cabo una adecuada gestión de proceso de diseño se requiere del uso de una metodología sistémica que permita apreciar los diversos elementos que integran el proceso; el medio ambiente en el cual se desarrollará el producto, la integración de las personas que trabajarán en el proceso, los espacios que el diseño debe cubrir, el ensamble de los diversos sistemas que conforman el producto, los materiales, etc. En la mayoría de los casos este elemento es crítico para llevar a cabo el proceso de diseño ya que muchos de los problemas actuales en el diseño son de tipo administrativo y no necesariamente técnico. Una buena Gestión puede dar una ventaja competitiva en desarrollo de productos con respecto a la competencia.
- **Técnica:** Este elemento comprende los conocimientos técnicos que deben estar contenidos en el personal que participa en el proceso de diseño. El personal posee conocimiento de técnicas relacionadas con Costos, Ingeniería Mecánica, Control de Calidad, Ingeniería Industrial, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Química, etc. Los desarrollos generados por el personal pertenecen al área de las invenciones ya que son creaciones técnicas las cuales se evalúan desde el punto de vista técnico, pero se requiere que estas invenciones puedan ser traducidas a innovaciones las cuales ya adquieren un valor económico. Para lograr lo anterior es muy importante el entender que es clave el elemento técnico, pero si este no es combinado con otros elementos como la mercadotecnia y los costos, los desarrollos obtenidos tendrán un alto valor técnico pero no necesariamente el valor comercial requerido. La aplicación y uso del conocimiento técnico sigue una secuencia metódica; esta secuencia en conjunto con tecnología de información permite lograr diseños más rápidos los cuales podrán incorporar tecnología de punta.
- **Estrategia:** Adicionalmente el elemento de Gestión y Técnica se requiere el elemento estratégico el cual direcciona los esfuerzos de diseño. La realización de un proceso de desarrollo de productos en muchas ocasiones es una labor altamente costosa y es muy importante que estos esfuerzos se aprovechen de una manera adecuada. En ocasiones a partir de un producto desarrollado puede obtenerse toda una familia de productos orientados a diferentes segmentos de mercado, como ejemplo pueden apreciarse las computadoras, las cuales poseen elementos que dan como resultado una configuración básica y a través de la combinación de otros elementos puede obtenerse computadoras con un costo más alto las cuales poseen funciones adicionales (DVD, quemadoras de CD, monitores de muy alta resolución.) El aprovechar los esfuerzos de diseño es una parte estratégica que la compañía debe aprovechar para poder generar familias de productos que permitan atacar diferentes segmentos de mercado o penetrar en mercados donde los competidores tienen bien posicionado un producto.

Tomando como referencia todo lo anterior el modelo conceptual de la materia de Diseño de Sistemas se muestra la Figura 1; a su vez los temas de la materia se muestran en la tabla 1.

<b>Tema</b>	<b>Sección</b>
1. Introducción al Diseño de productos y Servicios.	General.
2. La diferencia entre Ciencia y Tecnología.	General.
3. Paquete Tecnológico.	Gestión.
4. Portafolio Tecnológico.	Gestión.
5. Ingeniería Concurrente.	Gestión.
6. El rol y la operación de la Administración de Productos.	Gestión.
7. Ingeniería de Diseño: la teoría de sistemas aplicada al desarrollo de productos.	Técnico.
8. Los Materiales y sus Propiedades.	Técnico.
9. Ajustes y Tolerancias Geométricas.	Técnico.
10. Análisis de Tensiones.	Técnico.
11. El Poder de la Plataforma de productos.	Estrategia.
12. Administración de Plataformas de productos.	Estrategia.
13. Estrategia de plataforma de productos.	Estrategia.
14. Elegancia de Productos a través de diseños compuestos.	Estrategia.
15. Organización para la renovación de productos.	Estrategia.
16. Patentes.	Gestión.
17. Modelos de utilidad.	Gestión.
18. Diseños industriales.	Gestión.
19. Secretos Industriales.	Gestión.
20. Marcas, Avisos y Nombres comerciales.	Gestión.
21. Denominación de Origen.	Gestión.
22. Convenios Internacionales de Propiedad Intelectual.	Gestión.

**Tabla 1.** Contenidos de la materia de Diseño de Sistemas.

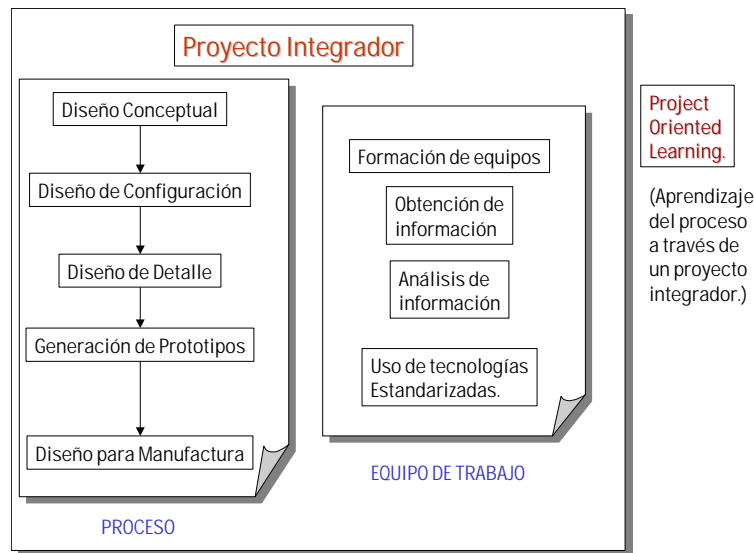


**Figura 1.** Modelo conceptual materia de Diseño de Sistemas.

En la materia de Práctica de Diseño de Sistemas, en la cual se lleva a cabo el proyecto, se encuentra estructurada de manera que permita a los alumnos vivir las diferentes etapas del proceso de diseño de productos; la Figura 2 muestra su modelo conceptual. Los temas propios del proyecto que se tocan en esta materia se muestran en la Tabla 2.

<b>Tema</b>	<b>Aplicación.</b>
1. Planeación del Proyecto.	Proyecto.
2. QFD (Quality Function Deployment)	Proyecto.
3. Generación de perfiles tecnológicos a partir de la información contenida en las patentes.	Proyecto.
4. Selección de conceptos de diseño.	Proyecto.
5. Estudio de los principios físicos y químicos del funcionamiento del producto.	Proyecto.
6. Desarrollo de la Ingeniería del producto a través del programa Mechanical Desktop Ver. 6.0	Proyecto.

**Tabla 2.** Contenido de la materia de Práctica de Diseño de Sistemas.



**Figura 2.** Modelo conceptual de la materia de Práctica de Diseño de Sistemas.

En la materia de Práctica de Diseño de Sistemas se sigue la siguiente secuencia de pasos que permite orientar el trabajo de los alumnos en su proyecto:

1. Entendimiento del problema.
  - 1.1. Búsqueda de información acerca de las formas de solución previas.
  - 1.2. Análisis del estado del arte en el campo del problema a resolver.
  - 1.3. Elaboración del plan de trabajo del proyecto.
2. Estructuración del problema.
  - 2.1. Documentación de especificaciones.
  - 2.2. Propuestas de soluciones factibles.
  - 2.3. Búsqueda de proveedores para diferentes componentes.
  - 2.4. Bosquejos de componentes.
  - 2.5. Cálculo de componentes.
3. Diseño de detalle.
  - 3.1. Elaboración de dibujos con tolerancias.
  - 3.2. Desarrollo de esquemas de producción.
4. Desarrollo del manual de uso del producto.
5. Documentación de todo el proceso.

Un elemento sumamente importante es la forma de evaluación de las materias: cada una de ellas es independiente en su calificación (en el plan 95 de IIS) de forma que un alumno puede pasar ambas materias, reprobando ambas o reprobando alguna de ellas. En el plan 2000 de IIS, ambas materias se fusionan en una sola lo que facilita su evaluación debido a que por cuestiones de horarios, los alumnos pueden encontrarse con diferentes compañeros en ambas materias a la vez que sus horarios son diferentes. Debido a lo anterior los esquemas de evaluación de cada una de las materias es el siguiente:

- **Diseño de Sistemas:**

*Calificaciones parciales.*

- Examen. 85%
- Tareas y casos 15%

*Calificación final.*

- Calificaciones parciales. 70%
- Examen final. 30%

- **Práctica de Diseño de Sistemas.**

La calificación de la materia se obtendrá a través de revisiones del proyecto, las cuales deberán tener las siguientes características.

- Se hará en procesador de palabras con una excelente presentación.
- Los dibujos necesarios se harán en AutoCAD o Mechanical Desktop.
- El trabajo contendrá una portada con los integrantes del equipo y sus respectivas matrículas, los cuales no deberán ser mayores a 5 integrantes.
- En caso necesario, copias de especificaciones de proveedores de partes investigadas.
- Cálculos perfectamente explicados y con una secuencia de solución lógica.

Se califica en cada parcial lo que se muestra en la *Tabla 3*.

<b>Punto</b>	<b>%</b>
1. Presentación del trabajo, este debe incluir un índice.	20%
2. Cálculos requeridos para el avance de la etapa del proyecto.	20%
3. Explicaciones y calidad de dibujos utilizados.	20%
4. Investigaciones realizadas para sustentar las soluciones alcanzadas.	20%
5. Profundidad de la solución.	20%

**Tabla 3.** Ponderaciones de los elementos a evaluar en cada uno de los parciales de la materia de Práctica de Diseño de Sistemas.

*Fechas de revisión de proyecto:*

- Las fechas serán establecidas en la semana en que tendrán sus exámenes parciales.
- El día del examen final se hará la presentación por equipo de los resultados. Cada equipo dispondrá de 10 minutos de presentación y 20 de preguntas y respuestas por los participantes.

*Ponderación de la calificación Final:*

- Parciales: 40%
- Final: 60%

*Requerimientos mínimos del trabajo final.*

El trabajo final debe contener lo siguiente:

- Estudio de necesidades del consumidor que incluye:
  - QFD.
  - Interpretación de los resultados de la matriz.
  - Fuentes consultadas.
- Información técnica acerca del problema.

- Especificaciones del problema.
- Configuraciones seleccionadas, las cuales deben contener lo siguiente:
  - Cálculos.
  - Selección de sistema de transmisión de movimiento (**si esto aplica.**)
  - Dibujo de la configuración seleccionada.
- Diseño de las flechas, lo cual incluye (**si esto aplica**):
  - Cálculos de cada flecha, con suposiciones y cálculo detallado paso por paso.
  - Baleros para cada flecha.
  - Croquis de cada flecha con los diámetros ajustados.
- Dibujo de ensamble.
- Dibujo de cada pieza requerida en el diseño. Estos dibujos, al igual que el dibujo de ensamble deberá ser hechos en Mechanical Desktop, con excelente calidad técnica (para esto consulte libros de dibujo técnico, los croquis no serán aceptados.)
- Listado de materiales con Número de pieza, descripción, cantidad.
- Documentación del proceso realizado (esto es documentar los pasos que siguieron como equipo para resolver el problema.)
- Documentación del trabajo realizado por los alumnos integrantes del equipo de manera personal, esto será verificado por el profesor. En caso de falsedad de información todo el equipo será reprobado en el semestre.

*Forma de evaluación.*

La evaluación final del proyecto se realiza de acuerdo a los parámetros de la Tabla 4.

<b>Elemento</b>	<b>Puntuación</b>
1. Presentación oral (Conocimiento técnico de cada integrante).	15%
2. Dibujos (calidad de los mismos, detalles técnicos e información completa).	40%
3. Documentación de proceso realizado.	5%
4. Secuencia y explicación de los diversos elementos que integran el contenido del trabajo.	10%
5. Integración del trabajo completo, esto es, debe ser un documento con un solo estilo.	15%
6. Originalidad del trabajo y aportación de los integrantes.	15%

**Tabla 4.** Ponderaciones del Proyecto final de la materia de Práctica de Diseño de Sistemas.

Con base a todo lo anterior, el profesor evalúa de manera individual la materia de Diseño de Sistemas y de manera grupal en la materia de Práctica de Diseño de Sistemas, donde cada alumno es responsable de la evaluación total de su equipo de tal forma que si algún integrante del equipo no se encuentra trabajando es su responsabilidad hacer una reclamación directa o en caso extremo avisar todo el equipo al profesor antes de finalizar el curso para evitar que todo el equipo vaya a reprobado el semestre. Esta política ha funcionado muy bien; ha hecho a los integrantes muy responsables de su desempeño y ha evitado que algunos alumnos se valgan del trabajo de sus compañeros para pasar la materia ya que el trabajo debe contener el equivalente a las siguientes horas-hombre:

$$5 \text{ alumnos/equipo} * 16 \text{ semanas} * 3 \text{ horas/semana} = \underline{240} \text{ horas-alumno/ equipo.}$$

### 3. Resultados y Discusión.

En esta materia se ha venido utilizando la técnica POL desde el semestre 2001-02 y hasta la fecha ha dado muy buenos resultados. Los alumnos comentan que a través de este esquema de aprendizaje muchos de los conocimientos que vieron en su carrera y a los cuales no les encontra-



ban una utilidad práctica inmediata como fueron las materias de Mecánica y algunos temas de Física les encontraron una aplicación en la realidad y entendieron muchos conceptos que en esas clases no habían quedado claros. Los proyectos a resolver en los diferentes semestres fueron los siguientes:

- **Semestre 2001-02.**

La ingeniería de reversa es un proceso que toma un producto existente, evalúa sus funciones, mide sus partes y basándose en los resultados existentes mejora los problemas en el producto incorporando funciones mejoradas y aprovechando la tecnología ya probada y del dominio público, para después crear la base de datos de CAD necesaria para reproducirlo. El siguiente problema puede utilizarse como proyecto de ingeniería inversa. Utilice los equipos de medición necesarios para tomar las mediciones. Consulte los catálogos de los fabricantes para especificar piezas estándares, tales como cojinetes y sujetadores. Para cada proyecto se necesita lo siguiente:

1. Desarmar, medir y trazar el croquis de cada pieza.
2. Crear los modelos o dibujos de ingeniería de cada pieza no estándar, con dimensiones.
3. Especificar las piezas estándar, utilizando para ello los catálogos de ingeniería.
4. Crear un dibujo de ensamble con una lista de piezas.
5. Crear un informe escrito que resuma el proyecto, indique que ventajas y desventajas del producto en el que se haya realizado la ingeniería inversa, comentarios sobre la facilidad de servicio del producto, y recomendaciones para cambiar el diseño, en especial aquellas que están relacionadas con los principios del Diseño para Manufactura.

El producto será:

***Batidora eléctrica manual.***

Durante este semestre los alumnos desarrollaron cuestionarios para conocer las necesidades de los clientes en el uso de una **batidora**, se analizaron patentes y se descubrió mucha tecnología del dominio público que puede ser incorporada a batidoras actuales. Adicionalmente los alumnos analizaron diversas marcas de batidoras, realizaron estudios técnicos, compararon precios, buscaron proveedores y realizaron su diseño; cada equipo terminó el semestre con los dibujos de las partes individuales del producto y su dibujo de ensamble. Cabe mencionar que el autor ya ha impartido esta materia mucho antes del uso de esta técnica y al momento de su aplicación sus evaluaciones por parte de los alumnos mejoraron drásticamente.

- **Semestre 2002-01.**

La ingeniería de reversa es un proceso que toma un producto existente, evalúa sus funciones, mide sus partes y basándose en los resultados existentes mejora los problemas en el producto incorporando funciones mejoradas y aprovechando la tecnología ya probada y del dominio público, para después crear la base de datos de CAD necesaria para reproducirlo. El siguiente problema puede utilizarse como proyecto de ingeniería inversa. Utilice los equipos de medición necesarios para tomar las mediciones. Consulte los catálogos de los fabricantes para especificar piezas estándares, tales como cojinetes y sujetadores. Para cada proyecto se necesita lo siguiente:

6. Desarmar, medir y trazar el croquis de cada pieza.
7. Crear los modelos o dibujos de ingeniería de cada pieza no estándar, con dimensiones.
8. Especificar las piezas estándar, utilizando para ello los catálogos de ingeniería.
9. Crear un dibujo de ensamble con una lista de piezas.
10. Crear un informe escrito que resuma el proyecto, indique que ventajas y desventajas del producto en el que se haya realizado la ingeniería inversa, comentarios sobre la facilidad de servicio del producto, y recomendaciones para cambiar el diseño, en especial aquellas que están relacionadas con los principios del Diseño para Manufactura.

El producto será:

***Plancha eléctrica de vapor.***

Al igual que el semestre pasado los alumnos estudiaron este aparato y analizaron los principios físicos de funcionamiento de una plancha, la cual es un aparato en principio bastante simple. Los alumnos de la carrera de IIS encontraron sentido a la Ley de Ohm que estudiaron en Física y a los

principios de la termodinámica. Cabe hacer mención que una vez más las evaluaciones de estos grupos fue bastante buena.

- **Semestre 2002-02.**

Para este semestre se realizará el siguiente proyecto:

**Estación de trabajo casera.** Diseñar una estación de trabajo casera que de cabida de manera adecuada los siguientes artículos:

- Computadora con monitor de 16 pulgadas.
- Teléfono.
- Fax.
- Máquina fotocopidora de tamaño personal.

La estación de trabajo deberá tener al menos dos gavetas para archivero, una gaveta para implementos de oficina y un espacio para el papel de trabajo. Debe ser diseñada para ser cómoda y funcional de acuerdo al espacio que especifique y al segmento económico seleccionado.

*Que se espera del proyecto:*

- Se espera que el equipo de trabajo defina las dimensiones en donde se va a colocar la estación de trabajo.
- Que la estación de trabajo sea desarmable.
- Se defina el segmento de mercado al que va dirigido.
- El tipo de madera o aglomerado a utilizar.
- Todas las partes requeridas para su construcción.
- Dibujos de todas las partes y ensamble del mismo.
- Costeo del producto.

Este proyecto, al momento de escribir este trabajo aún no se implementa, pero el producto es algo que los alumnos pueden estudiar y conocer su funcionamiento como sistema. Existe una gran cantidad de información de herrajes y partes comerciales que los alumnos pueden utilizar para realizar el proyecto, a la vez que deberán comenzar primero por definir en que tipo de espacio este será colocado ya que es casero.

#### **4. Conclusiones.**

La técnica de POL es un excelente medio para que los alumnos de los últimos semestres de las carreras de Ingeniería logren un mejor entendimiento de los conceptos expuestos en las materias a lo largo de su carrera. La planeación de proyecto es crítico para que los contenidos sean empatados con el proyecto y se logren los aprendizajes esperados en las materias, a la vez que el trabajo durante el semestre es lo suficiente retador para los alumnos.

Cabe hacer mención que aún cuando los alumnos mencionan que el proyecto representa una buena carga de trabajo, terminan el semestre satisfechos por los resultados obtenidos y los aprendizajes logrados. El problema que se puede presentar en esta materia a medida que la cantidad de grupos va siendo mayor que esta pueda ser impartida por profesores que no tienen conocimiento de la técnica educativa y los alumnos noten diferencias significativas en los modos de aprender estos temas. Para aminorar lo anterior se recomienda un esquema de clases magistrales donde entren un número grande de alumnos a tomar la parte teórica de la materia y profesores auxiliares que auxilien en los equipos en la realización de su proyecto siguiendo el esquema del POL.

#### **5. Referencias.**

- [1] <http://cite.gda.itesm.mx/cite/extra/ie/information/scontent/index.html>. "Investigación Educativa, CITE ITESM Campus Guadalajara".
- [2] Kolmos, Anette. (1996) "Reflections On Project Work and Problem-Based Learning", European Journal of Engineering Education, Vol. 21, No. 2, pp. 141- 148.
- [3] Ibid.
- [4] <http://www.sistema.itesm.mx/va/Sinteticos/Analiticos/Is95881.html>. "Programa Analítico de la Materia de Diseño de Sistemas Is 95 881".
- [5] <http://www.sistema.itesm.mx/va/Sinteticos/Analiticos/Is95882.html>. "Programa Analítico de la Materia de Práctica de Diseño de Sistemas Is 95 882".

# DESARROLLO DE INDICADORES COMO BASE PARA UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. CASO DE ESTUDIO: TALLER MECANICO AUTOMOTRIZ.

Deyanira Martínez V., Martín H. Bremer B.

En el presente trabajo se presenta una guía de indicadores base de un Sistema de Administración para el Desarrollo Sostenible (SADS) en la pequeña y micro industria. Un SADS, es un ciclo continuo de planeación, implementación, revisión y mejora de las acciones que una organización realiza para alcanzar la cultura de sostenibilidad. Dentro de cada área del desarrollo Sostenible se definen diferentes aspectos y cada aspecto comprende un grupo de indicadores. Entonces se define un primer grupo de indicadores ambientales, un segundo de indicadores económicos y un tercero de indicadores sociales. Los indicadores, ayudan a medir el progreso hacia la sostenibilidad en los negocios; constituyen una herramienta en la toma de decisiones para la evaluación del desempeño y el inicio de actividades de mejora.

Se presenta un esquema general de cuatro niveles de avance hacia el Desarrollo sostenible y este trabajo se enfoca en el primer nivel que se define como “La utilización de Indicadores de desempeño que requieran poca inversión económica y de pocos conocimientos especializados para su aplicación en la industria”, que permitan identificar las principales rutas de acción para iniciar un programa de actividades que lleven a la empresa a mejorar su rentabilidad, con responsabilidad social y conciencia ambiental.

Este trabajo concentra su enfoque a una empresa que es de nivel 1 y además es de tamaño pequeña o micro. El objetivo general del SADS es introducir al empresario de la micro y pequeña empresa a una cultura de sostenibilidad, con la cual se mejora la rentabilidad económica del negocio, integrando el desempeño ambiental y social mediante el uso de indicadores de desempeño y con el apoyo de un asesor externo. Se presenta como aplicación un manual dirigido al giro de Talleres de Servicio Automotriz y se incluye un caso de estudio.

Palabras Clave: Indicadores de sostenibilidad, Desarrollo Sostenible, Pequeña y Micro Industria, Sistema de Administración.

## 1. Introducción

**Administración Ambiental y Desarrollo Sostenible.** Actualmente las grandes empresas han integrado los aspectos ambientales mediante sistemas de certificación ambiental como por ejemplo el ISO 14000. Dentro de este contexto un **Sistema de Administración Ambiental (SAA)** es un “Conjunto coherente de medidas /acciones con referencia a la política, control de procesos, organización y administración, dentro de una empresa, con el propósito de identificar, controlar y reducir el impacto sobre el medio ambiente para lograr: Mantener el cumplimiento ambiental, Mejorar el desempeño ambiental y Reducir los riesgos ambientales.” [ 1]

De acuerdo al Reporte Bruntland, se entiende por **Desarrollo Sostenible** lo siguiente: "Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades". Se define la ecoeficiencia con el enunciado del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible: "la **Ecoeficiencia** es alcanzada a través de la producción de bienes y servicios a precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y que generen una calidad de vida mientras que progresivamente reduzcan los impactos ambientales y la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida. Esto a un nivel al menos en línea con la capacidad estimada de soporte del planeta." [ 2]

Existen algunos modelos que explican la integración de los diferentes elementos, aquí tomamos como referencia el modelo Bremer-Guerra [ 3] que considera un modelo que integra el desarrollo sostenible, la ecoeficiencia y los sistemas de administración ambiental, para dirigir a la sociedad hacia el desarrollo sostenible, pero sin afectar negativamente de modo drástico a las economías globales ni locales. Este modelo considera que a través de la herramienta de los Sistemas de Administración Ambiental (SAA), que aseguran la implementación de la ecoeficiencia en el desarrollo de sus actividades, productos y servicios en el mediano plazo y direccionan a las organizaciones hacia la sostenibilidad en la planeación estratégica en el largo plazo, para que puedan enfrentar los retos que trae consigo la globalización del medio ambiente. [ 3]Este modelo presentado es un camino a seguir, para la transición de la economía actual que esta en desequilibrio al desarrollo sostenible.

De todas formas la implementación de SAA en empresas mexicanas se encuentra en una etapa inicial, es decir que son pocas las empresas que han empezado a realizar iniciativas de este tipo. Y la implantación de estos sistemas en empresas de tamaño pequeño y micro está todavía muy lejos de ser una realidad en nuestro país, ya que en este tipo de empresas no se cuenta con los recursos económicos ni humanos necesarios para iniciar los programas de certificación ambiental. A continuación se presentan algunos sistemas y programas que fungieron como punto de referencia para este trabajo.

**Sistemas de Administración Ambiental en pequeñas y medianas empresas en Estados Unidos.** En el estado de Michigan, en Estados Unidos, se ha desarrollado una guía para facilitar el desarrollo de un Sistema de Administración Ambiental (SAA) en empresas pequeñas y medianas, que sigue el modelo de los estándares de ISO 14000. [ 4]Aunque la situación socioeconómica y tecnológica de las empresas en Estados Unidos es muy diferente a las empresas en México, esta guía se considera como referencia ya que muestra algunos casos específicos implementados y expone un panorama de consideraciones que aplican a una organización o empresa por ser de un tamaño mediano o pequeño.

**Aplicación de los principios de la ecoeficiencia en Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) de América Latina.** El Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible de América Latina ha generado un reporte de casos de pequeñas y medianas empresas que han aplicado los principios de la ecoeficiencia. La fórmula que el sector empresarial ha encontrado y que mejor resume su participación en la construcción de un futuro sostenible se centra en el concepto de Ecoeficiencia. Así, la ecoeficiencia se convierte en una estrategia de costos que permitirá mayores rendimientos económicos a la vez que garantiza mayor responsabilidad ambiental y social. [ 5]El reporte presenta una selección de casos de diferentes PYMES de países latinoamericanos, que proponen soluciones ecoeficientes: mejoran el rendimiento económico mientras disminuyen el impacto negativo sobre el medio ambiente y la sociedad a la que pertenecen.

**Programas de Asesoría Ambiental en Monterrey N.L.** Fomento a la Cultura Ecológica (FOMCEC) es un programa que pertenece a una asociación civil que tiene como misión promover el respeto a la naturaleza y la protección del medio ambiente. FOMCEC ha iniciado un programa dirigido a micro y pequeña industria en Monterrey N.L., que consiste en proporcionar asesoría a la micro y pequeña empresa en materia ambiental. Los giros con los que ha trabajado son imprentas y talleres de

torno. La intención de este programa de asesoría es introducir al empresario de la micro empresa en una cultura de prevención de la contaminación en su negocio, de tal forma que pueda aplicar prácticas de minimización de residuos que puedan generar ahorros en su empresa así como el cumplimiento de la legislación mexicana en el ámbito ambiental. Debido a que el volumen de materia prima utilizada y por lo tanto de residuos generados es muy poco, no se le ha dado la importancia ambiental al manejo de estos residuos, sin embargo la peligrosidad e impacto ambiental que pueden producir por el mal manejo, puede ser considerable, tomando en cuenta el número de pequeñas y micro industrias activas en la ciudad. [ 6]

**Programas de Seguridad y Medio Ambiente.** El reglamento de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de trabajo contiene medidas de seguridad que deben ser observadas en los centros de trabajo, para protección de los empleados así como para el cumplimiento de las disposiciones por parte de las entidades de gobierno. Es muy importante considerar los programas o actividades que la secretaría del trabajo promueve en las pequeñas y micro industrias actualmente y las facilidades que las mismas cuentan para la implantación de los mismos. [ 7]

**Preocupación Ambiental de los Talleres mecánicos en Estados Unidos.** En el giro de los talleres mecánicos de servicio en Estados Unidos se ha desarrollado todo un programa de apoyo patrocinado por una asociación que se llama "Coordinating Committee for Automotive Repair". (CCAR). Dentro de los apoyos está una guía para los dueños de los talleres. Esta guía resalta a los dueños de talleres las diferentes regulaciones ambientales a nivel federal en los Estados Unidos que deben de cumplir dependiendo de las actividades que se realizan en el taller. Explica los aspectos básicos de un programa ambiental que sean entendibles al responsable del taller. [ 8] Es necesario considerar la información que aplica al contexto de los talleres mecánicos en México y considerar también la regulación existente que aplica a este giro. Otro aspecto importante es que las autoridades ambientales en nuestro país no han contado con la infraestructura necesaria para atender a las organizaciones o negocios pequeños.

**Programa del Centro Regional para la Competitividad Empresarial en Monterrey Nuevo León. (CRECE).** El programa CRECE en Nuevo León esta colaborando para la atención de talleres automotrices, promoviendo y apoyando la adecuación de instrumentos de diagnóstico y capacitación. Según información presentada por CRECE, la situación actual para los talleres automotrices independientes se puede sintetizar en los siguientes puntos: el avance tecnológico está haciendo cada vez más amplia la brecha tecnológica, por consecuencia, reduciendo la viabilidad de los talleres automotrices independientes: tienen un acceso limitado a programas de apoyo, falta de una orientación de los apoyos a MPYMES (Empresas Micro pequeña y mediana) para enfrentar efectivamente a talleres automotrices, y se confrontan ante una problemática que los va rezagando en materia de capacitación de personal, información técnica, sistemas y administración, capacidad financiera y de negociación, entre los principales.

**Objetivo General.** El objetivo general del trabajo es desarrollar indicadores como base de un Sistema de Administración para el Desarrollo Sostenible (SADS) que puedan ser utilizados por el empresario de la pequeña y micro industria mexicana y que le permitan identificar la forma de integrar el desempeño ambiental al desarrollo económico y social de su empresa.

#### **Objetivos Específicos**

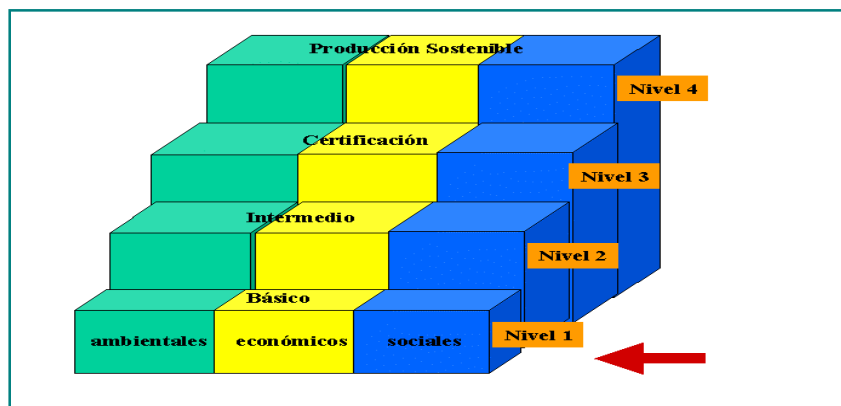
- (a) Desarrollar indicadores como base de un Sistema de Administración para el Desarrollo Sostenible (SADS) que pueda aplicarse en la micro y pequeña industria en México.
- (b) Elaborar una guía de indicadores como base de un SADS que pueda ser utilizado por los propietarios de los talleres mecánicos con la colaboración de un asesor externo.

**Importancia del tema.** La importancia de trabajar con micro y pequeñas industrias radica en que se trata de un sector que en cuestión de protección al ambiente no ha sido atendido en el pasado y que en su mayoría carece de información, agravándose la situación debido a la cantidad de estas empresas que existen. Las micro y pequeñas industrias son en su mayoría negocios familiares que están ubicados dentro de zonas habitacionales; esto ocasiona que las descargas vayan al suelo o al alcantarillado, generalmente sin ningún tratamiento y los desechos sean recogidos por el servicio de recolección de basura municipal. En general, los desechos son tratados como si fueran exclusivamente residuos domiciliarios, contaminando agua y suelo que en pequeñas cantidades distribuidas por toda el área metropolitana tienen un efecto negativo considerable.

La importancia social y económica de este sector radica en que es una fuente muy importante de empleo en nuestro País. De acuerdo al Censo económico del INEGI de 1999, del sector manufacturero el 95.1 % de las empresas son de tamaño micro y representan el 25.5% del personal ocupado, el 2.8 % de las empresas son de tamaño pequeño y representan el 11.8% del personal ocupado. Para el sector de establecimientos comerciales el 94.4% son empresas micro y representan el 57.8% del personal ocupado, el 4% son empresas pequeñas y representan el 14.9 % del personal ocupado. Y para establecimientos de servicios el 97.6 % son empresas micro que representan el 56.7 % de personal ocupado y 1.6% son empresas pequeñas que representan el 10.2% del personal ocupado. [ 9] Un estimado de Asesoría Dinámica a Micro Empresas (ADMIC) [ 10] indica que operan 35,000 microempresas en el área metropolitana de Monterrey.

## 2. Metodología

La metodología de esta investigación consistió, como primer paso, en la definición de un esquema que integra las diferentes áreas del desarrollo sostenible y supone 4 niveles de avance hacia la sostenibilidad en una empresa. Como segundo paso, la metodología considera la definición de indicadores de desempeño que pretenden abarcar todos los diferentes giros y tamaños de industrias y crear una consciencia de sostenibilidad. Cada nivel de desarrollo comprende la utilización de un grupo de indicadores dentro de cada área: económica, ambiental y social. El enfoque del presente trabajo se concentra en el "Nivel 1", que se define como "Indicadores de desempeño que requieran poca inversión económica y de pocos conocimientos especializados para su aplicación en la industria", que permitan identificar las principales rutas de acción para iniciar un programa que lleve a la empresa a mejorar su rentabilidad, con responsabilidad social y conciencia ambiental. El nivel 2 y el 4 fueron desarrollados por otros dos trabajos de tesis (Bermudez S, 2001, y Garza A, 2002). El nivel 3 contempla la certificación de un sistema por organismos nacionales o internacionales establecidos.



**Figura. 1.** Esquema general que integra las áreas del desarrollo sostenible y supone 4 niveles de desarrollo de una empresa. [ 11]

Se tomó como base, un análisis realizado por Bermúdez S. 2001, Martínez D. 2001, y Garza A. 2002, de los indicadores que actualmente manejan diferentes organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible (“World Business Council for Sustainable Development, WBCSD”) entre otros. Para concluir el análisis se seleccionaron un grupo de indicadores generales que aplican a la situación de las empresas mexicanas.

Se consideran algunos elementos de otros organismos que han utilizado diferentes herramientas o modelos para integrar las diferentes áreas del Desarrollo Sostenible como la GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ), con su herramienta de Administración de Costos ambientales y los estándares de ISO 14000 con su modelo de Administración Ambiental basado a su vez, en el modelo de mejora continua.

Para la definición de los indicadores de nivel 1 se consideran también las características de la pequeña y micro industria mexicana, cuyo modelo de Administración generalmente omite por completo los aspectos ambientales de una organización.

### **3. Resultados y discusión**

De acuerdo al WBCSD (World Business Council for Sustainable Development), un **indicador** es una medida específica de un aspecto individual que puede ser utilizada para dar seguimiento al desempeño. [ 12] Los indicadores, ayudan a medir el progreso hacia la sostenibilidad en los negocios; constituyen una herramienta en la toma de decisiones para la evaluación del desempeño, para el establecimiento de objetivos y el inicio de medidas de mejora.

En este trabajo se obtiene la definición de los indicadores base, es decir, que los indicadores son el eje central de un Sistema de Administración para el Desarrollo Sostenible (SADS), que pueda ser utilizado por el empresario de la pequeña y micro industria mexicana y que le permita identificar la forma de integrar el desempeño ambiental al desarrollo económico y social de su empresa. El SADS se fundamenta en el modelo general de mejora continua: “planear, implementar, verificar, mejorar”. Un Sistema de Administración para el Desarrollo Sostenible, es entonces un ciclo continuo de planeación, implementación, revisión y mejora de las acciones que una organización realiza para alcanzar la cultura de sostenibilidad. La definición de los indicadores de nivel 1 es clara, sencilla y permite tomar conciencia de la importancia y relevancia de considerar el indicador en cuestión. Los indicadores definidos para el nivel 1 son para aplicarse en una empresa que anteriormente no ha considerado en lo absoluto la integración de aspectos ambientales a sus operaciones, es decir que comienza de cero y el dueño requiere detectar cuáles son los aspectos prioritarios que aplican a su empresa. El presente trabajo se enfoca todavía un poco más a una empresa que es de nivel 1 y además es pequeña o micro industria, por lo que se consideran en la definición de los indicadores las características de este sector en particular. Los indicadores aquí definidos se pueden utilizar en cualquier giro de pequeñas y micro industrias de nuestro País, ya que éstos se ubican en el contexto de la situación socioeconómica y tecnológica de las empresas mexicanas.

**El objetivo general del SADS.** El objetivo general del SADS es introducir al empresario de la micro y pequeña empresa a una cultura de sostenibilidad, con la cual se mejora la rentabilidad económica del negocio, integrando el desempeño ambiental y social mediante el uso de indicadores de desempeño y con el apoyo de un asesor externo.



**Realización de una guía por giro industrial.** La identificación de los aspectos ambientales, económicos y sociales se realiza por un asesor externo tomando como base la lista de indicadores generales aquí presentados, ubicando los que son aplicables para un giro industrial específico y realizando una guía o manual de implementación para el mismo. Esta guía debe contener la definición particular de los indicadores para el giro industrial en cuestión.

La intención de realizar una guía o material dirigido por giro industrial es facilitar la tarea de asesoría y capacitación a través de un esquema que involucra a un organismo o asociación externa que proporciona apoyo a la micro y pequeña industria. Esto es debido a que no es económicamente posible contratar personal especializado en el área ambiental para laborar dentro de una micro o pequeña empresa y ocasionalmente se pueden pagar los servicios de un consultor ambiental externo, por esto se debe procurar el acceso a un esquema de asesoría a bajo costo que involucra a un organismo externo de apoyo para un giro industrial específico. De esta manera se desarrolla la guía de indicadores por giro industrial y posteriormente se puede adecuar a cada empresa realizando un diagnóstico particular.

Posteriormente esta guía puede ser utilizada por el mismo asesor u otro diferente para realizar un diagnóstico de una empresa particular en colaboración con el dueño de la misma. Entonces los pasos a seguir son:

- a) Desarrollar una guía con indicadores que sean la base de un SADS para un giro industrial en particular.
- b) Utilizar la guía por giro industrial para un diagnóstico de una empresa en particular mediante la elaboración de un reporte que contiene los indicadores ambientales, económicos y sociales aplicables en la empresa.
- c) Identificar las áreas de oportunidad mediante un programa inicial de actividades de mejora dentro del negocio.

**Aspectos e indicadores Económicos.** Los aspectos económicos son importantes para la empresa por que reflejan el crecimiento y desarrollo de la misma tales como valor del producto o valor del servicio, ingresos, costos e inversiones. Se identifican los aspectos económicos de una empresa con el fin de determinar cuáles son significativos o prioritarios. Por ejemplo en un taller mecánico necesitamos considerar los costos por generación de residuos peligrosos tales como el aceite, el anticongelante, el líquido de frenos; estos residuos no se deben tirar al drenaje y requieren de un manejo adecuado. El costo que este manejo implica, debe ser considerado en los costos de operación del taller. Como algunos aspectos ambientales también algunos de los aspectos económicos se van a identificar en cada parte del proceso o actividad dentro de la empresa, otros serán de aplicación para la totalidad de la empresa. Los indicadores de esta área me permiten también detectar que actividades me pueden generar ahorros dentro de la empresa localizando donde se generan los costos para buscar formas de reducirlos. **(tabla1)**

**Aspectos e indicadores Sociales.** Los procesos en la industria ejercen gran influencia en la salud de los trabajadores y en la comunidad, así como el uso de productos químicos y la proximidad de las empresas a áreas residenciales, al agua y a otros recursos. Cuando los trabajadores están expuestos a materiales peligrosos en el trabajo, se ocasionan costos a la industria y gobierno debido a la disminución de la productividad por el ausentismo del personal y por los servicios médicos. Estos efectos adversos provocados por contaminantes ambientales, productos y residuos peligrosos, pueden ser evitados a medida que se conozcan. Los aspectos sociales son los que tienen impacto en la salud humana, se relacionan con empleados, proveedores, comunidad, aspectos jurídicos, y legislación. Se identifican los aspectos sociales de una empresa con el fin de determinar cuáles son significativos. Por ejemplo el anticongelante del automóvil es extremadamente tóxico si se ingiere. Las dosis letales varían desde media taza para adultos, a unas cuantas cucharadas en el caso de niños y animales domésticos. **[ 13]Por esta razón el anticongelante es un producto que debe ser manejado con cuidados extremos. (tabla2).**

AREA ECONÓMICA	
ASPECTOS	INDICADORES
E1. VALOR DEL PRODUCTO O VALOR DEL SERVICIO	Valor del producto o valor del servicio
	Precio del producto o del servicio brindado
	Costo por uso del producto (por consumo de energía)
E2. INGRESOS	Ingreso por producción o venta de servicios
	Otros ingresos
E3. INVERSIONES	Inversiones para cambios de tecnología en producción
	Inversiones para mejorar el producto o servicio
	Inversiones en capacitación
E4. COSTOS	Costo de materia prima
	Costo por consumo de Energía Eléctrica
	Costo por consumo de combustibles
	Costo por consumo de Agua y drenaje
	Costo por generación de residuos
	Costos por multas o sanciones ambientales
	Costos por salud
	Costos por mano de obra
	Costos por prestaciones
	Costos administrativos
	Gasto por arrendamiento
	Gastos en protección del medio ambiente.

**Tabla 1.** Aspectos e indicadores de desempeño económicos para el nivel 1.

AREA SOCIAL	
ASPECTOS	INDICADORES
S1. SALUD HUMANA	niveles de ruido
	temperatura
	olor
	número de accidentes
	enfermedades ocupacionales
	prevención de incidentes
	sustancias que impactan a la salud humana
	atención a emergencias
S2. EMPLEADOS	nivel educativo de los empleados
	capacitación
	prestaciones
	número de empleados participantes en programas ambientales
	rotación de personal
S3. PROVEEDORES	numero de proveedores involucrados en temas ambientales
S4. COMUNIDAD	número de quejas relacionadas con situaciones ambientales
S5. ASPECTOS JURIDICOS, LEGISLACION	Visitas por parte de la autoridad debido a quejas
	visitas por parte de la autoridad que no son debidas a quejas
	Legislación ambiental aplicable

**Tabla 2.** Aspectos e indicadores de desempeño sociales para el nivel 1.

**Aspectos e indicadores Ambientales.** El deterioro ambiental como resultado de las descargas de los residuos peligrosos afectan especialmente a las aguas superficiales y subterráneas, el aire, los suelos y la cadena alimenticia. Los aspectos ambientales en una pequeña empresa son los que tienen relación con el deterioro ambiental tales como la energía, emisiones a la atmósfera, agua, recursos naturales, materia prima, seres vivos (flora y fauna), suelos, residuos sólidos y residuos peligrosos. Se identifican los aspectos ambientales de la empresa con el fin de determinar cuáles de estos tienen impacto significativo en el medio ambiente. Por ejemplo un solo galón de aceite usado puede contaminar hasta un millón de galones de agua potable. Además el aceite usado que termina en los ríos, lagos y arroyos del país puede amenazar la fauna y la flora acuáticas. (**tabla 3**)

AREA AMBIENTAL	
ASPECTOS	INDICADORES
A1. ENERGIA	Consumo de energía eléctrica
	Consumo de Combustible
	Consumo de combustible por transporte
	Unidad de energía por producto o servicio
A2. EMISIONES A LA ATMOSFERA	Bióxido de azufre
	Óxidos de nitrógeno
	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
	Compuestos Orgánicos Volátiles
	Emisiones que deterioran la capa de ozono
A3. AGUA	Consumo total de agua
	Cantidad de Agua Tratada. Descarga.
	Cantidad de agua reusada
	Descargas de Agua. Compuestos de Fósforo y Compuestos Nitrogenados.
	Descargas de Agua. Metales pesados.
	Descargas de Agua. Grasas. Solventes. Combustibles.
	Demanda bioquímica de oxígeno
	Cantidad de Agua por unidad de producto o servicio
A4. RECURSOS NATURALES. MATERIA PRIMA. SERES VIVOS.	Consumo de materia prima
	Cantidad de materiales reusados o reciclados en lugar de materias primas directas.
	Cantidad de materiales vírgenes utilizados por unidad de producto o servicio.
	Consumo de materias primas animal y vegetal
A5. SUELOS	Superficies de tierras contaminadas con desechos peligrosos
A6. RESIDUOS SÓLIDOS Y RESIDUOS PELIGROSOS. Subproductos.	Generación de Residuos industriales no peligrosos. Sólidos.
	Generación de Residuos peligrosos. (Sólidos y líquidos)
	Cantidad de Residuos Generados por unidad de producto o servicio.
A7. PRODUCTO (USO)	Generación de Residuos al final de la vida útil.
	Uso de etiquetas ambientales en el producto
	Unidades de energía consumida durante el uso del producto.

**Tabla 3.** Aspectos e indicadores de desempeño ambientales para el nivel 1.

**Manual para el giro de talleres mecánicos.** Finalmente en este trabajo de tesis se presenta la aplicación de los indicadores, mediante el desarrollo de un manual y un caso práctico para el giro de Talleres mecánicos en Monterrey. El propósito del manual desarrollado es introducir al empresario de la micro y pequeña empresa del giro de talleres mecánicos a una cultura de sostenibilidad, utilizando una guía de indicadores como base para un Sistema de Administración Para el Desarrollo Sostenible (SADS) con la cual se mejora la rentabilidad económica del negocio, integrando el desempeño ambiental y social.

Desarrollo de la Cultura Ecológica A.C. es una asociación civil que nace en 1992 y tiene como misión promover dentro de las instituciones educativas, de las industrias y en la comunidad en general, el respeto a la naturaleza y a las diferentes manifestaciones de vida así como la responsabilidad de preservar el medio ambiente. Dentro de sus programas de trabajo se encuentra el **Programa de Asesoría Ambiental dirigido a pequeña y micro industria**, que nace con el fin de dar apoyo a todas aquellas empresas micros y pequeñas dentro de la Ciudad de Monterrey N. L. que tengan el deseo de mejorar en su desempeño ambiental. El manual desarrollado para el giro de **talleres de Servicio Automotriz** será utilizado dentro de este programa de asesoría.

El manual dirigido a talleres de servicio automotriz es una herramienta para utilizarse bajo un esquema de colaboración entre el asesor del programa y el dueño del taller a través de un diagnóstico utilizando los indicadores de desempeño aquí definidos. A través del seguimiento de este manual, el asesor será capaz de elaborar un reporte para un taller en particular a través de una visita de diagnóstico en el lugar de trabajo; este reporte de diagnóstico se entregará en una segunda visita de capacitación y asesoría que será la base para el inicio de un programa de actividades de mejora dentro del taller. La participación en el programa de asesoría obtendrá como beneficio una mayor productividad que repercutirá en motivación del dueño de la empresa, lo cual se verá reflejado en el inicio de un Sistema de Administración para el Desarrollo Sostenible, que implica la realización de acciones de mejora que beneficiarán directamente a su taller y a la comunidad en general.

#### **4. Conclusiones**

Esta guía de indicadores permite una integración en la administración de la empresa no solo de los aspectos ambientales, sino de los diferentes aspectos relacionados al concepto de Desarrollo Sostenible ya que anteriormente, el modelo de Administración en la pequeña y micro empresa omitía por completo los aspectos ambientales y algunos de los aspectos sociales de la organización.

El desarrollo de un manual o guía por giro industrial facilitará la labor de asesoría y capacitación necesarias en este sector de la industria; por lo que es muy importante considerar el esquema propuesto de un organismo de apoyo externo o institución educativa responsable de generar esta información y de proveer de un grupo de asesores que dirijan sus esfuerzos a la pequeña y micro industria en nuestro país. La participación del asesor es necesaria para vincular la información presentada en la definición general de un indicador y adecuarla a las características del giro industrial realizando la nueva definición del indicador.

Los indicadores aquí presentados establecen una estructura de trabajo común para la elaboración de material o manuales para otros giros industriales de micro y pequeñas empresas y como consecuencia se va a facilitar el trabajo de elaboración de reportes y diagnósticos en empresas de esos giros. La lista de indicadores presentada permite conocer que tipo de información es necesario recopilar

y ordenar dentro de la empresa para tener una base firme en la toma de decisiones. Una vez que la empresa está más organizada, y que ha recolectado la información necesaria siguiendo el esquema de indicadores planteados aquí va a reconocer mejor sus necesidades y por lo tanto le será más fácil realizar actividades de mejora que le permitan ascender de nivel hacia el desarrollo sostenible.

La alternativa de buscar fuentes de financiamiento, es necesaria si lo que se desea es adquirir equipo y/o realizar mayores cambios en la empresa que sean ambiental y socialmente correctos; de esta manera ascender de nivel hacia la producción Sostenible. Por otro lado algunas modificaciones pueden llevar a ahorros económicos que deberán ser utilizados para “financiar” los proyectos u opciones más costosas.

La intención del reporte resultante es mostrar la mejora del desempeño de la empresa en un período de tiempo definido y no se debe aislar esta información como si se tratase de un reporte independiente con una recopilación de parámetros no comparables; por lo que es necesario implementar las actividades de mejora recomendadas al inicio y después de un tiempo determinado monitorear los indicadores para registrar el avance de la empresa y detectar otras áreas de oportunidad; de esta manera se establece el ciclo de mejora continua y el “sistema” en la empresa. Eventualmente también se pueden construir otros elementos de un Sistema de Administración para el Desarrollo Sostenible, además de los planteados en este trabajo siguiendo el modelo tradicional de Sistema de Administración Ambiental.

## 5. Referencias

- [ 1 ] Clase de Sistemas de Administración Ambiental, julio 2000.
- [ 2 ] Desimone, L., Popoff, S. Eco-efficiency: The Business Link to Sustainable Development The World Business Council for Sustainable Development. 1997.
- [ 3 ] Guerra González, E. H. Administración Ambiental y Desarrollo Sostenible. Revista Calidad Ambiental. Mayo / Junio 1999.
- [ 4 ] Stapleton P.J., Cooney A.M., and Hix W.M. Jr. Environmental Management Systems: An implementation Guide for small and medium-sized Organizations. (November 1996).
- [ 5 ] La pequeña y mediana empresa Lationoamericana en el camino de la Ecoeficiencia. Centro Interamericano para el Desarrollo Sostenible. (CIADS). Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible de América Latina. Monterrey, México 2000.
- [ 6 ] De la Peña Sepúlveda E., Ruiz Manjarrez B. Problemática Ambiental y Opciones de Minimización de Residuos de las Micro y Pequeñas Empresas. Giro: Imprentas. FOMCEC. 1998.
- [ 7 ] Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.
- [ 8 ] GreenLink -The Automotive compliance information Assistance Center. [http:// www. ccar-greenlink.org](http://www.ccar-greenlink.org) (Junio 2001)
- [ 9 ] Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática. INEGI. Censos Económicos 1999. Estratificación de los establecimientos.
- [ 10 ] Información proporcionada por el Lic. Benito Cabello, director de Asesoría Dinámica a Microempresas (ADMIC) Nacional.
- [ 11 ] Esquema general que integra las áreas del desarrollo sostenible y supone 4 niveles de desarrollo de una empresa desarrollado por un grupo de trabajo integrado por: Dr. Martín Bremer, Sergio Bermudez, Deyanira Martínez, Adriana Garza.
- [ 12 ] Hendrik A. V., Bidwell R. Measuring Eco- efficiency a guide to reporting company performance. World Business Council for Sustainable Development. June 2000.
- [ 13 ] Harte J., Holdren C. Guía de las sustancias contaminantes. Editorial Grijalbo México 1995.

# PERFORMANCE OPTIMIZATION IN WIRELESS AD-HOC NETWORKS USING BEHAVIOR-BASED ARCHITECTURE

Griss Cervantes Casillas\*

Horacio Martínez Alfaro<sup>†</sup>

César Vargas Rosales<sup>‡</sup>

This paper shows a new approach to Performance Optimization in Wireless Ad-hoc networks using a Behavior-Based Architecture. The DSR protocol was used and two basic behaviors were implemented in the route cache: sort routes and prefer fresher routes, for the route maintenance mechanism of the protocol. Two metrics were used to evaluate the performance of the ad-hoc network: end-to-end delay and dropped packet average for the voice and data services, respectively. Four scenarios were analyzed showing the increase of the network performance with respect to the original DSR protocol.

Key words: Behavior-Based, Ad-hoc networks, Wireless, Routing, DSR, Optimization

## 1 Introduction

An ad-hoc network is a collection of wireless mobile host forming a temporary network without the aid of any establish infrastructure or centralized administration [8]. In ad-hoc networks all nodes cooperate in order to dynamically establish and maintain routing in the network, forwarding packets for each other to allow communication between nodes not directly within wireless transmission range. Rather than using the periodic or background exchange of routing information common in most routing protocols, an on-demand routing protocol is one that searches for and attempts to discovery a route to some destination node only when a sending node originates a data packet addressed to that node. Several routing protocols for wireless ad-hoc networks have been used on-demand mechanism including DSDV [12], TORA [10, 11], DSR [7, 8], AODV [13].

The *Dynamic Source Routing* protocol (DSR) adapts quickly to routing changes when host moves frequently and delivers better performance than other on-demand protocols like AODV, TORA, DSDV, under low mobility conditions. The key characteristic of the DSR [7, 8] is the use of source routing. That is, the sender knows the complete hop-by-hop route to the destination. These routes are stored in a route cache. The data packets carry the source route in the packet header.

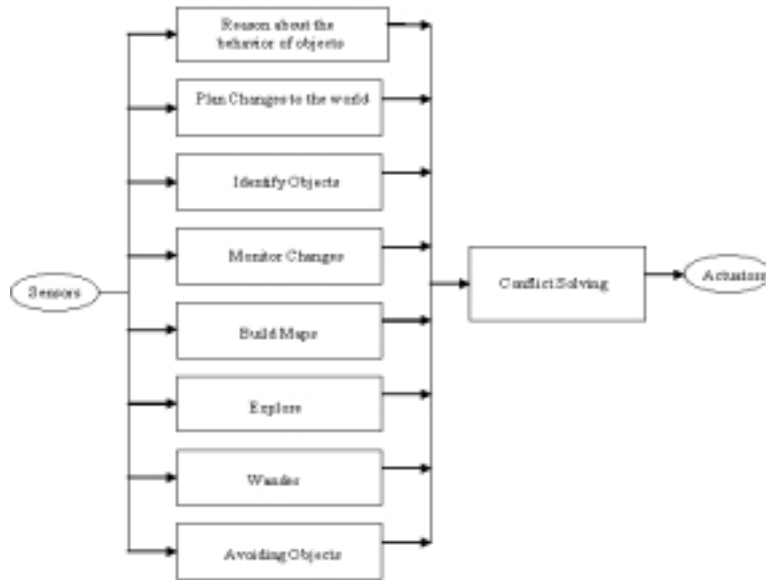
The DSR protocol is composed of two mechanisms: *Route Discovery* and *Route Maintenance*, each one operates using entirely on-demand behavior. When a node in the ad-hoc network attempts to send a packet to some destination, if it does not already know a route to that destination, it uses Route Discovery to dynamically discovery one. The route is cached and used as needed for sending subsequent packets, each one uses the Route Maintenance mechanism to detect if the route has broken. Route Discovery is only invoked when needed, and Route Maintenance constantly checks if a route is alive. Actually DSR does not contain any explicit mechanism to expire stale routes in the cache, or prefer fresher routes when faced up with multiple choices [5]. Picking stalled routes causes some problems: consumption of additional network bandwidth, full interface queue slots even though the packet is eventually dropped or delayed and possible pollution of caches in other nodes.

---

\* Ing. Griss Cervantes Casillas, Research Assistant, Center for Intelligent Systems, Campus Monterrey, a00776637@itesm.mx

<sup>†</sup> Dr. Horacio Martínez Alfaro, Center for Intelligent Systems, Campus Monterrey, hma@itesm.mx

<sup>‡</sup> Dr. César Vargas Rosales, Center of Electronics and Telecommunications, Campus Monterrey, cvargas@campus.mty.itesm.mx



**Figure 1.** Behavior-Based Architecture.

Our objective is to design a behavior-based architecture to optimize routing in ad-hoc networks, using the DSR routing protocol; its main goal is to have better global performance network, improving delays and throughput. The proposed solution scheme is based on Behavior-Based architecture implemented in softbots, which are software robots working in a simulated environment. In our case each softbot represents one network node.

The *Behavior-Based* architecture was inspired by insects [1, 2, 3]. These organisms own a primitive degree of intelligence, even so they are able to survive in hostile environments. In Behavior-Based Architecture, the global performance of the softbots emerges from specific performance of every integrating system, unlike the hierarchical architecture, the sensor data is distributed parallel to each system. The way in which the system processes the sensor data will define a single behavior, everyone of these behaviors incorporates some degree of competence, then when an external observer looks to the softbot, it only perceives the final behavior. This type of architecture provides a very reactive performance in the softbot acquiring a high degree of robustness due to the parallel distribution of the data. In this way if one of the systems is down the others behaviors still work allowing the softbot to achieve its task [14]. Figure 1 shows an example of this architecture, where it is possible to see the parallel data flow.

## 2 Methodology

We use a detailed simulation model based on *NS-2 Network Simulator*, extended with our support for realistic modeling of mobility and wireless communication [9].

NS is a discrete event simulator developed by the University of California at Berkeley and VINT project [6]. The simulator allows the specification of arbitrary movement patterns for the nodes and it models correctly the effects of contention for the media and the distance between nodes in determining whether a transmitted packet will be successfully received or not.

We simulated four different scenarios, shown in Table 1, with two types of services: data and voice since both are the most commonly used services nowadays. Two performance metrics are evaluated for each scenario:

**End-to-end delay of data packets** This includes all possible delays caused by buffering during route discovery latency, queuing at the interface queue, retransmission delays at the MAC, and propagation and

transfer times.

**Dropped packet average** The ratio of the data packets delivered to the destinations to those data packets forwarded. The key cause by drop packets is queuing at the interface queue and colisions.

The end-to-end delay metric was used for the voice service and the dropped packet average for the data service.

**Table 1.** Scenarios.

<i>Scenario</i>	<i>Protocol</i>	<i>Mobility</i>
1	TCP	Yes
2	TCP	No
3	UDP	Yes
4	UDP	No

The specific performance of a softbot will be an emerging result of a combination of acting behaviors, which are triggered either by environment stimuli, internal state or a combination of both. These behaviors can be grouped in two main categories: *Basic Level* behaviors and *High Level* behaviors. Those controlling rules will be located in the basic level behaviors, which motivate the system to fulfill the very basic necessities. High behaviors contain the rules to perform more sophisticated tasks, i.e., communication between softbots in networks. We start with two basic behaviors implemented in the DSR protocol: *Sort Route cache* and *Prefer Fresher Routes*. The main feature of the DSR is the use of source routing [7]; that is, the sender knows completely the route by which the packet will pass in order to arrive to the final destination node. All these routes are stored in the route cache. This route cache is composed of a primary route cache and a secondary route cache. We worked with the primary route cache. The DSR protocol is composed of two mechanisms: Route Discovery and Route Maintenance. We focused on the Route Maintenance mechanism because performing a Route Discovery can be an expensive operation, since it may cause a large number of request packets to be transmitted, and since it adds latency to the subsequent delivery of the data packet that initiated it. By caching and making effective use of this collected network state information, the amortized cost of route discoveries can be reduced and the overall performance of the network can be significantly improved.

The normal functionality of the DSR protocol when receiving a route request packet is to search in route cache one route from that destination and choose the first route with minimum number of nodes scanning all route cache. In the first behavior, when adding a route, the route cache is sorted by minimum number of nodes to same destination and the search of a route in route cache becomes faster by looking.

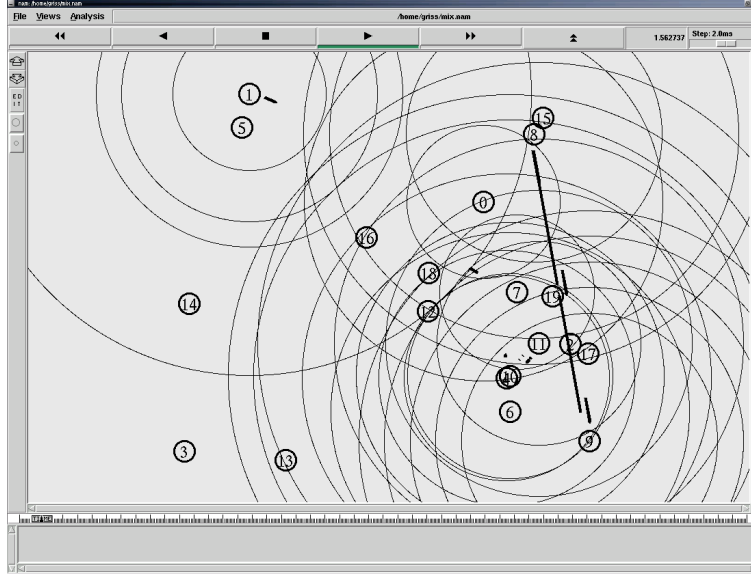
It is possible to find a route with this behavior in the sorted route cache; however, the sorted route cache not be a fresher route and therefore the route may be broken. These routes do contribute unnecessarily to the load in the routing layer. High routing load usually has a significant performance impact in low bandwidth wireless link. This causes problems with the delay and the throughput.

The Prefer Fresher Routes behavior scans all the route cache to find the route with minimum number of nodes to a specific destination and when faced to multiple choices, it selects the fresher route. When route cache is sorted, it is sorted by minimum number of nodes to same destination, and therefore, the search for fresher route is faster.

The process of simulation is divided in two parts since we have implemented two types of services that can not be analyzed from the same perspective: from end-to-end delay point of view and dropped packets.

We used the following metrics for the performance analysis of the ad-hoc network:





**Figure 2.** Simulation of a scenario with NS-2.

- Average

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

- Variance

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

- Standar deviation

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (3)$$

- Burst factor

$$f_b = \frac{\sigma^2}{\bar{x}} \quad (4)$$

where:  $f_b > 1$  peak traffic,  $f_b < 1$  soft traffic,  $f_b = 1$  Poisson traffic.

### 3 Simulation Results

The scenarios, shown in Table 1, used to evaluate the ad-hoc network performance included two types of services: data and voice. We implemented two types of transport protocols, TCP and UDP, and two types of mobility, constant node motion and no node motion. The data service was implemented only in the TCP transport protocol, but the voice service was implemented in both transport protocols to see performance differences. The traffic sources used are continuous bit rate (CBR) and voice. The voice source was simulated using an exponential traffic with burst time 1.004s and idle time 1.587s [4]. Only 512-byte data packets are used. The number of source-destination pairs and the packet sending rate in each pair is varied to change the offered load in the network. The mobility model uses the random waypoint model [6] by 300ms in a rectangular field, 400m x 400m and 50s of simulation time. Twenty nodes were used: 4 source-destination pairs nodes for voice, 4 source-destination pairs for data, and 2 source-destination pairs with both services, voice and data. The source-destination pairs are spread randomly over the network.

An example of an NS simulation window is shown in Figure 2. The protocol studied was the DSR. The protocol maintain a send buffer of 64 packets. It contains all data packets waiting for a route. Such

packets are the ones for which route discovery has started but no reply has arrived yet. To prevent buffering of packets indefinitely, packets are dropped if they wait in the send buffer for more than 30s. All packets (both data and routing) sent by routing layer are queued at the interface queue until MAC layer can transmit them. The interface queue has a maximum size of 50 packets and it is maintained as a priority queue with two priorities each one served in FIFO order. Routing packets get higher priority than data packets.

Figure 3(a) shows the performance of scenario 3 for original DSR, DSR with sort behavior and DSR with sort and prefer behaviors for dropped packet average and end-to-end delay.

Table 2 shows the statistics for all scenarios including the original DSR and two proposed DSR behaviors.

**Table 2.** Dropped Packet Average taken from all 20 nodes

Scenario	Original	Behavior	
		Sort	Fresher
1	3.79%	3.02%	2.88%
2	2.33%	2.28%	2.25%
3	3.82%	3.22%	3.07%
4	2.92%	2.88%	2.83%

As we can see on Table 2, scenarios 1 and 3 show an increase in performance since we have more broken routes due to mobility. Scenarios 2 and 4 do not show an increase as good as for scenarios 1 and 3 but this is due to they don't have any mobility at all.

Figure 4 shows the statistics already mentioned for end-to-end delay for all four scenarios and the two proposed behaviors, including the original DSR. These statistics are for a pair source-destination.

#### 4 Conclusion

This paper presents an analysis of the performance in wireless ad-hoc networks using Behavior-Based Architecture. Our analysis is based on the Dynamic Source Routing protocol (DSR), which operates entirely on-demand. Using detailed simulations of wireless ad-hoc networks of 20 mobile nodes, we studied four different scenarios with two types of services: data and voice.

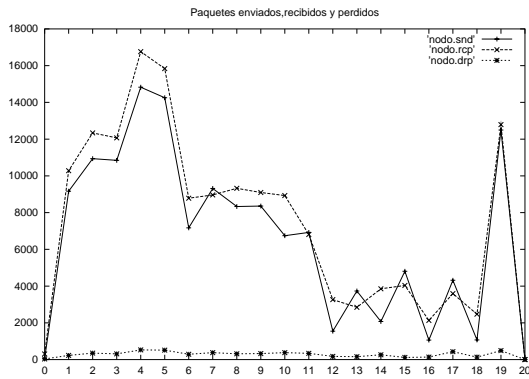
We found that the performance of the modified DSR protocol was better in both metrics: end-to-end delay and dropped packet average. For the dropped packet average, Figure 2, a good performance was obtained for the four scenarios; however, scenarios 1 and 3 the performances were better due to the mobility of the nodes. When nodes have motion it is easier to have broken routes cached and that is why our behavior-based architecture works better since both behaviors are focused on the route cache.

For the end-to-end delay metric a better performance was obtained with both behaviors; however, since each behavior works in parallel, an increment on performance is not necessarily obtained when another behavior is activated. Our research work at the moment does not include a conflict solver. This will be needed when more behaviors are included.

#### 5 Future work

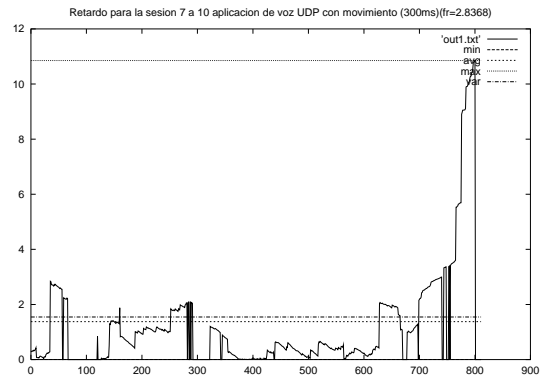
Our on going research is focused on including more behaviors like detecting expired stale routes. These stale routes do contribute unnecessarily to the load in the routing layer. High routing load has a significant performance impact in low bandwidth wireless link and this can cause problems with the delay and the throughput.

**Dropped Packet Average**



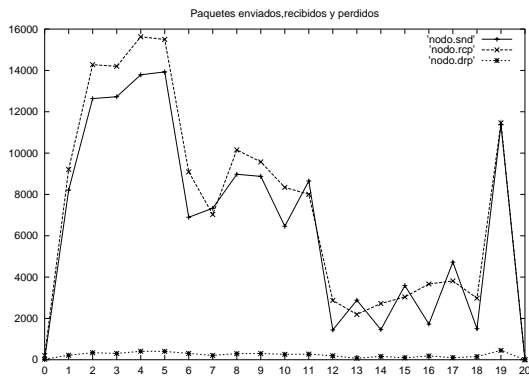
(a) Original DSR

**End-to-End Delay**

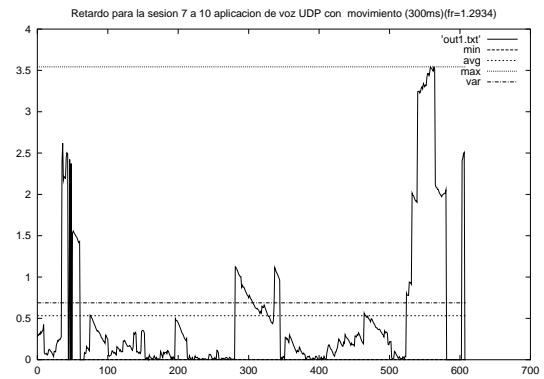


(b) Original DSR

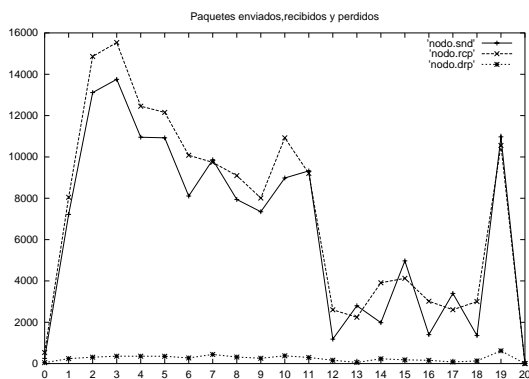
(c) Sort Behavior



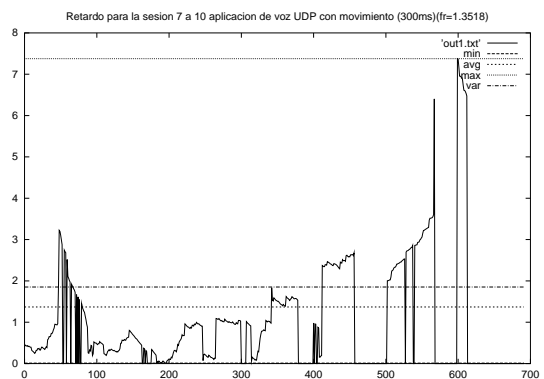
(d) Sort Behavior



(e) Prefer Fresher Routes Behavior



(f) Prefer Fresher Routes Behavior



**Figure 3.** Performance of scenario 3 for original DSR, DSR with sort behavior and DSR with sort and prefer behaviors for dropped packet average and end-to-end delay.

	Behavior				Behavior		
	Original	Sort	Fresher		Original	Sort	Fresher
min	0.0049	0.0049	0.0048	min	0.2385	0.0467	0.0508
$\bar{x}$	0.4892	0.3846	0.4154	$\bar{x}$	1.0852	0.8574	0.8414
max	3.2422	3.7088	3.5352	max	3.528	2.0566	2.2453
$\sigma^2$	0.4306	0.4822	0.5216	$\sigma^2$	0.4922	0.1455	0.2084
$f_b$	0.8804	1.2535	1.2557	$f_b$	0.4535	0.1697	0.2477

(a) Scenario 1

	Behavior				Behavior		
	Original	Sort	Fresher		Original	Sort	Fresher
min	0.0017	0.0016	0.0114	min	0.0181	0.0149	0.0048
$\bar{x}$	1.3756	0.5324	1.3701	$\bar{x}$	3.3343	1.9475	0.4154
max	10.8534	3.5433	7.3766	max	14.0676	6.3129	6.6079
$\sigma^2$	3.9022	0.6887	1.852	$\sigma^2$	10.1056	2.5841	1.5453
$f_b$	2.8368	1.2934	1.3518	$f_b$	3.0308	1.3269	1.0333

(c) Scenario 3

	Behavior				Behavior		
	Original	Sort	Fresher		Original	Sort	Fresher
min	0.0049	0.0049	0.0048	min	0.2385	0.0467	0.0508
$\bar{x}$	0.4892	0.3846	0.4154	$\bar{x}$	1.0852	0.8574	0.8414
max	3.2422	3.7088	3.5352	max	3.528	2.0566	2.2453
$\sigma^2$	0.4306	0.4822	0.5216	$\sigma^2$	0.4922	0.1455	0.2084
$f_b$	0.8804	1.2535	1.2557	$f_b$	0.4535	0.1697	0.2477

(b) Scenario 2

	Behavior				Behavior		
	Original	Sort	Fresher		Original	Sort	Fresher
min	0.0017	0.0016	0.0114	min	0.0181	0.0149	0.0048
$\bar{x}$	1.3756	0.5324	1.3701	$\bar{x}$	3.3343	1.9475	0.4154
max	10.8534	3.5433	7.3766	max	14.0676	6.3129	6.6079
$\sigma^2$	3.9022	0.6887	1.852	$\sigma^2$	10.1056	2.5841	1.5453
$f_b$	2.8368	1.2934	1.3518	$f_b$	3.0308	1.3269	1.0333

(d) Scenario 4

**Figure 4.** End-to-end delay statistics for four scenarios for: original DSR, Sort Behavior, and Fresher Behavior.

## References

- [1] R.A. Brooks. A robust layered control system for a mobile robot. Technical Report AI MEMO 864, Massachusetts Institute of Technology, 1985.
- [2] R.A. Brooks. Achieving artificial intelligence through building robots. Technical Report AI MEMO 899, Massachusetts Institute of Technology, 1986.
- [3] R.A. Brooks. The behavior language; users guide. Technical Report AI MEMO 1227, Massachusetts Institute of Technology, 1990.
- [4] L. Subramanian C. Chuah and R. Katz. A scalable framework for traffic policing and admission control. Report No. UCB//CSD-1-1144, Computer Science Division (EECS) University of California Berkeley, pages 1–28, 2001.
- [5] Samir R. Das Charles E. Perkins, Elizabeth M. Royer and Mahesh K. Marina. Performance comparison of two on-demand routing protocols for ad-hoc networks. *IEEE Personal Communications*, 2001.
- [6] K. Fall and K. Varadhan. Eds. ns notes and documentation. available from <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>, 1999.
- [7] D. B. Johnson and D. A. Maltz. Dynamic source routing in ad-hoc wireless networks. *Mobile Computing*, 1996.
- [8] D.B Johnson. Routing in ad-hoc networks of mobile host. *Proceedings of Workshop on mobile computing systems and applications*, 1:1–6, 1994.
- [9] Horacio Martínez-Alfaro, Griselda Cervantes-Casillas, and Alejandra M. Rosado-Ruiz. Contribuciones al simulador NS-2. Submitted to Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM, 2002.
- [10] Vincent D. Park and M. Scott Corson. A highly adaptive distributed routing algorithm for mobile wireless networks. *Proceedings of INFOCOM'97*, pages 1405–1413, 1997.

- [11] Vincent D. Park and M. Scott Corson. Temporally-ordered routing algorithm (TORA) version 1: Functional specification. *Internet-Draft*, 1997.
- [12] C. E. Perkins and P. Bhagwat. Highly dynamic destination sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers. *ACM SIGCOMM '94 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications*, pages 234–244, 1994.
- [13] Charles Perkins. Ad-hoc on distance vector (AODV) routing. *Internet-Draft*, 1997.
- [14] Sergio Uribe and Horacio Martínez-Alfaro. An application of behavior-based architecture for mobile robots design. *Proceedings of MICAI 2000: Advances in Artificial Intelligence*, pages 136–147, 2000.

# ESQUEMAS DE PREDICCIÓN PARA REDES AD-HOC

Alejandra Rosado \*

Horacio Martínez Alfaro\*\*

Acorde a la evolución y necesidades de la población mundial, los sistemas de comunicación se modifican adaptándose a las necesidades de comunicación actuales. Dentro de los sistemas de comunicación están las redes de comunicación inalámbricas jerárquicas ad-hoc. El problema se sitúa dentro del proceso de comunicación en una red de comunicación inalámbrica jerárquica (ad-hoc). Uno de los mecanismos que se lleva a cabo dentro del proceso de comunicación es el ruteo. En este trabajo de investigación, se describe el planteamiento que se propone para mejorar el proceso de ruteo en redes ad-hoc, teniendo como plataforma el protocolo *Dynamic Source Routing*. La parte central del planteamiento consiste en anexar un mecanismo de predicción, que sugiere mejorar el ruteo, implementado por dos tipos de filtros: Predicción lineal y el filtro discreto de Kalman. Estos filtros serán usados para estimar la posición futura de los nodos participantes en la red ad-hoc. Se analiza la validez de cada uno de los filtros de acuerdo con el patrón de movilidad del sistema. Estableciendo límites de operación óptima, para cada uno de los filtros.

Key words: Redes ad-hoc, predicción, Kalman, WMA

## 1. Introduction

En la actualidad los esquemas de comunicación han evolucionado, debido a las demandas de la sociedad mundial. Uno de los conceptos más recientes es el de las redes de comunicación inalámbricas jerárquicas ad-hoc. Este tipo de redes se caracteriza por ser un conjunto de nodos móviles que forman de manera temporal una red inalámbrica de comunicación; no requieren de algún tipo de administración o servicio de soporte que les ayude a realizar la transmisión y recepción de información, dando libertad a los nodos para realizar el proceso de comunicación.

Existen algunos protocolos para realizar el ruteo en redes ad hoc [2], Ad-Hoc On-Demand Distance Vector (AODV), Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA), Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV), Dynamic Source Routing (DSR), por mencionar algunos. Todos éstos protocolos pueden ser mejorados. Al plantear un nuevo esquema de ruteo se debe tomar en cuenta las restricciones tanto de software como de hardware; de esta forma se asegura la factibilidad de la propuesta.

La tesis de la propuesta que se describe en este trabajo de investigación se basa en la predicción de las posiciones de los nodos en la red. Se plantean dos esquemas, uno corresponde a un esquema individual, en donde la estimación de la posición a futuro la realiza el mismo nodo y éste la difunde en la red vía los paquetes usados en el proceso de ruteo [4]; y el segundo esquema es de tipo colectivo, ya que serán los nodos vecinos al nodo en cuestión (A), los que a partir de la información de la posición que les llega de A, realicen la estimación de la disposición a futuro del nodo involucrado.

El filtro *Weighted Moving Average* WMA es un filtro lineal y es probablemente uno de los más usados para hacer las estimaciones en los mercados financieros. Mostrando un buen desempeño, a pesar de su simplicidad computacional.

---

\* Lic. Alejandra Micaela Rosado Ortiz, Asistente de Investigación, Campus Monterrey, al780084@mail.mty.itesm.mx

\*\* Dr. Horacio Martínez Alfaro, Centro de Sistemas Inteligentes, Campus Monterrey, hma@itesm.mx

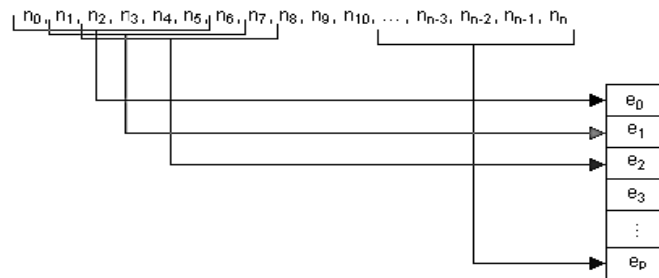
Debido a las características de las redes ad-hoc, se tiene un proceso dinámico y aleatorio, cuya variación está, en éste caso en función del patrón de movilidad de la red. El filtro de Kalman es una herramienta adecuada para la estimación de posiciones, cuya distribución es aleatoria, pero es más complejo que el WMA, desde el punto de vista computacional, por esta razón será implementado para el esquema individual.

## 2. Red ad-hoc

En una red ad-hoc todos los nodos son móviles y se pueden conectar de forma dinámica y arbitraria por enlaces inalámbricos que están relativamente restringidos en ancho de banda; la unión de estos enlaces genera de forma temporal un grafo arbitrario [5]. En vista de que los ruteadores son libres de moverse aleatoriamente y organizarse entre ellos mismos de forma aleatoria, esta red no tiene un administrador centralizado o algún servicio de soporte, lo que implica que la topología de una red ad hoc pueda cambiar de forma rápida e impredecible. Debido a esto la tarea de encontrar y mantener rutas es una de las tareas más importantes en los protocolos de ruteo para redes ad-hoc. Todos los nodos de esta red se comportan como ruteadores y forman parte de los mecanismos de mantenimiento y descubrimiento de ruta que se lleva a cabo en la red.

## 3. Estimador *Weighted Moving Average* WMA

El estimador *Weighted Moving Average* es uno de los más usados debido a que, a pesar de ser sencillo, muestra un buen desempeño. El planteamiento del estimador WMA, se basa en la importancia que se le asigna a los datos [3].



**Figura 1.** Diagrama del funcionamiento del filtro WMA

Se considera que los datos más recientes aportan más información a cerca del probable comportamiento a futuro del sistema, entonces los datos más recientes tendrán más importancia que los datos anteriores. La forma en que se implementa el concepto de importancia, es a través de una asignación de pesos. Dónde los datos más recientes contarán con el valor más alto.

Para calcularlo, se toma el número de periodos que se desean analizar y eso se convierte en el peso actual, de esta forma se actualiza el valor del peso, la expresión que se muestra a continuación, describe este comportamiento.

$$WMA = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} ((n-i)P_{i-1})}{\sum_{i=0}^{n-1} (n-i)} \quad (1)$$

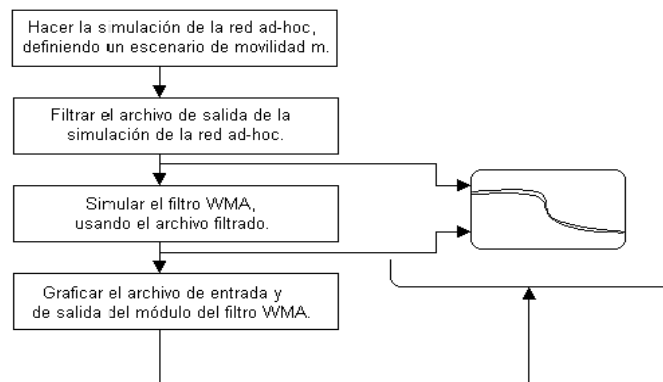
El número de valores anteriores que se tomaran en cuenta para hacer la predicción es un valor que puede variar y que provocara diferentes tipos de respuesta, como se muestra en la sección cinco

#### 4. Simulaciones

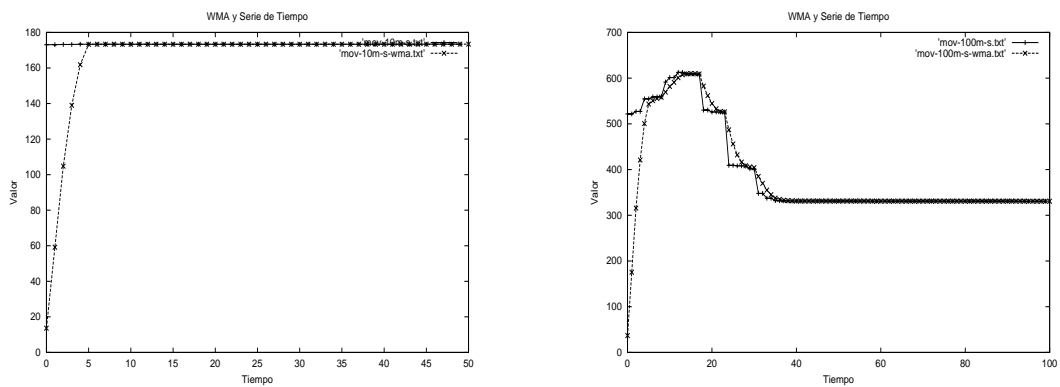
Para evaluar el desempeño de los filtros se siguió la siguiente metodología:

1. Hacer la simulación de la red ad-hoc, con distintos escenarios de movilidad.
2. Del archivo donde se reportan los datos estadísticos de la simulación, filtrar las posiciones con respecto al eje X (puede ser en el eje Y) de un nodo en particular, a un archivo de texto.
3. Ejecutar el módulo desarrollado para el filtro, cuya entrada será el archivo que se genero al hacer el proceso de filtraje.
4. Graficar los dos archivos, tanto el de entrada como el de salida, para observar la certeza del filtro.

En la figura 2 se ilustra la metodología que se llevó a cabo.



**Figura 2.** Metodología de evaluación para el filtro WMA.

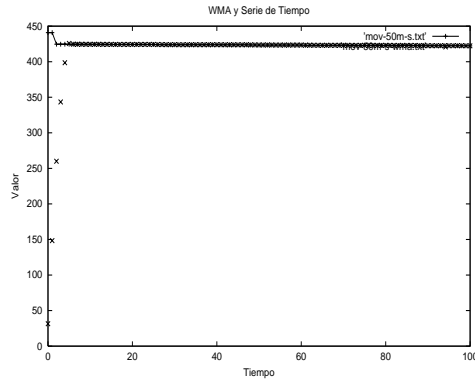


**Figura 3.** Desempeño del filtro WMA, con ventana de 5.

Los escenarios de movilidad que se usaron para llevar a cabo la simulación de la red ad-hoc, para posteriormente hacer la estimación de las posiciones con el módulo del filtro WMA fueron:

- Movilidad de 10m/s.
- Movilidad de 50m/s.
- Movilidad de 100m/s.





**Figura 4.** WMA aplicado a un escenario de movilidad de 50m/s.

Además se modificó la ventana de tiempo del filtro WMA, contando con dos valores para los que se observo un buen desempeño, estos valores son 5 y 8, las gráficas que ilustran este hecho se muestran en la siguiente sección.

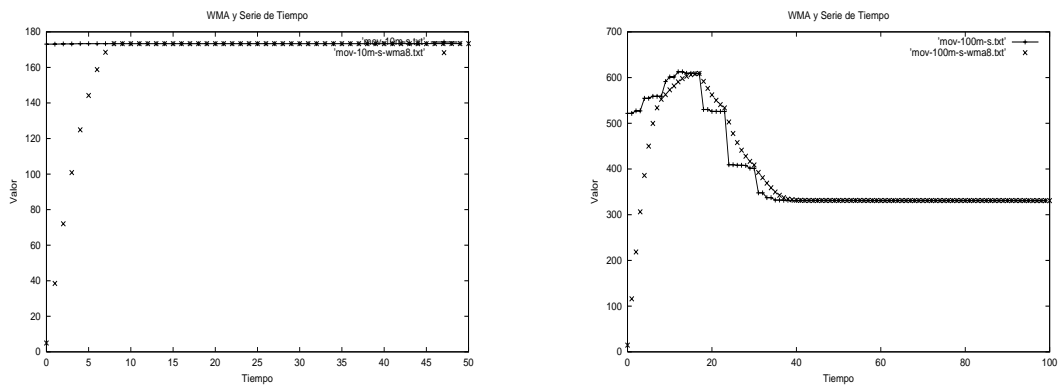
## 5. Resultados

En las figuras 3 y 4, se muestra el desempeño del filtro en escenarios de 10m/s, 100m/s y 50m/s respectivamente, con una ventana de tiempo de 5. Mientras que en las figuras 5 y 6 se muestran los mismos escenarios, lo que se modifico fue el tamaño de la ventana de tiempo, en este caso fue de 8. Con base en las simulaciones que se llevaron a cabo se tienen las siguientes observaciones.

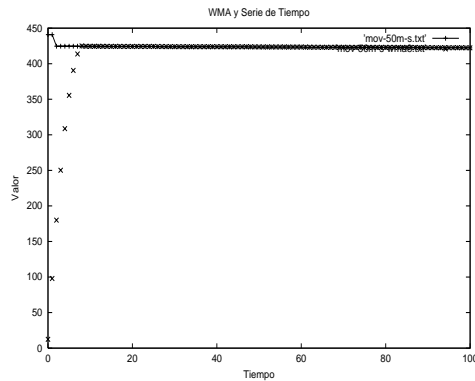
De los valores para la ventana de tiempo del filtro WMA, los que mostraron buen desempeño fueron 5 y 8. Para escenarios con movilidad baja, por ejemplo de 10m/s, las estimaciones de posición del filtro WMA son excelentes.

Para el esquema de predicción colectivo y para movilidades bajas, el filtro WMA ofrece una buena opción en cuanto a desempeño y complejidad computacional. Con respecto a un escenario de movilidad mas alto, por ejemplo 100m/s, el filtro WMA se comporta bien, pero con cierto porcentaje de error.

Dado el rango de transmisión de los nodos de una red ad-hoc, el filtro WMA, es una opción muy buena ya que el posible error que se presenta en escenarios de alta movilidad, se absorbe por el diámetro del rango de transmisión.



**Figura 5.** Desempeño del filtro WMA, con ventana de 8.



**Figura 6.** WMA aplicado a un escenario de movilidad de 50m/s.

## 6. Trabajo futuro

Considerando los posibles escenarios de movilidad para las redes ad-hoc, es probable que la velocidad que puedan alcanzar supere la capacidad de estimación del filtro WMA, provocando que el desempeño sea pobre. Para tales casos en los que las posiciones de los nodos cambian muy rápidamente.

El filtro de Kalman proporciona un buen marco para la estimación incremental de una cantidad en una situación en la cual las mediciones relacionadas con la misma están disponibles a lo largo del tiempo. Concretamente, se trata de una técnica de estimación Bayesiana empleada para seguir sistemas estocásticos dinámicos observados mediante sensores ruidosos [1].

Contando con ésta herramienta, se simularan escenarios de mayor movilidad y se observará el desempeño de éste filtro. Se espera que el error sea mínimo y que supere el comportamiento del WMA.

## 7. Conclusiones

La simplicidad computacional y buen desempeño del estimador *Weighted Moving Average* hace que el nuevo planteamiento de hacer la predicción de las posiciones futuras de los nodos que forman una red ad-hoc sea factible. Se espera que este esquema sea exitoso, debido a que el error observado al hacer la predicción es mínimo, además de que se cuenta con la tolerancia que dá el rango de transmisión de la antena del nodo de la red ad-hoc.

Dado que los escenarios de movilidad para redes ad-hoc en su mayoría son de movilidades bajas. Además que la implementación de un filtro WMA en un dispositivo de comunicación inalámbrica es simple debido a su complejidad computacional. Usar éste estimador en una red ad-hoc bajo el esquema individual o colectivo garantiza que se observará un buen desempeño de la estimación de la posición en la red ad-hoc, de forma global.

Para escenarios de movilidad más alta se considera como buena opción implementar el filtro de Kalman, solo que éste planteamiento es factible para el esquema individual ya que para el esquema colectivo la complejidad computacional que se observará en un nodo con cinco filtros de Kalman, es muy grande y la implementación dada la tecnología actual es irrealizable.

## Referencias

- [1] Robert Grover Brown. *Introduction to Random Signal Analysis and Kalman Filtering*. John Wiley and Sons, Inc., E. U., 1983.
- [2] S. R. Das C. E. Perkins, E. M. Royer and M. K. Marina. Performance comparison two on-demand routing protocols for ad hoc network. *Personal Communications IEEE*, pages 16–28, February 2001.

- [3] Gan F. F. Joint monitoring of process mean and variance using exponentially weighted moving average control charts. *Technometrics*, pages 446–453, 1995.
- [4] D. B. Johnson and D. A. Maltz. *Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks*. October 1998.
- [5] Charles E. Perkins. *Ad Hoc Networking*. Addison-Wesley, New York, 2001.

# CONTRIBUCIONES AL CÓDIGO DEL SIMULADOR NS-2

Horacio Martínez Alfaro\*    César Vargas\*\*    Griselda Cervantes\*\*\*    Alejandra Rosado\*\*\*\*

Conforme transcurren los años, los sistemas de comunicación evolucionan adaptándose a las necesidades de comunicación actuales. Dentro de los sistemas de comunicación están las redes de comunicación inalámbricas ad-hoc. Nuestro equipo de trabajo está interesado en optimizar el proceso de comunicación llevado a cabo por este tipo de sistemas. Para ello es necesario tener información del comportamiento global de la red bajo ciertos parámetros. Con base en esta información nosotros podemos determinar cuáles son los parámetros que nos servirán para realizar el proceso de optimización.

El simulador NS-2 es una herramienta computacional con arquitectura orientada a objetos, muy útil en la simulación de sistemas de comunicación en general. Nuestro interés se centra en la simulación de redes inalámbricas jerárquicas ad-hoc. Este tipo de red no está totalmente implementada en el simulador NS-2, por lo que fue necesario realizar algunas contribuciones al código del simulador. Estas contribuciones nos permitirán obtener información de la simulación que nos servirá para establecer algún dictamen con respecto al comportamiento global de la red. En este artículo se describen las modificaciones que se le realizaron al código, así como el beneficio obtenido de realizar estas contribuciones.

Palabras Clase: NS-2, Redes ad-hoc

## 1. Introduction

Uno de los esquemas de comunicación más recientes es el que se presenta en las redes de comunicación inalámbricas jerárquicas ad-hoc. Este tipo de sistemas se caracteriza por ser un conjunto de nodos móviles que forman de manera temporal una red inalámbrica de comunicación. Este tipo de redes han venido a revolucionar los esquemas tradicionales de comunicación ya que no requieren de algún tipo de administración o servicio de soporte que les ayude a realizar la transmisión y recepción de información. Lo interesante de este nuevo esquema es la libertad que tienen los nodos para realizar el proceso de comunicación.

Nuestro equipo está enfocado en optimizar el proceso de comunicación en una red de tipo ad-hoc. Para establecer un juicio con respecto al desempeño de un sistema de comunicación en general, se realizan mediciones con respecto a parámetros que se consideren relevantes.

Una de las herramientas más útiles para simular el comportamiento de un sistema de comunicación es el simulador NS-2, que es un simulador de eventos discretos, con arquitectura totalmente orientada a objetos y diseñado para la investigación de sistemas de comunicación. Debido a que el esquema de comunicación observado en las redes ad-hoc es reciente, la implementación de éste tipo de esquemas no está terminada.

Para nuestro trabajo, es importante contar con información que se genera al realizar la simulación de la red ad-hoc. Por esta razón tuvimos la necesidad de hacer ciertas contribuciones al código NS-2 ya

---

\* Dr. Horacio Martínez Alfaro, Centro de Sistemas Inteligentes, Campus Monterrey, hma@itesm.mx

\*\* Dr. César Vargas Rosales, Centro de Electrónica y Telecomunicaciones, Campus Monterrey, cvargas@campus.mty.itesm.mx

\*\*\* Ing. Griselda Cervantes Casillas, Asistente de Inv., Centro de Sistemas Inteligentes, Campus Monterrey, a00776637@itesm.mx

\*\*\*\* Lic. Alejandra M. Rosado Ortiz, Asist. de Inv., C. de Sistemas Inteligentes, Campus Monterrey, al780084@mail.mty.itesm.mx

que la información necesaria para realizar el análisis de comportamiento de la red no se obtiene al realizar la simulación.

Particularmente en el simulador NS-2 una de las limitaciones que se presentan con respecto a la simulación de redes ad-hoc es, que al llevar a cabo el procedimiento de la simulación no se reportan las estadísticas de la misma. Lo que provoca que no se pueda desarrollar un análisis del desempeño de la red, esto impide que se puedan establecer estrategias de optimización, porque no se conoce el patrón de comportamiento de la red ad-hoc.

El objetivo de las contribuciones que se le realizaron al código NS-2, es el de poder acceder a la información de las estadísticas que se reporta después de que se lleva a cabo la simulación de la red ad-hoc. Con ésta información es posible realizar un análisis detallado del comportamiento de la red, desde cualquier punto de vista (retardo, pérdida, consumo de potencia, etc.). Permitiendo el planteamiento de nuevos e innovadores esquemas de optimización, esperando así mejorar el desempeño de las redes ad-hoc.

Consideramos que las aportaciones que realizamos al simulador NS-2 son un importante avance en relación al módulo de redes ad-hoc. Además servirá de apoyo para aquellas personas que realicen alguna simulación con este tipo de sistemas.

## **2. The Network Simulator NS-2**

El simulador *The Network Simulator* NS-2 posee la capacidad de ser extendido, es decir, es posible realizarle modificaciones al código a fin de implementar nuevos comportamientos o funciones. Esta implementado en el lenguaje de programación C++; por lo que es un aplicación orientada a objetos. Contando con una interfaz para el usuario un interprete en OTcl (*Objet Tool Command Language*). Se distinguen dos jerarquías de clases: la que está escrita en C++ que la definen como jerarquía compilada; y la que está escrita en OTcl, que definen como jerarquía interpretada. Estas dos jerarquías están relacionadas entre sí, aunque hay clases que están definidas solo en alguna de éstas, existen algunas otras clases que son compartidas por las dos jerarquías, enlazadas por algún mecanismo. Esto quiere decir que los objetos que se crean por el usuario a través del interprete tienen un "reflejo" en la jerarquía compilada, y los objetos instanciados en ésta pueden ser "reflejados" en el intérprete.

## **3. Descripción de la red**

Se trabajó con una red inalámbrica de 20 nodos. El modelo de radio-propagación usado fue TwoRay-Ground, con interfaz tipo Phi. Se usó el tipo LL para implementar la capa de enlace la antena elegida fue de tipo omniantena. El espacio destinado para llevar a cabo el proceso de comunicación es rectangular de 400m<sup>2</sup>.

Otro de los parámetros que se definen es el tamaño de pila, que se modificó con el fin de observar el comportamiento de la red en cuanto a pérdidas de paquetes y retardo en la entrega de información. El rango de valores para este parámetro, fue de 50 hasta 5000 paquetes. Con respecto al protocolo de ruteo optamos por trabajar con el *Dynamic Source Routing* (DSR); este protocolo es ideal para trabajar con redes pequeñas y con baja movilidad [5].

En relación con la movilidad que tendrán los nodos, diseñamos un escenario de movilidad de 10m/s. Este último parámetro al igual que los otros es un parámetro que puede ser variable para cada simulación. Finalmente, el tiempo de simulación es un parámetro que seleccionamos poner en 50s. Consideramos que es un tiempo suficiente para observar el comportamiento de la red y obtener la información necesaria para hacer el análisis de la misma.

Seleccionamos implementar los servicios de voz y datos en la red ad-hoc. Consideramos que al implementar estos dos tipos de servicios se cubren dos aspectos importantes a evaluar para establecer si el comportamiento de la red es aceptable o no. Al observar el desempeño de la red con respecto al servicio

de voz, será de interés que la información sea entregada o recibida con el menor retardo posible, esto es comprensible desde el punto de vista de telefonía. En lo que respecta el servicio de datos, será importante que las pérdidas sean mínimas para establecer que la red tiene un buen desempeño con respecto al servicio de datos.

### 31. Servicios

El servicio de voz se implemento usando un generador de tráfico exponencial de tipo On/Off; los paquetes se envían a una taza fija durante un periodo de tiempo On y durante el periodo de tiempo Off no se envía ningún paquete. El tamaño del paquete que será enviado es constante y en nuestro caso es de 512 bytes. Se asignó un valor de 1.587 segundos para el periodo de tiempo On y de 1.004 segundos para el periodo de tiempo Off [1] ya que califica estos valores como adecuados para implementar el servicio de voz.

El servicio de datos se implementó a través de una fuente de FTP, que se anexó a cada uno de los nodos que estuvieran destinados a trabajar con ese tipo de servicio.

### 32. Nodos

Con respecto a las características de los nodos de la red, es necesario especificar las características de los diferentes grupos de nodos. Se tienen dos conjuntos principales:

- Nodos con un servicio: este conjunto esta formado por 16 nodos; 8 con voz y 8 con datos.
- Nodos con dos servicios (mixtos): este conjunto esta formado por 4 nodos; 2 reciben voz y transmiten datos y 2 reciben datos y transmiten voz.

A cada nodo de la red se le anexó un agente que es el que se encargará de realizar la administración del proceso de comunicación en la red. Sólo en los nodos que se destinaron para trabajar con dos servicios se le anexó el agente mixto, es decir, un agente que trabaja con dos tipos de servicios.

## 4. Protocolos para el proceso de comunicación

En un proceso de comunicación es necesario implementar varios tipos de protocolo, debido a que la comunicación se realiza a diferentes niveles de capa. A continuación se describen los diferentes protocolos que se implementaron para construir la red ad-hoc.

Con respecto al protocolo de transporte, elegimos trabajar con UDP (*User Datagram Protocol*) y TCP (*Transmission Control Protocol*) usando los agentes diseñados en NS-2. Usamos los agentes "one-way" [2], en particular el agente básico emisor de TCP llamado Tahoe TCP. Este agente asume que un paquete se ha perdido debido a congestión cuando observa mensajes ACK duplicados, o cuando el tiempo de retransmisión se agota. Este agente genera un ACK cada vez que recibe un paquete.

En cuanto al protocolo UDP, usamos el agente UDP para implementar el protocolo de transporte. Este agente acepta un tamaño variable de datos por parte de la capa de servicios. Los paquetes de tipo UDP generan un número de secuencia que es monótonicamente creciente.

Para implementar los agentes con doble tipo de servicios, diseñamos un agente que llamamos agente MIX, estos agentes pueden ser receptores o emisores. Envían o reciben cualquiera de los dos tipos de servicios.

#### ***Dynamic Source Routing***

Como se mencionó anteriormente, se uso DSR (*Dynamic Source Routing*) para realizar el ruteo. La principal característica de este protocolo es el uso de "ruteo de fuente", es decir, contiene la ruta completa

para el nodo destino, y los nodos intermediarios no tienen que tomar ningún tipo de decisión. Ruteo de fuente es una técnica de ruteo en la cual el nodo emisor de un paquete determina la secuencia completa de nodos a través de los cuales se enviará el paquete. El emisor explícitamente lista esta ruta en la cabecera del paquete, identificando cada reenvío por la dirección del siguiente servidor al cual se transmitirá el paquete, dentro de la ruta que se debe seguir para llegar al servidor destino. DSR esta formado por dos mecanismos principales: Descubrimiento de ruta y Sostenimiento de ruta.

El mecanismo de descubrimiento de ruta corresponde al proceso de determinar dinámicamente la ruta que habrá de un nodo emisor a un nodo destino final. El nodo emisor transmite una petición de ruta que se transmite en toda la red y es respondido por aquellos nodos que formen parte de la ruta que le permitirá llegar al nodo destino final. Si alguno de los enlaces que forman parte de la ruta se daña y no permite realizar la transmisión de datos, se envía un mensaje de error y el nodo emisor inicial borrará la ruta que contiene el enlace dañado. Si la ruta que es borrada es muy necesaria, habrá que comenzar de nuevo un proceso de descubrimiento de ruta.

El mecanismo de sostenimiento de ruta consiste en mantener informado el nodo emisor inicial a cerca del estado de la ruta que está siendo usada para llevar a cabo la comunicación entre los dos nodos.

## 5. Contribuciones

Debido a su arquitectura OO, en NS-2 se define una clase que se encarga de reportar una vez que finaliza la simulación. Los datos de las estadísticas se reportan a un archivo cuya extensión es `.tr`; con esta información se lleva a cabo el análisis del desempeño de la red.

Debido a que NS-2 es un simulador en desarrollo, el módulo de redes ad-hoc tiene algunas deficiencias; una de las cuales es la incapacidad de reportar las estadísticas de la simulación de redes ad-hoc. La contribución es entonces en este sentido. El desarrollo se enfocó en los archivos `CMUTrace.cc` y `CMUTrace.h`, porque son los que se encargan de reportar las estadísticas.

En el archivo `CMUTrace.cc` se definen los métodos que se encargan de hacer la impresión de los datos estadísticos. Es en este archivo en donde se definen los nuevos dos métodos que permitan que se reporte la información relacionada con el protocolo UDP y el servicio de voz, una vez que se ha realizado la simulación. Los métodos definidos son:

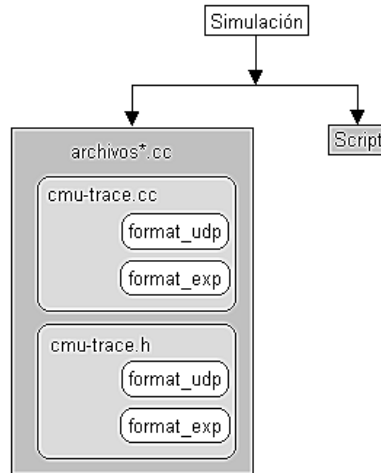
- `void CMUTrace:format_udp (packet p, int offset),`
- `void CMUTrace:format_exp (packet p, int offset).`

Ambos métodos pertenecen a la clase `CMUTrace`. Un cambio adicional se realizó en el archivo `CMUTrace.h`. En este archivo es en donde se declaran los tipos de métodos, entonces es necesario dar de alta éstos métodos dentro de la clase `CMUTrace`.

Una de las variantes que se tiene que tomar en cuenta cuando se lleve a cabo la simulación es que cuando se define un agente UDP hay que modificar una variable llamada `seqno_`, esto es ya que por *default* esta variable viene instanciada para que trabaje con el protocolo TCP. Básicamente es cambiar el tipo de cabecera para que el agente del protocolo funcione correctamente, a continuación se mencionan, los tipos de cabecera para cada agente:

- `th` – > `seqno_`, para el agente TCP,
- `rh` – > `seqno_`, para el agente UDP.

Como se muestra en la figura 1 la forma en la que se lleva a cabo una simulación en NS-2 es: Se define la red, en nuestro caso una red ad-hoc, en un script en el que se definen completamente las características del sistema en cuestión. La simulación llamará a los archivos que estén involucrados en



**Figura 1.** Ilustración del proceso de simulación en el NS-2

el script. Cuando se quiera hacer el reporte de estadísticas de evoca a la clase CMUTrace, es entonces cuando la contribución que se le hizo al código surte efecto, ya que se reportan los datos de la simulación, que tienen que ver con el servicio de voz usando el protocolo UDP.

## 6. Simulación

El proceso de simulación se divide en dos partes, el análisis desde el punto de vista de retardo y desde el punto de vista de pérdidas, esto se debe a que se han implementado dos tipos de servicios, que no pueden ser analizados desde la misma perspectiva.

Con base en el protocolo de la capa de transporte tenemos dos posibles escenarios, uno generado al usar TCP y al usar UDP; ambos tendrán movilidad de 10 ms. El tamaño de la pila fue de 50 paquetes.

Para hacer el análisis del desempeño de la red ad-hoc se tomarán en cuenta las siguientes mediciones:

- Promedo

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

- Varianza

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

- Desviación Estándar

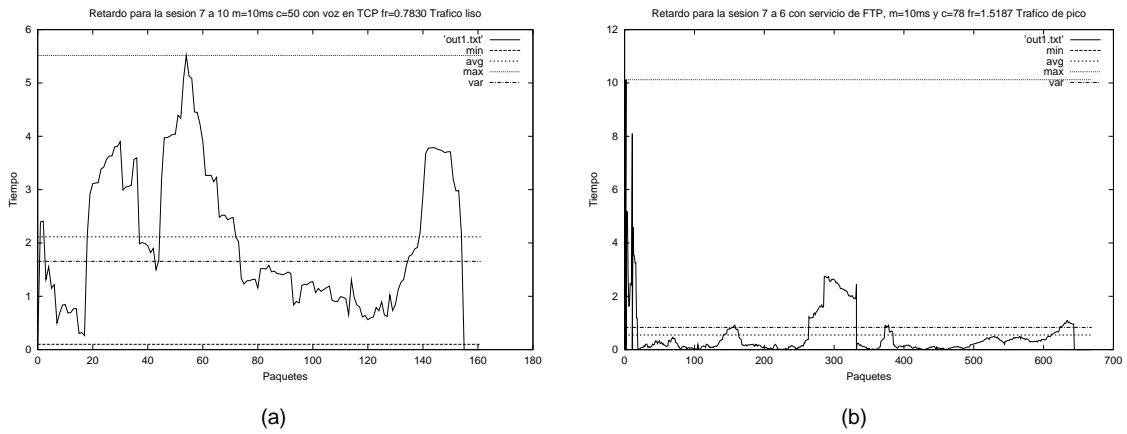
$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (3)$$

- Factor Ráfaga

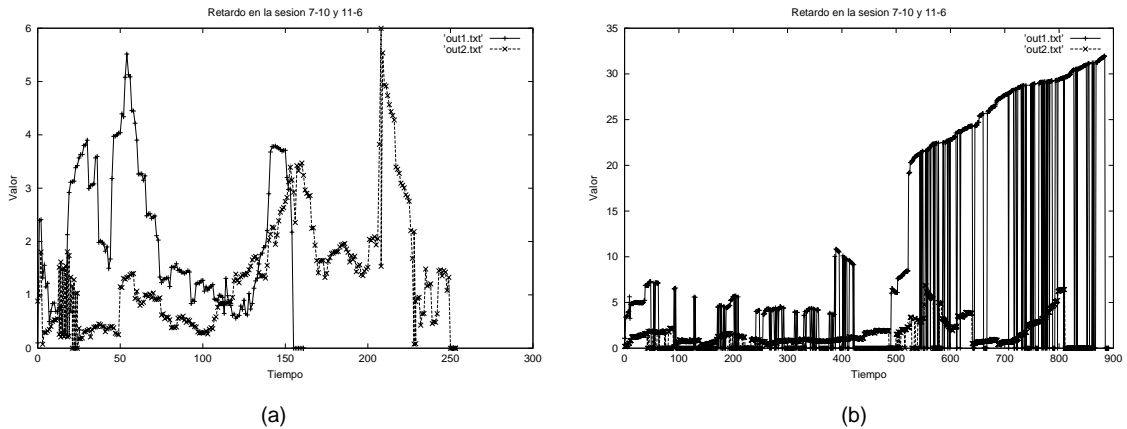
$$f_r = \frac{\sigma^2}{\bar{x}} \quad (4)$$

where:  $f_r > 1$  tráfico pico,  $f_r < 1$  tráfico liso,  $f_r = 1$  tráfico Poisson.





**Figura 2.** Gráficas de retardo en sesiones diferentes.



**Figura 3.** Retardo de dos diferentes sesiones con el servicio de voz bajo TCP y UDP.

## 61. Retardo en la red ad-hoc

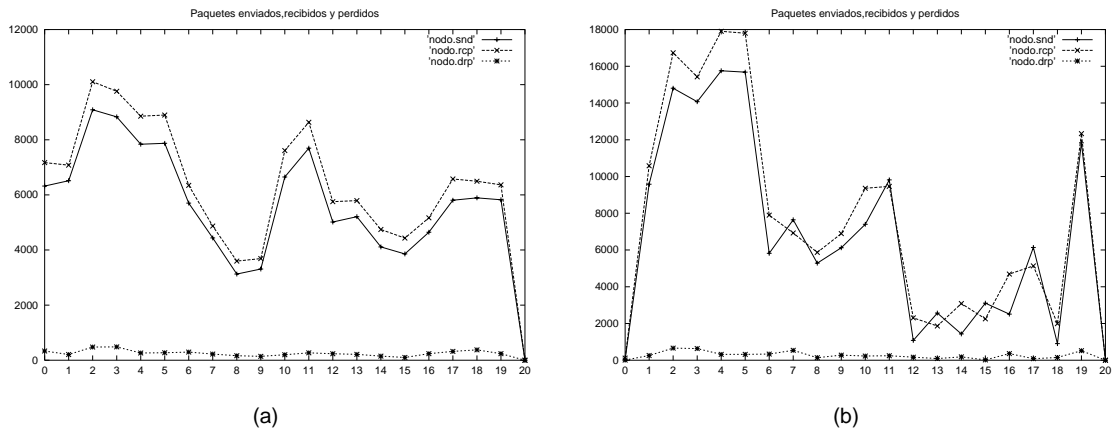
Para analizar el desempeño de la red ad-hoc desde la perspectiva de retardo, se tomaron en cuenta dos sesiones, a partir de las cuales se hará el estudio del comportamiento del sistema en función del retardo.

En la figura 2 se muestra el retardo que existe en dos tipos de sesiones para el servicio de voz. La tabla 1 muestran los valores que corresponden a éstas gráficas.

En la grafica 3 Se observa el retardo con respecto al servicio de voz de las dos diferentes sesiones, pero usando dos diferentes tipos de protocolos en la capa de transporte: TCP y UDP; la movilidad de la red esta en 10m/s.

**Cuadro 1.** Valores para las gráficas

	Sesión	
	7-10	7-6
Paquetes enviados	893	860
Paquetes recibidos	474	722
Paquetes perdidos	419	138
Varianza	1.8791	1.1286
Promedio	2.1518	0.9642
fr	0.7830	1.5187



**Figura 4.** Pérdidas para los escenarios I y II.

## 62. Pérdidas en la red ad-hoc

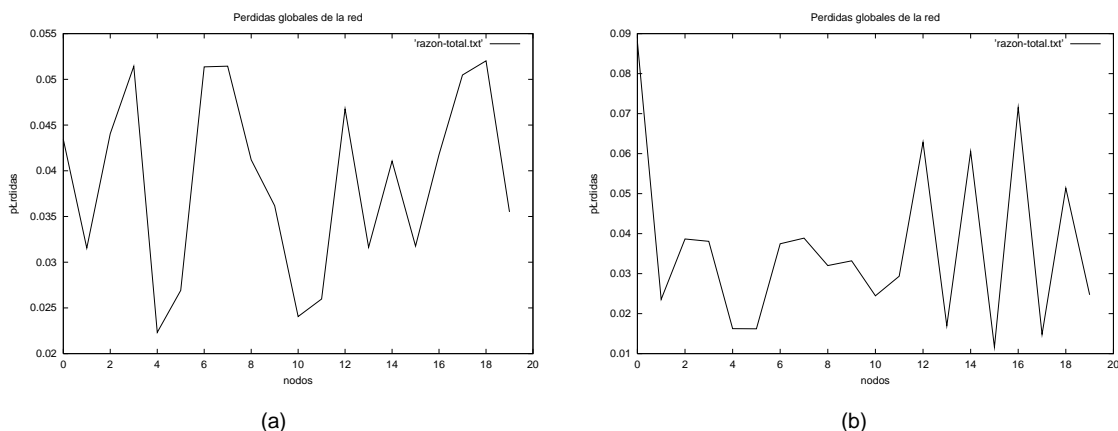
Al igual que el estudio de retardo, se tienen dos posibles escenarios. En este caso no habrá medición en función de una sesión, es de interés observar las pérdidas globales de la red.

En la figura 4, se muestran las pérdidas en dos sesiones de la red ad-hoc, teniendo un escenario de movilidad de 10m/s. En el primer caso se trata de la sesión 7-10 que usa el protocolo TCP para la capa de transporte y el segundo caso se ilustra la sesión 11-6 que usa UDP para la capa de transporte. Las estadísticas de estas sesiones se muestran en la tabla 2.

Finalmente en la figura 5, se muestran las perdidas globales de la red ad-hoc, en primer caso usando

**Cuadro 2.** Valores para las gráficas

	Sesión	
	11-10	11-6
Paquetes enviados	163	271
Paquetes recibidos	156	267
Paquetes perdidos	7	4
Varianza	1.6553	1.1751
Promedio	2.1141	1.3691
fr	0.7830	0.8583



**Figura 5.** Pérdidas totales en la red TCP y UDP.

TCP como protocolo de la capa de transporte tomando en cuenta todas las sesiones y los dos tipos de servicios. Para el segundo caso se hacen las mismas consideraciones, lo único que se modifica es el protocolo para la capa de transporte, usando en este caso UDP.

## 7. Conclusiones

Los sistemas de comunicación evolucionan de acuerdo a las demandas actuales; uno de los esquemas más innovadores son las redes de comunicación inalámbrica jerárquicas ad-hoc. Debido a su reciente planteamiento, las herramientas tanto de software como de hardware están en desarrollo, presentando deficiencias que los investigadores deben mejorar para así obtener un avance mayor en la construcción y perfeccionamiento de éstos sistemas de comunicación. Tal es el caso de este trabajo de investigación, en donde se presentan las contribuciones que se le hicieron al código del simulador NS-2. Con estas modificaciones, es posible realizar un análisis detallado del comportamiento de la red ad-hoc, que permitirá hallar los puntos en los que se puede mejorar el proceso de comunicación de la red ad-hoc. Facilitando así, el proceso de evolución de los sistemas ad-hoc.

## Referencias

- [1] L. Subramanian C. Chuah and R. Katz. A scalable framework for traffic policing and admission control. *Report No. UCB//CSD-1-1144, Computer Science Division (EECS) University of California Berkeley*, pages 1–28, 2001.
- [2] K. Fall and K. Varadhan. *The NS Manual (formerly NS Notes and Documentation)*. The Vinit Project, United States of America, 2001.
- [3] D. B. Jonhson. Y-C. Hu J. Broch, D. A. Maltz and J. Jetcheva. A performance comparison of multi-hop wireless ad hoc network routing protocols. *Proceedings of the fourth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking*, pages 1–12, October 1998.
- [4] D. B. Jonhson and D. A. Maltz. Dynamic source routing in ad hoc wireless networks. *Proceedings of the fourth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking*, pages 1–12, October 1998.
- [5] C. E. Perkins, E. M. Royer, S. R. Das, and M. K. Marina. Performance comparison two on-demand routing protocols for ad hoc network. *Personal Communications IEEE*, pages 16–28, February 2001.

[6] Charles E. Perkins. *Ad-Hoc Networking*. Addison-Wesley, New York, 2001.

## **Another Approach for Portfolio Selection using Evolutionary Programming for the Mexican Stock Exchange**

<p>CÉSAR A. COUTIÑO Departamento de Computación ITESM Campus Ciudad de México Calle del Puente 222, Tlalpán, D. F. MÉXICO ccoutino@campus.ccm.itesm.mx</p>		<p>JOSÉ TORRES-JIMÉNEZ Departamento de Computación ITESM Campus Cuernavaca A.P. 99-C, Cuernavaca, Morelos MÉXICO jtorres@campus.mor.itesm.mx</p>
--	--	--

*Abstract:* - This paper presents an approach for portfolio selection using evolutionary programming as a tool for optimization. The goal is to find the mix of stocks that minimize risk expressed as standard deviation for a certain expected return. Two alternatives approaches are developed (Hillclimbing and Random) to measure the performance of the modified genetic algorithm.

**EVALUATING RCMA IN CDMA NETWORKS IN THE INTEGRATION OF SERVICES USING MULTIUSER INTERFERENCE.** César Vargas Rosales and Rey F. Gonzalez. Centro de Electrónica y Telecomunicaciones, Campus Monterrey, ITESM.

In this article, we evaluate the Reservation Code Multiple Access (RCMA) scheme to integrate services in a DS-CDMA cellular system carrying multirate traffic produced by voice mobile stations and  $\delta$  different data type mobile terminals. The main objective is to obtain a mathematical model that helps to evaluate the performance and capacity of the system in order to assess the effects of service integration in the network. The system evaluated considers in the analysis the multiuser interference factor, the probability of a successful transmission while other users transmit, and a homogeneous transmission line rate. Capacity of the number of users supported as a function of the user type with the highest service quality. We evaluate the system performance in terms of speech packet dropping probability, message loss probability and data packet average delay. We conclude that CDMA system capacity is improved if RCMA is used to control the access medium and it depends on the service quality to be provided.

## **FRACTIONAL FACTORIAL DESIGN OF EXPERIMENTS FOR PEM FUEL CELL PERFORMANCES**

**IMPROVEMENT.** Roberto C. Dante, José L. Escamilla, Vicente Madrigal, Thomas Theuss, Juan de Dios Calderón, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Mexico City Campus (ITESM CCM); Omar Solorza, Rubén Rivera , Center of Advanced Research (CINVESTAV).

A fractional experimental design, at two levels and four factors, has been carried out in order to improve the power output of a commercial stack PEM fuel cell with seven graphite plates at about atmospheric hydrogen pressure. The factors considered were: both hydrogen and oxygen pressures and flow rates. An orthogonal and fractional matrix array was used in order to reduce time execution with eight experiments instead of the full factorial design of sixteen experiments.

The experiments showed that not all the conditions have stable power output with the considered hydrogen pressure, but that it is possible to stabilize it especially with high oxygen flow rates.

A comparison has been carried out between this commercial fuel cell and PEM fuel cell device manufactured in Mexico by Monterrey Technology Institute and Advanced Studies, Mexico City Campus (ITESM CCM).

# **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA INTERNACIONAL DE LA AIPCR DE MEDIDAS DE TEXTURAS Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MONTERREY, MÉXICO**

Carlos Humberto Fonseca Rodríguez, Alberto A. Caballero Gómez y Oscar A. Aviles Sánchez

Actualmente en la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, ubicada en el noreste mexicano se está tratando de proveer superficies de rodamiento de los pavimentos flexibles de una textura que proporcione a los pavimentos nuevos y existentes de una alta resistencia al deslizamiento y con esto disminuir el alto índice de accidentes automovilísticos en días lluviosos. El proyecto de investigación realizado nace de una iniciativa del Gobierno del Estado de Nuevo León cuyas autoridades de Obras Públicas encargan al Centro de Diseño y Construcción y al Departamento de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey investigar el tópico de deslizamiento en pavimentos con el fin de poder dar alternativas de solución para la problemática existente. El proyecto inicia hace dos años con el diseño de tres microaglomerados en caliente, tres carpetas de graduación abierta y un tratamiento superficial, empelando materiales pétreos de formación calizas, dolomitas y escorias y cementos asfálticos modificados con SBS, con una duración de siete meses. Posteriormente, hace seis meses se construyen tres tramos en tres sitios de la zona metropolitana de Monterrey. Posteriormente se le ha dado un seguimiento mediante campañas de auscultación tratando de observar la evolución de los parámetros de microtextura y macrotextura, empelando el péndulo de fricción inglés (ASTM E 303-93) y el método volumétrico del círculo de arena (ASTM E 965-96), respectivamente. Con estos valores se han desarrollado gráficos del Índice de Fricción Internacional, IFI, y con el mismo se están buscando valores límites que definan el buen o mal funcionamiento de la superficie de rodamiento de los pavimentos de Monterrey. Adicional a estos tratamientos se le da seguimiento a otras superficies y de todos los resultados obtenidos hemos podido formar una base de dato de valores que servirán de apoyo estadístico para poder elaborar conclusiones contundentes.

Palabras clave: Pavimentos flexibles, Microtextura, Macrotextura, Fricción

## **1.-Introducción.**

Las características de fricción de la superficie de los pavimentos asfálticos se ven afectadas por diferentes condiciones que intervienen de manera negativa, lo cual hace que los accidentes que se dan por derrapamiento de los vehículos ocurran frecuentemente. Sin embargo, no hay que perder de vista



que adicional a estas condiciones que se mencionan adelante, existen elementos no inherentes a las características que intervienen de una forma muy importante, como son: las condiciones ambientales, el tipo de vehículo, el diseño de la infraestructura y el conductor.

A continuación se listan algunas de las condiciones superficiales que potencia la falta de seguridad en los usuarios de las carreteras, [1], éstas son:

- Exudación de cemento asfáltico y cubriendo los agregados pétreos que le proporcionan textura a la superficie.
- Pulimentación de agregado con microtextura lisa, lo cual disminuye la fricción entre el agregado pétreo y la rueda.
- Macrotextura lisa, la cual carece de canales que drenen el agua de la superficie.
- Deformaciones plásticas permanentes (roderas), las cuales retienen el agua después de la lluvia y favorecen el hidroplaneo.
- Pendientes transversales inadecuadas, las cuales retienen el agua sobre el pavimento por largo tiempo, reducen la fricción e incrementan el espesor de la película de agua potenciando el hidroplaneo.

En la actualidad existen muchos métodos para poder determinar el coeficiente de fricción entre la superficie de rodamiento del pavimento y la superficie de la rueda del vehículo. Al existir estas dos superficies, la fricción entre ellas depende de características de ambas; en cuanto al pavimento ya se mencionaron con anterioridad, pero en cuanto a la rueda hay características como son el tipo de rueda, la presión de inflado, la velocidad de desplazamiento, si la rueda se bloque totalmente o no, si hay humedad entre ambas superficies, etc. Sin embargo, estos métodos de evaluación de la fricción fijan estas variables con el fin de obtener un procedimiento normalizado y así poder realizar comparaciones entre mediciones distantes en tiempo y espacio. Por los principios básico de física se llegó a definir el concepto de "Número de Deslizamiento", SN (siglas por su nombre en inglés). La fricción en la superficie del pavimento la podemos definir como la fuerza que se desarrolla en la rueda cuando esta deja de girar, se frena y comienza a deslizarse. Esta fuerza se define como:

$$F = W \quad \text{Ec. (1)}$$

donde:

- F = La fuerza aplicada a la rueda debido al contacto entre rueda y pavimento, en N.  
= Coeficiente de fricción que depende de la textura del pavimento.  
W = Peso que transmite la rueda al pavimento, en N.

El Número de Deslizamiento es el producto de por 100, por lo tanto despejando de la expresión anterior se tiene que:

$$SN = 100 = 100 [F/W] \quad \text{Ec. (2)}$$

Algunos métodos que existen para medir el SN son especificados por ASTM E 274 "Standard Test Method for Skid Resistance of Paved Surfaces Using a Full-Scale Tire", especificando para este caso el tipo de rueda mediante la norma ASTM E 501. Otro método que se ha popularizado mucho es el recogido en la norma ASTM E 670 "Standard Test Method for Side Force Friction on Paved Surfaces Using the Mu-Meter". El método más natural que puede ser empleado en la medición de la fricción de un pavimento es someter a un vehículo con ciertas características a un proceso de frenado bloqueando sus cuatro ruedas sobre la superficie a evaluar. Las normas ASTM especifican este método como E 445 "Standard Test Method for Stopping Distance on Paved Surfaces Using a Passenger Vehicle Equipped with Full-Scale Tires", en el cual se define la variable Número de la Distancia de Parada, SDN (siglas por su nombre en inglés), y la expresión que se emplea para su evaluación es:

$$\text{SDN} = \left[ \frac{V^2}{254S} \right] \quad \text{Ec. (3)}$$

donde:

SDN = Número de la Distancia de Parada.

V = Velocidad del vehículo, en Km/h.

S = Distancia de frenado, en m.

Un objetivo importante con el que un pavimento debe de cumplir es con proveer a los usuarios de una infraestructura vial con superficie *cómoda* y *segura*, para transitar de una manera *rápida* y *económica*. Para que un pavimento garantice esto, debe poseer características que lo habiliten de una capacidad funcional adecuada, de tal forma que, todos los deterioros que actúan en contra de estas características sean reducidos o tratar que su aparición sea a mayor plazo. Sin olvidarse de la importancia de la *función estructural* de un pavimento, no hay que perder de vista algo que hoy en día es mucho más importante, su *aspecto funcional*.

La capa del pavimento asfáltico con mayor responsabilidad para proveer una superficie *cómoda* y *segura* es la capa de rodamiento. Su construcción debe ser hecha con mezclas asfálticas que presenten una alta macrotextura, baja reflexión de la luz, buena absorción del ruido interior y exterior del vehículo por rodamiento, baja proyección del agua por lluvia, bajo desgaste de neumáticos, etc. Estas características funcionales se han asociado con factores como la textura y la regularidad superficial de la capa de rodamiento de los pavimentos y ambos factores pueden ser definidos de acuerdo a variables inherentes a ellos.

Dentro de la textura, se tienen variables como *microtextura*, *macrotextura* y *megatextura*, con estos tres tipos de irregularidades se pueden definir la textura de un pavimento y por lo tanto clasificarlo. La *microtextura* define el grado de aspereza de la superficie del pavimento, la *macrotextura* su rugosidad y la *megatextura* está asociada con el desprendimiento del agregado grueso (peladuras) y baches.

Para lograr una buena adherencia entre el neumático y el pavimento a *bajas velocidades*, la *aspereza* o *microtextura* juega un papel muy importante, por otro lado, la *macrotextura* es necesaria para mantener esa adherencia a *altas velocidades* y con *pavimento mojado*, por lo tanto, es recomendable tener un pavimento con *macrotextura suficientemente gruesa* y con *microtextura áspera*. Sin embargo, hay que tener en cuenta que pavimentos con fuerte *macrotextura*, muy rugosos, inciden en un mayor desgastes de los neumáticos y son más ruidosos. La alta *macrotextura* y la falta de regularidad superficial son condiciones no deseables para el usuario ya que inciden negativamente en comodidad y gastos de mantenimiento de los vehículos.

Uno de los deterioros que experimentan las capas de rodamiento de los pavimentos asfálticos es el *alisamiento* o *pulimentación* de su superficie, situación que conlleva a la pérdida sustancial de la fricción longitudinal y transversal de dicha capa. Esta situación es debida a la baja resistencia que la mezcla asfáltica presenta bajo los efectos abrasivos del tránsito, sobre todo cuando se emplean agregados calizos, considerados blandos, cementos asfálticos de alta penetración, considerados blandos y granulometrías muy cerradas, consideradas densas. Considerar en la granulometría de la mezcla agregados gruesos silíceos, como el granito, garantiza una mayor resistencia a los efectos abrasivos ya que son materiales de mayor dureza. Sin embargo, esto no es siempre económicamente factible por la carencia de bancos de materiales con estas características en zonas cercanas a las obras. El empleo de cementos asfálticos de menor penetración (40/50 ó 60/70), convencionales o modificados con polímeros, reduciría el efecto de alisamiento en épocas de altas temperaturas, ya que en estas condiciones ayudan a mantener una mejor consistencia de la mezcla asfáltica. El problema tiene que verse y enfocarse de forma sistémica, un sistema dentro del cual existen una serie de etapas a corto, mediano y largo plazo, las cuales tienen que irse desarrollando cronológicamente para su buen funcionamiento. Los Sistemas de Administración de Pavimentos, SAP, proporcionan una buena alternativa para llevar a cabo estos propósitos y a largo plazo alcanzar pavimentos que brinden un servicio excelente a los usuarios. [2].

## 2. Metodología

**a) Diseño de microaglomerados en caliente.** Una de las soluciones que se desarrolló en el Laboratorio de Asfaltos del ITESM, Campus Monterrey, fueron tres un microaglomerado en caliente, (M1, M2 y M3), [2], con una alta macrotextura y empleando en el material pétreo grueso, mayor de malla No. 4, un cien por ciento de material de procedencia caliza de la región, escorias de acería y dolomitas, estos dos últimos mezclados con el primero.

- M1 Mezcla asfáltica con granulometría tipo SMA, con tamaño máximo de agregado de 12 mm. El material pétreo es su fracción gruesa (> Malla No. 4) es una combinación de grava dolomita y grava caliza, en su fracción fina (< Malla No. 4) es 100% arena calizas y el rellenedor (< Malla No. 200) es 100% calizo.
- M2 Mezcla asfáltica con granulometría tipo SMA, con tamaño máximo de agregado de 12 mm. El material pétreo es su fracción gruesa (> Malla No. 4) es una combinación de grava escoria de acería y grava caliza, en su fracción fina (< Malla No. 4) es 100% arena calizas y el rellenedor (< Malla No. 200) es 100% calizo.
- M3 Mezcla asfáltica con granulometría tipo SMA, con tamaño máximo de agregado de 12 mm. El material pétreo es su fracción gruesa (> Malla No. 4) es 100% grava caliza, en su fracción fina (< Malla No. 4) es 100% arena calizas y el rellenedor (< Malla No. 200) es 100% calizo.

Algunos de los parámetros obtenidos del diseño de estos tres microaglomerados se muestran en la Tabla 1, 2 y 3, a continuación.

Parámetro Medido	M1	M2	M3
Contenido de Cemento Asfáltico, en %	4.6	4.7	4.6
Densidad aparente, en g/cm <sup>3</sup>	2.415	2.522	2.371
Estabilidad Marshall, en Kg	960	1067	831
Flujo Marshall, en mm	4.3	4.5	4.4
Vacios en la Mezcla Asfáltica, en %	5.5	7.0	3.9
Vacios en el Agregado Pétreo, en %	15.8	18.0	14.0
Estabilidad Marshall tras inmersión, 24 horas a 60°C, en Kg	970	1152	966
Estabilidad retenida, en %	100	100	100
Resistencia a tensión indirecta, 25°C, en kg/cm <sup>2</sup>	6.8	8.0	6.6
Resistencia a tensión indirecta, 25°C, tras inmersión 24 h a 60°C, en Kg/cm <sup>2</sup>	6.6	8.3	6.4
Tensión indirecta retenida, en %	97	100	97

**Tabla 1.** Parámetros de diseño para las mezclas asfálticas M1, M2 y M3. [2].

Parámetro Medido	M1	M2	M3
Deformación plástica, en mm, a 8520 pasadas	4.4	5.2	7.1
Velocidad de Deformación, en mm/min, entre 6390 y 8520 pasadas	0.059	0.025	0.135
Densidad aparente, en g/cm <sup>3</sup>	2.126	2.201	2.126
Densidad aparente con relación a la densidad Marsahll, en %	88	87	90

**Tabla 2.** Parámetros de diseño para todas las mezclas asfálticas. [2].

Parámetro Medido	M1	M2	M3
Coefficiente de Resistencia al Deslizamiento, CRD (NLT – 175/88) (ASTM E303-93), 25°C.	0.77	0.83	0.77

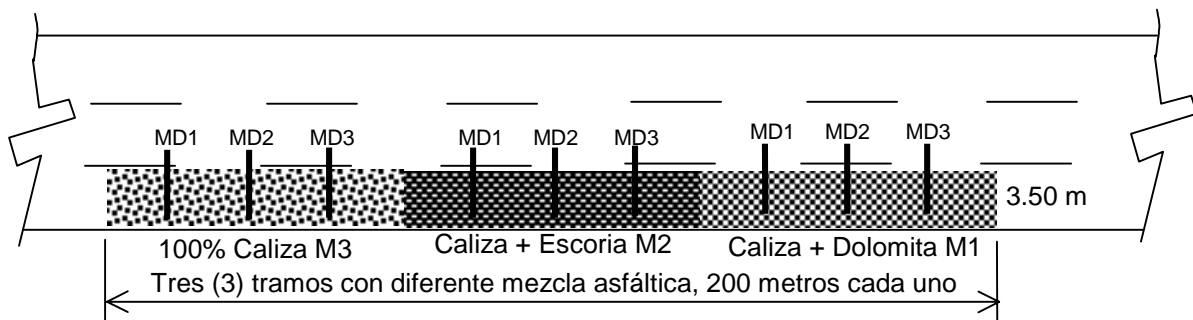
**Tabla 3.** Parámetros de diseño para todas las mezclas asfálticas. [2].

**b) Construcción de tramos de prueba con microaglomerados en caliente.** Con el propósito de conocer cómo evoluciona la fricción de la superficie del pavimento se construyeron en la Ciudad de Monterrey tres tramos de prueba ubicados en las Avenidas Ignacio Morones Prieto, Colón y Fidel Velázquez. En cada uno de los tres tramos con diferente tránsito se construyeron los tres tipos de mezclas asfálticas, M1, M2 y M3. La textura de estas mezclas es como la que se muestra en la Foto 1 a continuación. Es importante mencionar que en el tercer tramo construido, Avenida Ignacio Morones prieto, solamente se construyó el microaglomerado M3 (100% Caliza) debido a que por ajustes de la planta dosificadora se agotó la dolomita y la escoria necesaria para fabricar los dos tipos diferentes. En cada uno de los tres tramos, en un área de 200 metros de longitud y 3.50 metros de ancho se escarificaron 0.03 metros de la carpeta asfáltica existente. Esta se repuso con los microaglomerados M1, M2 y M3. En la Figura 1 se pueden apreciar la colocación de los tres microaglomerados en los tres sitios elegidos para su estudio. En cada uno de los tramos se colocaron marcas fijas para proceder a la medición periódica de variables que indicarán la evolución de la fricción y textura de cada uno de estas aplicaciones. Es importante mencionar que como tramo testigo se tiene el construido con la mezcla asfáltica con 100% caliza o tipo M3. Durante la construcción de los tramos de prueba, en la planta de fabricación de la mezcla asfáltica se elaboraron mediante el procedimiento de compactación Marshall probetas y se tomaron suficientes muestras de las tres mezclas asfálticas. Lo anterior con la finalidad de evaluar para las mezclas asfálticas los parámetros de diseño contenidos en las Tablas 1, 2 y 3.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que todos los parámetros evaluados cumplen con los valores que se tenían de diseño excepto las deformaciones plásticas permanentes. Estas últimas excedieron los valores de diseño en un 25% en promedio.



**Foto 1.** Textura de microaglomerados construidos en los tres tramos de prueba.



**Figura 1.** Tramos construidos y puntos donde se realizaron las mediciones.

**c) Programa de auscultación y análisis de resultados obtenidos.** La campaña de auscultación de los tres tramos se planeó para tener una duración de un año y a fecha de este escrito se puede decir que el programa de auscultación está a la mitad de los planes establecidos. Los tramos de pruebas se construyeron en Noviembre de 2001 y a partir de esta fecha se medirán los parámetros de fricción y textura cada dos meses iniciando el mes de Febrero. Para los tres tramos de prueba inspeccionados se tomaron tres medidas en cada uno de los tres puntos que se indican en la Figura 1, MD1, MD2 y MD3, los cuales se encuentran en las estaciones ubicadas a 50, 100 y 150 metros a partir del inicio de cada tramo. En estos puntos se están evaluando:

- **Macrotextura**, método volumétrico del círculo de arena (ASTM E 965-96).
- **Microtextura**, método del péndulo de fricción inglés (ASTM E 303-93).
- **Número de la Distancia de Parada**, método de frenado a escala real (ASTM E 445/445M – 88).

Resultados de los valores promedios de estas mediciones para los tres sitios pueden observarse en la Tabla 4. El SITIO 1 corresponde a las mediciones en las tres mezclas asfálticas de la Avenida Fidel Velásquez, el SITIO 2 son mediciones de la Avenida Colón y SITIO 3 son mediciones de Avenida Ignacio Morones Prieto. Como ya se había comentado con anterioridad, en el SITIO 3 no se construyeron los tramos de prueba con la mezcla asfáltica tipo M2 y M1 por carencia de material al momento de tener todo planeado.

		M3			M2			M1		
		SITIO 1								
Norma ASTM		E 303	E 965	E 445	E 303	E 965	E 445	E 303	E 965	E 445
F	28/Nov/01	0.72	1.80	-	0.76	1.03	-	0.71	0.87	-
	23/Feb/02	0.37	1.08	47.5	0.43	0.51	60.3	0.40	0.44	59.6
	23/Abr/02	0.43	0.85	39.7	0.45	0.50	54.7	0.45	0.34	52.9
E	SITIO 2									
	28/Nov/01	0.47	1.50	69.6	0.50	0.90	66.7	0.42	0.86	98.2
	23/Feb/02	0.37	0.91	51.4	0.42	0.47	64.1	0.34	0.56	69.7
C	23/Abr/02	0.43	0.54	41.0	0.45	0.46	52.0	0.40	0.32	60.7
	H	SITIO 3								
		28/Nov/01	0.57	1.25	90.2	-	-	-	-	-
23/Feb/02		0.41	0.99	70.9	-	-	-	-	-	-
A	23/Abr/02	0.47	0.67	58.7	-	-	-	-	-	-

**Tabla 4.** Resultados promedios de al menos tres mediciones en cada mezcla asfáltica.

Con estos resultados se puede concluir que el comportamiento de la mezcla asfáltica con escorias es la que ha conservado los valores de fricción y macrotextura con menos cambios desde la fecha de su construcción hasta Abril de 2002. El mismo comportamiento se puede observar para esta mezcla asfáltica para los valores de SDN (ASTM E 445). De acuerdo a la Ecuación (3), al calcularse el valor de SDN con una velocidad constante de medición de 60 Km/h, su valor será mayor a medida que la Distancia de Frenado sean menor, condición que es más favorable hacia la seguridad ya que el vehículo requiere de menor distancia para detenerse sobre una superficie mojada. Con los valores promedios de las mediciones obtenidas del péndulo de fricción y corregidas a una temperatura de 20°C y de las alturas promedio del círculo de arena, se procede a determinar los parámetros que definen al Índice de Fricción Internacional empleando la Norma ASTM E 1960. A continuación se presenta de manera breve el procedimiento establecido por esta norma.

Determinación del parámetro **Sp**. La constante de velocidad **Sp** puede ser determinada mediante una regresión lineal en función de la medida en campo de la *macrotextura* (*Tx*) siendo este la profundidad media del perfil, tal que:

$$Sp = a + (b * Tx) \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde los valores de las constantes a y b para cada uno de los diferentes equipos de medidas de fricción se presentan en la Tabla 5 a continuación:

Prueba	a	b
MPD por ASTM E 1845	14.2	89.7
MTD por ASTM E 965	-11.6	113.6

**Tabla 5.** Valores de a y b para la estimación de la constante de velocidad tomada de la Norma ASTM E 1960.

Determinación del parámetro **F60**.

Para la estimación de **F60** se establece el tipo de equipo a emplear y se realiza la medición de la fricción FRS en una sección de un pavimento dado. Se determina la velocidad S que depende del tipo de la rueda de medición y de la velocidad V del vehículo de arrastre de acuerdo a lo que se indica en la Tabla 6.

Tipo de Equipo	Ecuación para determinar S
Con rueda bloqueada	$S = V$
Con rueda parcialmente bloqueada	S = V por el % de deslizamiento
Con rueda oblicua	$S = V \text{ por el } \text{Sen } \theta$ , donde $\theta$ = ángulo de esviaje

**Tabla 6.** Ecuaciones para determinar S según el tipo de equipo

Se determina el valor de la constante FR60 usando el valor de la fricción FRS obtenida en campo con algún equipo a la velocidad de deslizamiento S a partir de la ecuación

$$FRS = FR_{60} * e^{\frac{60 - S}{S_p}} \quad \text{Ec. (5)}$$

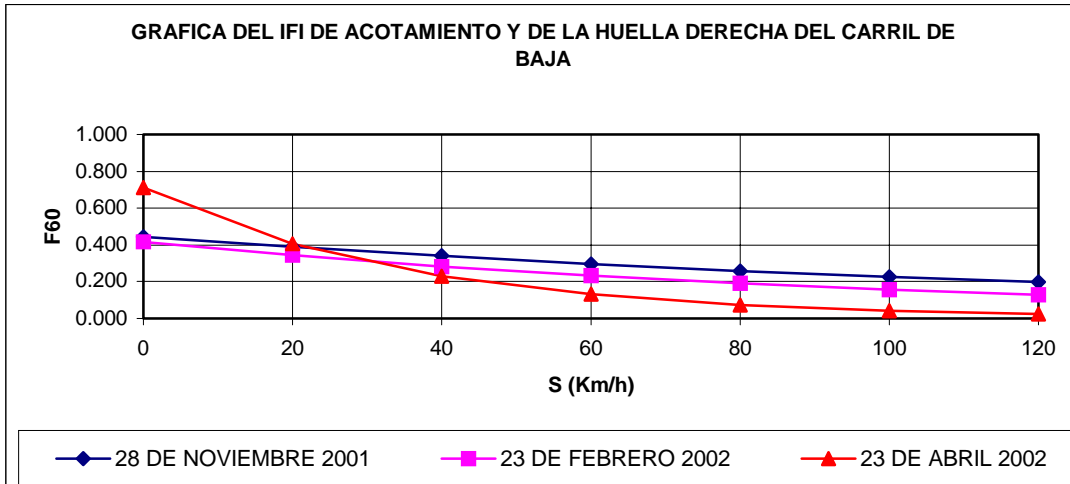
de donde despejando FR60 se obtiene:

$$FR_{60} = FRS * e^{\frac{S - 60}{S_p}} \quad \text{Ec. (6)}$$

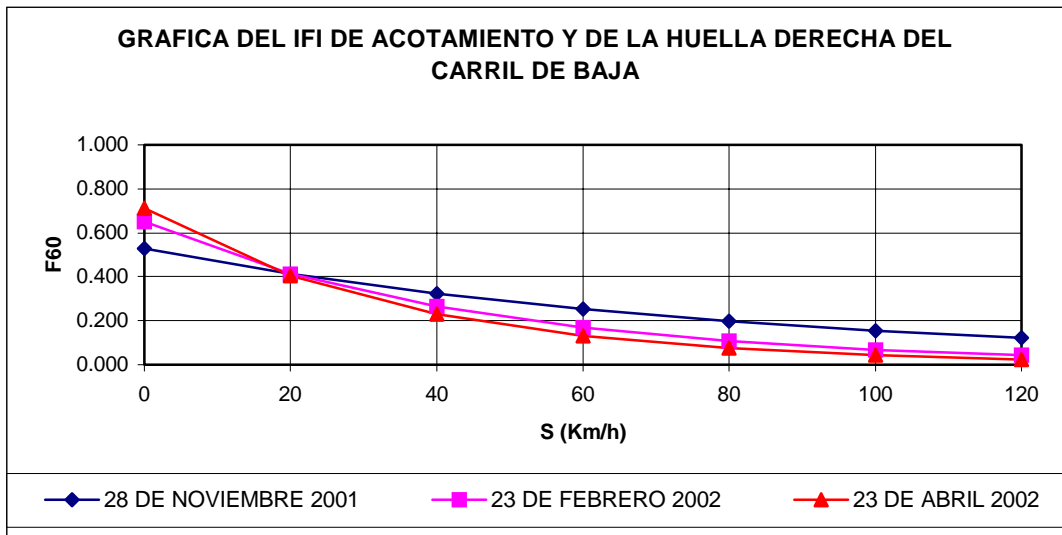
Finalmente se obtiene el valor buscado de F60 a través de la siguiente correlación con FR60 establecida por el experimento AIPCR:

$$F60 = A + (B * FR60) \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde A y B son constantes según el equipo utilizado para medir la Fricción y sus valores se muestran en la siguiente Tabla dada por la Norma ASTM E 1960. Algunos de los resultados que se tienen para los SITIOS evaluados se pueden apreciar en las Figuras 2, 3 y 4. Entre los tres tipos de mezclas asfálticas se puede apreciar que la que contiene escorias de acería presenta cambios menores de una fecha de medición a otra. Esto hace pensar que los parámetros de fricción permanecerán constante en el tiempo, teniendo como consecuencia una mayor durabilidad y un mejor nivel de servicio funcional. Por otro lado, hay que pensar en un mejor diseño de mezclas asfálticas, empleando escorias de acería con un porcentaje mayor de retenido en la Malla No. 4 al empleado en este trabajo, de tal forma que se obtengan mejores valores iniciales, o sea que desde su construcción presenten valores de fricción y círculo de arena que mejoren las condiciones de fricción. Esto hará que con el paso del tiempo se tengan mejores valores del Índice de Fricción Internacional.

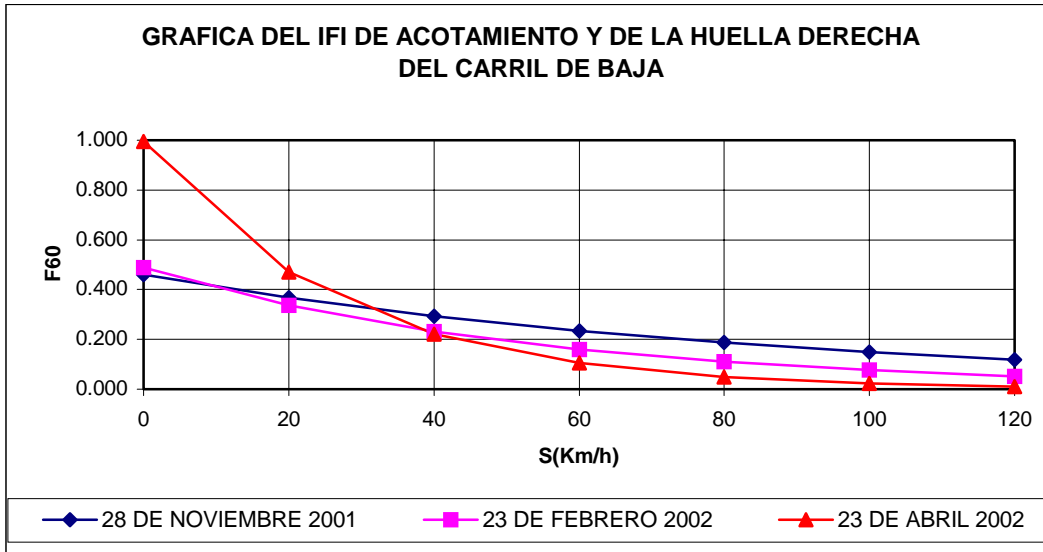


**Figura 2.** Curvas del IFI para la Avenida Colón con mezcla asfáltica 100% caliza.



**Figura 3.** Curvas del IFI para la Avenida Colón con mezcla asfáltica caliza-escoria.





**Figura 4.** Curvas del IFI para la Avenida Colón con mezcla asfáltica caliza-dolomita.

#### 4. Conclusiones

Como conclusiones se pueden mencionar los siguientes aspectos:

La experiencia vivida en el diseño de mezclas asfálticas fue muy importante ya que se trabajó con el ensayo de tensión indirecta antes y después de inmersión y con el ensayo ITESM-Wheel Tracking. Ambos ensayos empleados por primera vez en diseños de mezclas asfálticas, el cual se realiza con el ensayo Marshall, dando como resultado un aprendizaje para mejorar los diseños de estas mezclas asfálticas. En la construcción de los tramos de prueba se tuvo la experiencia de trabajar con cementos asfálticos modificados con polímeros SBS y se observó la importancia de compactar la mezcla asfáltica a una temperatura mayor que la requerida por un cemento asfáltico convencional. De los tres tipos de mezclas asfálticas se pudo concluir que la que lleva escorias de acería presentan un mejor comportamiento. Sin embargo, se concluye también que si se incrementa el porcentaje de escorias en la fracción gruesa del agregado pétreo retenido en la Malla No. 4 se obtendrán mejores valores del Índice de Fricción Internacional iniciales. Con los resultados finales de este trabajo que se obtendrán para Septiembre de 2002, es posible definir para el área conurbana de Monterrey los valores límites inferiores del IFI que puedan garantizar a mediano plazo superficies cómodas y seguras para los usuarios. De esta forma se puede contribuir a reducir tasa de hasta 250 accidentes por hora al inicio de una lluvia en el área metropolitana.

#### 4. Referencias

- [1] Huang, Y. H., "Pavement Analysis and Design", Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1993.
- [2] Fonseca, C.H. y Serment, V.A., "Mezclas Asfálticas Antiderrapantes como Solución a las Superficies de Rodamiento del Área Metropolitana de Monterrey", 11° Congreso Iberoamericano del Asfalto, CILA, Lima, Perú, 2001.
- [3] Asphalt Institute, "Métodos de Ligantes Asfálticos" Publicación No. FHWA-SA-94-068 Versión en Español traducida en Agosto de 1996, Washington, D.C. February 1995.

- [4] "American Society for Testing Material", Manual of Specification, USA. 2000.
- [5] Fonseca Rodríguez, C., Serment Guerrero, V. y Villalobos Dávila, R., (1999), "*Estudio Comparativo In Situ de Diferentes Alternativas de Tratamientos Superficiales en la Región Noreste de México*". Publicado y presentado en el 10 Congreso Iberoamericano del Asfalto. Asociación Española de Carreteras. Sevilla, España.
- [6] Fonseca Rodríguez, C., Serment Guerrero, V. y Villalobos Dávila, R., (1999), "*Estudio Experimental en Laboratorio Aplicando el Método UCL en la Caracterización de Cementos Asfálticos en México*". Publicado y presentado en el 10 Congreso Iberoamericano del Asfalto. Asociación Española de Carreteras. Sevilla, España.
- [7] Fonseca Rodríguez, C., Serment Guerrero, V. y Villalobos Dávila, R., (1999), "*Dosificación de Mezclas Asfálticas Abiertas y Drenantes Empleando el Método de Ensayo Cántabro de Pérdidas por Desgaste*". Memorias del Primer Congreso Nacional del Asfalto. México. pp. 145-154.
- [8] Fonseca Rodríguez, C., Serment Guerrero, V. y Villalobos Dávila, R., (1999), "*Empleo del Método UCL en la Caracterización de Cementos Asfálticos en México*". Memorias del Primer Congreso Nacional del Asfalto. México. pp. 221-233.

## Load Balancing in Parallel Implementation of Hydraulic Erosion Visual Simulations

Bedrich Benes

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Ciudad de Mexico,  
Calle del Puente 222, 14380 Mexico D.F  
beda@campus.ccm.itesm.mx  
<http://paginas.ccm.itesm.mx/~beda>

A load balancing in a parallel implementation of an algorithm visually simulating hydraulic erosion is introduced. Water flowing over the terrain surface captures particles of material and changes their location that has a great influence to the terrain morphology. The algorithms attempting to solve this processes require a high computational effort. A data parallel approach is used. Data representing the terrain is divided into strips and the work is assigned to different computational units. The work is asymmetrical, the parts of the terrain keeping water require higher computational effort than the dry ones. The chunks of data are evaluated and assigned to each computational unit in such a way to maintain equilibrium of the work distribution. At the end of every parallel step the data is collected, load balancing evaluated, and the work is redistributed again. The computational units communicate by message passing. The surface of Mars's data obtained from NASA Mars Orbital Laser Altimeter is used and we simulate water running over the terrain. We run the implementation on IBM R6000 with 12 CPUs and the runtime of the computational units with the load balancing differs approximately 10%.

This paper is accepted to International Symposium on Advanced Distributed Systems 2002 and will be printed by Springer-Verlag.

## **FLUJO TURBULENTO EN EVAPORACION SUBENFRIADA – EXPERIMENTOS Y SIMULACIONES**

Ramendra P. Roy, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Arizona State University, Tempe, AZ, 85287-6106 USA; Senhou Kang, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Arizona State University, Tempe, AZ, 85287-6106, USA; J. Asunción Zárate García, Centro de Energía Solar, Campus Monterrey, ITESM; André Laporta, Electricité de France, Departement Transferts Thermiques et Aerodynamiques, Chatou France.

Los flujos turbulentos en evaporación ocurren en muchos equipos ingenieriles importantes – por ejemplo, calderas, reactores nucleares, y sistemas de refrigeración. Para mejorar el diseño y el desempeño de estos equipos, se debe contar con modelos confiables. El desarrollo de esos modelos es posible solo si la estructura del flujo y los procesos de transporte son entendidos a detalle. El entendimiento de estos puede lograrse mediante información obtenida de experimentos fundamentales. En flujos turbulentos en evaporación subenfriada, la fase vapor típicamente se encuentra dispersa como burbujas en la fase líquida. Las burbujas se generan en y se desprenden de superficies calentadas (paredes calentadas) cuya temperatura es suficientemente mas alta que la temperatura de saturación local del fluido. La turbulencia juega un papel crucial en la distribución espacial de las burbujas y en el transporte de momentum y energía térmica en el líquido. Nosotros realizamos experimentos, modelación y simulación numérica de flujos turbulentos en evaporación subenfriada a través de un canal anular concéntrico. Solo la pared interior del canal se calentó, creando un regimen de flujo sufientemente aguas abajo en el canal. Las mediciones experimentales se hicieron en este régimen. En los experimentos se utilizó Refrigerante 113 como fluido de trabajo. En este trabajo presentamos los resultados experimentales y se describe la técnica experimental utilizada. Además, se describen las ecuaciones del modelo de dos fluidos, las relaciones constitutivas importantes y el software utilizados en la simulación numérica. En particular, se presentan - por primera vez - leyes de la pared para la velocidad y la temperatura promedio de la fase líquida las cuales se obtuvieron de los datos experimentales. Finalmente, se reportan y se comparan los resultados experimentales y los obtenidos en las simulaciones numéricas.

# Aplicación del Método de Puntos de Frontera a la solución del problema de elastoplasticidad en cuerpos isotrópicos bidimensionales

V. Romero<sup>1</sup>, S.Kanaun<sup>2</sup>

En este artículo se presenta el desarrollo de la aplicación del Método de Puntos de Frontera (Boundary Point Method, BPM) para la solución de las ecuaciones integrales de la teoría de elastoplasticidad aplicadas a problemas de cuerpos isotrópicos. Este método se basa en una clase especial de funciones de aproximación que simplifican sustancialmente la construcción de la matriz final del sistema algebraico lineal del problema. El método se aplica a un cuerpo rectangular bidimensional con una indentación en una cara lateral, sometido a una carga de tensión que se incrementa continuamente. En este trabajo aplicamos el modelo numérico desarrollado para la región de elastoplasticidad y los resultados obtenidos son comparados para diferentes tamaños de mallas en dos posiciones representativas para comprobar la precisión y eficacia del modelo.

**Palabras clave:** Método de Puntos de Frontera, Métodos Numéricos, Ecuaciones Integrales, Elastoplasticidad.

## 1. Introducción

En este artículo presentamos el desarrollo de un método numérico novedoso denominado Método de Puntos de Frontera (Boundary Point Method, BPM) [1], para la solución del problema de elastoplasticidad de cuerpos isotrópicos, y lo aplicamos al caso de una placa bidimensional con una indentación en uno de sus bordes. El BPM tiene algunas ventajas sobre otros métodos como el FEM (Finite Element Method) y el BEM (Boundary Element Method), entre las que destacan las siguientes:

- El BPM utiliza la solución de ecuaciones integrales, lo que reduce la dimensión del problema en uno;
- la acción de los operadores integrales del problema a las funciones de aproximación utilizadas se debe a la combinación de algunas funciones estandar que pueden ser tabuladas de forma sencilla, y mantenidas en la memoria de la computadora para ser usadas posteriormente en la solución, dando como resultado la reducción en el tiempo requerido para el cálculo de la matriz de coeficientes del sistema de ecuaciones lineal ;
- la discretización de la frontera para la definición del sistema de ecuaciones a resolver se basa en seleccionar puntos equidistantes;
- para la descripción de la frontera solamente son necesarias las coordenadas de los puntos sobre la frontera y la orientación de los planos tangentes a la frontera en cada punto o nodo.

Las funciones de aproximación de aproximación son del tipo Gauss que están concentradas en planos tangentes a la frontera del cuerpo en un número finito de puntos equidistantes predefinidos. La teoría de este tipo de aproximación fue desarrollada por V. Maz'ya y se puede encontrar en sus trabajos [4,5]. Estas funciones fueron usadas para la solución de un problema estático de elasticidad para

<sup>1</sup> M. I. Víctor Manuel Romero Medina: Profesor investigador del departamento de Ingeniería Mecánica del ITESM, Campus Estado de México, vromero@campus.cem.itesm.mx.

<sup>2</sup> Dr. Serguei Kanaun Mironov: Profesor investigador del departamento de Ingeniería Mecánica del ITESM, Campus Estado de México, kanaoun@campus.cem.itesm.mx.

un medio infinito con inclusiones gruesas y grietas [8], y en problemas dinámicos de elasticidad para áreas planas con grietas [9], en donde se obtuvieron resultados muy satisfactorios. La estructura de este artículo es la siguiente: En la sección 2 las ecuaciones del problema de elastoplasticidad para cuerpos isotrópicos se reducen a ecuaciones integrales en la frontera y que son diferentes de las usadas comúnmente. En la sección 3 las funciones de aproximación son utilizadas para obtener la solución del problema de elastoplasticidad. Estas funciones tienen forma de integrales unidimensionales que pueden ser tabuladas fácilmente y mantenidas en la memoria de la computadora. En la sección 4, el método se aplica al caso simple de una placa plana rectangular con una indentación triangular en una de las caras laterales (que puede ser considerada como una grieta), la cuál es sometida a una carga que se va incrementando gradualmente, hasta que la deformación plástica alcanza los límites establecidos como región de elastoplasticidad alrededor de la punta de la indentación. Se establece el procedimiento de cálculo mediante las ecuaciones de la ley de plasticidad, se describe el algoritmo para el proceso de cálculo iterativo y se presentan los resultados numéricos. El método se aplica para diferentes tamaños de malla rectangular de la región de elastoplasticidad (21, 41, 61 y 81 nodos por lado). Se comparan los esfuerzos y deformaciones equivalentes resultantes en dos líneas de interés dentro de la región plástica, para corroborar la precisión de los resultados y verificar que el incremento en el número de nodos de esta malla mejora la calidad de los resultados. En la sección 5 se presentan las conclusiones. En la sección 6 se presentan las figuras con los resultados derivados de la aplicación del método y finalmente en la sección 7 se presenta la bibliografía utilizada.

## 2. Ecuaciones integrales del problema de elastoplasticidad para cuerpos isotrópicos en 2D

### 2.1 Representación de los esfuerzos para el caso de elastoplasticidad

Consideremos un cuerpo isotrópico homogéneo que ocupa una región  $\Omega$  en el espacio con una frontera suave  $\Gamma$ . El material es homogéneo con tensor de módulo elástico  $\mathbf{C}$  ( $C_{ijkl}$  son las componentes de este tensor) y tiene en su interior una región definida en la que deformación plástica está presente. Para esta región interior, las ecuaciones constitutivas son las siguientes[6]:

$$\text{div } \boldsymbol{\sigma} = \mathbf{0} \quad ; \quad \boldsymbol{\sigma} = \mathbf{C}\boldsymbol{\varepsilon}^e \quad ; \quad \text{Rot}\boldsymbol{\varepsilon} = \text{Rot}(\boldsymbol{\varepsilon}^e + \boldsymbol{\varepsilon}^p) = \mathbf{0} \quad ; \quad \boldsymbol{\varepsilon}^p = \mathcal{F}(\boldsymbol{\sigma}), \quad (1)$$

en donde  $\boldsymbol{\varepsilon}^e$  es la deformación elástica,  $\boldsymbol{\varepsilon}^p$  es la deformación plástica,  $\text{Rot}$  es el operador de incompatibilidad de Saint-Venant [6], y  $\mathcal{F}(\boldsymbol{\sigma})$  es la función que representa el comportamiento de la deformación plástica  $\boldsymbol{\varepsilon}^p$  con respecto al tensor de esfuerzos  $\boldsymbol{\sigma}$ .

La representación del tensor de esfuerzos que satisface este sistema de ecuaciones diferenciales se puede escribir como [7]

$$\boldsymbol{\sigma} = \boldsymbol{\sigma}^\Gamma + \boldsymbol{\sigma}^p = \int_{\Gamma} \mathbf{S}(\mathbf{x} - \mathbf{x}') \cdot \mathbf{n}(\mathbf{x}') \cdot \mathbf{b}(\mathbf{x}') d\Gamma' + \int_{\Omega} \mathbf{S}(\mathbf{x} - \mathbf{x}') : \boldsymbol{\varepsilon}^p(\mathbf{x}') d\mathbf{x}' + \sigma_{33}\mathbf{e}_3 \otimes \mathbf{e}_3, \quad (2)$$

en donde  $\mathbf{n}(\mathbf{x})$  es el vector unitario normal a la frontera  $\Gamma$ ,  $\mathbf{b}(\mathbf{x})$  es el vector densidad arbitrario distribuido en  $\Gamma$ ,  $\mathbf{S}(\mathbf{x})$  es una función tensorial de rango cuatro definido como

$$S_{ijpq}(\mathbf{x}) = -C_{ijkl}\nabla_k\nabla_m G_{ls}(\mathbf{x})C_{mspq} - C_{ijpq}\delta(\mathbf{x}), \quad \nabla_i = \frac{\partial}{\partial x_i}, \quad (3)$$

aquí,  $\mathbf{x} = (x_1, x_2)$  es un punto del medio,  $\delta(\mathbf{x})$  es la función delta de Dirac y  $G_{ls}(\mathbf{x})$  es la función de Green que satisface la siguiente ecuación

$$\nabla_i C_{ijkl}\nabla_k G_{lm}(\mathbf{x}) = -\delta_{ij}\delta(\mathbf{x}), \quad (4)$$

con  $\delta_{ij}$  es el símbolo de Kronecker. La operación  $(\cdot) \cdot (\cdot)$  representa el producto escalar o producto interno entre un tensor y un vector y la operación  $(\cdot) : (\cdot)$  representa el doble producto interno entre un tensor de orden cuatro y un tensor de orden dos.

Como los vectores  $\mathbf{n}$  y  $\mathbf{b}$  se encuentran en el mismo plano, la primera integral del lado derecho de

la ec. (2) no tiene componente  $\sigma_{33}^{(1)} \mathbf{e}_3 \otimes \mathbf{e}_3$ . La segunda integral representa los esfuerzos debidos a la deformación plástica, es decir

$$\boldsymbol{\sigma}^p = \int_{\Omega} \mathbf{S}(\mathbf{x} - \mathbf{x}') : \boldsymbol{\varepsilon}^p(\mathbf{x}') d\mathbf{x}'. \quad (5)$$

Para el análisis de esfuerzos-deformaciones se tienen los dos casos siguientes:

**a) Estado de deformación plana.** En este estado, la componente de deformación  $\varepsilon_{33} = 0$ , por lo que  $\hat{\sigma}_{33}(\mathbf{x})$  toma la forma

$$\hat{\sigma}_{33}(\mathbf{x}) = \nu [\sigma_{11}(\mathbf{x}) + \sigma_{22}(\mathbf{x})] + \frac{\nu^2 E}{1 - \nu^2} \varepsilon_{33}^p(\mathbf{x}) \quad ; \quad \mathbf{x} = (x_1, x_2) \quad (6)$$

**b) Estado de esfuerzos planos.** En este estado, la componente  $\sigma_{33} = 0$ , por lo que  $\hat{\sigma}_{33}(\mathbf{x})$  tiene la representación siguiente

$$\hat{\sigma}_{33}(\mathbf{x}) = \frac{E}{1 - \nu^2} \varepsilon_{33}^p(\mathbf{x}) \quad (7)$$

La ecuación integral (2) para la densidad desconocida  $\mathbf{b}(\mathbf{x})$  debe satisfacer las condiciones de frontera

$$\boldsymbol{\sigma}(\mathbf{x}) \cdot \mathbf{n}(\mathbf{x})|_{\Gamma} = \mathbf{f}(\mathbf{x}), \quad (8)$$

donde  $\mathbf{f}(\mathbf{x})$  es el vector de fuerzas aplicadas en la frontera del cuerpo; por lo que la ecuación integral (2) toma la forma

$$\int_{\Gamma} \mathbf{T}(\mathbf{x}, \mathbf{x}') \cdot \mathbf{b}(\mathbf{x}') d\Gamma' = \mathbf{f}(\mathbf{x}) - \mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma}^p(\mathbf{x}'), \quad (9)$$

con

$$T_{ij}(\mathbf{x}, \mathbf{x}') = n_k(\mathbf{x}) S_{kijl}(\mathbf{x} - \mathbf{x}') n_l(\mathbf{x}). \quad (10)$$

El kernel del operador integral en la ec. (9) tiene una singularidad fuerte

$$\mathbf{T}(\mathbf{x}, \mathbf{x}') \sim |\mathbf{x} - \mathbf{x}'|^{-3} \text{ cuando } \mathbf{x}' \rightarrow \mathbf{x},$$

por lo que se debe definir un procedimiento de regularización para el cálculo de esa integral. En las referencias 3 y 10 se demuestra que la integral de la ec. (9) se puede entender en el siguiente sentido [7]

$$\int_{\Gamma} \mathbf{T}(\mathbf{x}, \mathbf{x}') \cdot \mathbf{b}(\mathbf{x}') d\Gamma' = \text{v.p.} \int_{\Gamma} \mathbf{T}(\mathbf{x}, \mathbf{x}') \cdot [\mathbf{b}(\mathbf{x}') - \mathbf{b}(\mathbf{x})] d\Gamma'. \quad (11)$$

Aquí,  $\Gamma$  se considera una frontera cerrada suave, la integral del lado derecho se entiende en el sentido del valor principal de Cauchy (v. p.) y  $\mathbf{b}(\mathbf{x})$  es una función finita suave. La misma fórmula de regularización se presenta para una frontera abierta si  $\mathbf{b}(\mathbf{x}) \rightarrow \mathbf{0}$  cuando  $\mathbf{x} \rightarrow \Gamma$ .

### 3. Funciones de aproximación

Consideremos un cuerpo bidimensional  $\Omega$  con frontera  $\Gamma$ , el cual tiene una indentación en forma de cuña (también puede considerarse como una grieta) (ver fig.1). Si este cuerpo es sometido a cargas externas a tensión, el cuerpo se deformará, y en la región de la punta de la cuña, en cierto momento se presentarán deformaciones plásticas. Para el análisis y cálculo de los esfuerzos de plasticidad es necesario considerar una región alrededor de la punta que represente esa zona de deformación plástica, como se muestra en la fig. 1.

Para la solución numérica de la ec. (9) utilizamos una clase especial de funciones de aproximación (del tipo Gauss), tanto para el vector  $\mathbf{b}(\mathbf{x})$  como para el tensor de deformación plástica  $\boldsymbol{\varepsilon}^p(\mathbf{x})$ . Entonces, las funciones de aproximación son las siguientes

$$\mathbf{b}(\mathbf{x}) \approx \mathbf{b}_h(\mathbf{x}) = \sum_i \mathbf{b}^{(i)} \frac{1}{\sqrt{\pi D}} \exp\left(-\frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_i\|^2}{D h_1^2}\right), \quad (12)$$

y

$$\varepsilon^p(\mathbf{x}) \approx \varepsilon_h^p(\mathbf{x}) = \sum_j \varepsilon^{p(j)} \frac{1}{\pi D} \exp\left(-\frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{y}_j\|^2}{Dh^2}\right), \quad (13)$$

Aquí,  $h_1$  es la distancia entre los puntos de frontera,  $h$  es la distancia de los nodos de la malla en la zona plástica,  $D$  es un parámetro adimensional ( $D = 2$ ),  $\mathbf{y}_j$  representa las coordenadas del punto  $y$  en la posición  $j$  dentro de la región de plasticidad y  $\mathbf{x}_i \in \Gamma$ .

De la ec. (2) la primera integral del lado derecho representa los esfuerzos debidos a la deformación elástica de material, y se puede representar como [1, 8, 9, 10]

$$\boldsymbol{\sigma}^\Gamma = \int_\Gamma \mathbf{S}(\mathbf{x} - \mathbf{x}') \cdot \mathbf{n}(\mathbf{x}') \cdot \mathbf{b}(\mathbf{x}') d\Gamma' \approx \sum_i \mathbf{S}^\Gamma(\mathbf{x} - \mathbf{x}_i) \cdot \mathbf{n}(\mathbf{x}_i) \cdot \mathbf{b}^{(i)} \quad (14)$$

en donde el tensor  $\mathbf{S}^\Gamma(\mathbf{x} - \mathbf{x}_i)$  se puede representar de forma simple mediante algunas funciones estandar,  $\mathbf{n}(\mathbf{x}_i)$  es el vector normal a la frotera del cuerpo y  $\mathbf{b}^{(i)}$  es el vector potencial calculado para la condición de deformación elástica.

Los esfuerzos que se presentan debidos a la deformación en la región plástica está representada por

$$\boldsymbol{\sigma}^p(x, y) = \int_\Omega \mathbf{S}(\mathbf{x} - \mathbf{x}') : \varepsilon^p(\mathbf{x}') d\mathbf{x}' \approx \sum_j \mathbf{S}^p(\mathbf{x} - \mathbf{y}_j) : \varepsilon^{p(j)}, \quad (15)$$

en donde

$$\mathbf{S}^p(\mathbf{x}) = \mathbf{S}^p(x, y) = \int \int \mathbf{S}^p(x - x', y - y') \varphi_0(x', y') dx' dy', \quad (16)$$

con

$$\varphi_0(x, y) = \frac{1}{\pi D} \exp\left[-\frac{r^2}{Dh^2}\right], \quad r^2 = x^2 + y^2. \quad (17)$$

La ec. (16) es la integral de convolución; entonces, aplicando la transformada de Fourier a  $\mathbf{S}^p(x, y)$  tenemos

$$\mathbf{S}^p(x, y) = \frac{h^2}{(2\pi)^2} \int \int \tilde{\mathbf{S}}(k_1, k_2) \exp[-p^2(k_1^2 + k_2^2)] \exp[-i(k_1x + k_2y)] dk_1 dk_2, \quad (18)$$

en donde  $p^2 = \frac{h^2 D}{4}$ , y  $\tilde{\mathbf{S}}(\mathbf{k})$  es la transformada de Fourier de  $\mathbf{S}^p(\mathbf{x})$  y está dada por

$$\tilde{\mathbf{S}}(\mathbf{k}) = -4\mu_0 \nu_0 [\mathbf{E}_1 - 2\mathbf{E}_5(\mathbf{m}) + \mathbf{E}(\mathbf{m})], \quad \mathbf{m} = \frac{\mathbf{k}}{\|\mathbf{k}\|} = \frac{\mathbf{k}}{k}. \quad (19)$$

Entonces

$$\mathbf{S}^p(x, y) = -4\mu_0 \nu_0 \left[ \varphi_0(r) \bar{\mathbf{E}}_1 + \Phi_1(r) \bar{\mathbf{E}}_1 + \Phi_2(r) \bar{\mathbf{E}}_5(\mathbf{n}) + \Phi_3(r) (\bar{\mathbf{E}}_2 + 2\bar{\mathbf{E}}_1) + \Phi_4(r) (\bar{\mathbf{E}}_3(\mathbf{n}) + \bar{\mathbf{E}}_4(\mathbf{n}) + 4\bar{\mathbf{E}}_5(\mathbf{n})) + \Phi_5(r) \overset{4}{\otimes} \mathbf{n} \right], \quad (20)$$

en donde los tensores  $\bar{\mathbf{E}}_i$  están definidos como

$$\begin{aligned} \bar{E}_{1ijkl} &= \theta_{i(k} \theta_{kl)} & \bar{E}_{2ijkl} &= \theta_{ij} \theta_{kl} & \bar{E}_{3ijkl} &= \theta_{ij} e_k^3 e_l^3, \\ \bar{E}_{4ijkl} &= e_i^4 e_j^4 \theta_{kl} & \bar{E}_{5ijkl} &= e_{(i}^3 \theta_{j)(k} e_l^3 & \theta_{ij} &= \delta_{ij} - e_i^3 e_j^3, \\ \mathbf{n} &= \frac{\mathbf{r}}{r} & \mathbf{r} &= x\mathbf{e}_1 + y\mathbf{e}_2 & r &= \|\mathbf{r}\|, \end{aligned} \quad (21)$$



y las funciones  $\Phi_i(r)$  están definidas como

$$\begin{aligned}
\Phi_0(r) &= \frac{1}{2\pi} \exp\left[-\frac{\bar{r}^2}{4}\right], \\
\Phi_1(r) &= -\frac{2}{\pi\bar{r}^2} \left[1 - \exp\left[-\frac{\bar{r}^2}{4}\right]\right], \\
\Phi_2(r) &= \frac{4}{\pi\bar{r}^2} \left[1 - \left(1 + \frac{\bar{r}^2}{4}\right) \exp\left[-\frac{\bar{r}^2}{4}\right]\right], \\
\Phi_3(r) &= \frac{1}{2\pi\bar{r}^4} \left[\bar{r}^2 - 4 + 4 \exp\left[-\frac{\bar{r}^2}{4}\right]\right], \\
\Phi_4(r) &= -\frac{1}{\pi\bar{r}^4} \left[\bar{r}^2 - 8 + (\bar{r}^2 + 8) \exp\left[-\frac{\bar{r}^2}{4}\right]\right], \\
\Phi_5(r) &= \frac{1}{2\pi\bar{r}^4} \left[8(\bar{r}^2 - 12) + (\bar{r}^4 + 16\bar{r}^2 + 96) \exp\left[-\frac{\bar{r}^2}{4}\right]\right].
\end{aligned} \tag{22}$$

donde  $r = \frac{r}{p}$ .

Por lo tanto, el tensor de esfuerzos plásticos queda representado como

$$\begin{aligned}
\sigma^p(x, y) &= -4\mu_0\alpha_0 \sum_{i,j} \left\{ [\varphi_0(r^{ij}) + \Phi_1(r^{ij}) + 2\Phi_3(r^{ij})] \bar{\varepsilon}^{p(i,j)} \right. \\
&\quad + \left[ \frac{1}{2}\Phi_1(r^{ij}) + 2\Phi_4(r^{ij}) \right] \left[ \mathbf{n}^{ij} \otimes (\mathbf{n}^{ij} \cdot \bar{\varepsilon}^{p(i,j)}) + (\mathbf{n}^{ij} \cdot \bar{\varepsilon}^{p(i,j)}) \otimes \mathbf{n}^{ij} \right] \\
&\quad + \left[ \Phi_3(r^{ij}) (\varepsilon_{11}^{p(i,j)} + \varepsilon_{22}^{p(i,j)}) + \Phi_4(r^{ij}) (\mathbf{n}^{ij} \cdot \bar{\varepsilon}^{p(i,j)} \cdot \mathbf{n}^{ij}) \right] \boldsymbol{\theta} \\
&\quad \left. + \left[ \Phi_4(r^{ij}) (\varepsilon_{11}^{p(i,j)} + \varepsilon_{22}^{p(i,j)}) + \Phi_5(r^{ij}) (\mathbf{n}^{ij} \cdot \bar{\varepsilon}^{p(i,j)} \cdot \mathbf{n}^{ij}) \right] \mathbf{n}^{ij} \otimes \mathbf{n}^{ij} \right\}
\end{aligned} \tag{23}$$

$$\sigma_{33}(x, y) = -4\mu_0\alpha_0 \sum_{i,j} \varphi_0(r^{ij}) \varepsilon_{33}^{p(i,j)} \tag{24}$$

en donde  $r^{ij} = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_j)^2}$ ,  $\mathbf{n}^{ij} = \frac{x - x_i}{r^{ij}} \mathbf{e}_1 + \frac{y - y_j}{r^{ij}} \mathbf{e}_2$ .

Finalmente, podemos establecer que la parte de la derecha de la ec. (2) es una combinación de las funciones elementales establecidas por las ecs. (22)

#### 4. Deformación elastoplástica de una placa plana rectangular con una indentación

Consideremos una placa rectangular que tiene una indentación rectangular en la cara lateral derecha (ver fig. 2). La placa es sometida a una carga de tensión en la dirección  $y$ , que es incrementada gradualmente hasta que se presenta la deformación plástica en la región alrededor de la punta de la indentación, de tal forma que, con el incremento gradual de la carga, podemos observar como se incrementa la deformación plástica en dicha región. El método de cálculo requiere de un proceso iterativo en el que se calculan los esfuerzos y las deformaciones equivalentes en cada uno de los nodos de la malla definida como la región de deformación plástica.

##### 4.1 Ecuaciones de la ley de plasticidad, $\varepsilon^p = \mathcal{F}(\sigma)$

En este trabajo utilizaremos la teoría de plasticidad incremental.

Introducimos el esfuerzo equivalente,  $\bar{\sigma}$ , que es mayor o igual a cero y está definido como

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{3}{2} S_{ij} S_{ij}} \quad ; \quad S_{ij} = \sigma_{ij} - \frac{1}{3} (\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}) \delta_{ij} \tag{25}$$

En el caso plano,

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[ (\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{11} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 \right] + 3\sigma_{12}^2}. \quad (26)$$

Deformación plástica equivalente,  $\bar{\varepsilon}^p$ , que está definida por

$$\bar{\varepsilon}^p = \int d\bar{\varepsilon}^p \quad ; \quad d\bar{\varepsilon}^p = \sqrt{\frac{3}{2} d\bar{\varepsilon}_{ij}^p d\bar{\varepsilon}_{ij}^p} \quad ; \quad d\bar{\varepsilon}_{ij}^p d\bar{\varepsilon}_{ij}^p = (d\bar{\varepsilon}_{11}^p)^2 + (d\bar{\varepsilon}_{22}^p)^2 + (d\bar{\varepsilon}_{33}^p)^2 + 2(d\bar{\varepsilon}_{12}^p)^2. \quad (27)$$

Ley de plasticidad. Se establece que el incremento de la deformación plástica es

$$d\bar{\varepsilon}_{ij}^p = \begin{cases} \frac{3}{2} S_{ij} \frac{d\bar{\varepsilon}^p}{\bar{\sigma}_T} & ; \quad \bar{\sigma} > \bar{\sigma}_T \\ 0 & ; \quad \bar{\sigma} < \bar{\sigma}_T \end{cases} \quad (28)$$

$$d\bar{\varepsilon}^p = \begin{cases} f(\bar{\sigma}_T) d\bar{\sigma} & ; \quad \bar{\sigma} + d\bar{\sigma} > \bar{\sigma}_T \\ 0 & ; \quad \bar{\sigma} + d\bar{\sigma} < \bar{\sigma}_T \end{cases} \quad (29)$$

El cálculo del esfuerzo  $\sigma_{33}$  en el estado plano se puede hacer para los dos casos siguientes:

- Estado de esfuerzos plano:  $\sigma_{33} = 0$ .
- Estado de deformaciones plano:  $\sigma_{33} = \sigma_{33\nu}(\sigma_{11} + \sigma_{22}) - E\varepsilon_{33}^p$ .

#### 4.2. Algoritmo para el proceso iterativo

La ecuación principal a resolver durante cada paso del proceso iterativo es la ec. (9). Para el algoritmo la podemos representar como

$$\mathbf{T}\mathbf{b} = \mathbf{f} - \mathbf{g}^p(\varepsilon^p). \quad (30)$$

donde  $\mathbf{T}$  es la matriz de coeficientes cuyos elementos se obtienen de funciones estandar que pueden ser calculadas una sola vez y guardadas en la memoria de la computadora para ser utilizadas en cada paso del proceso iterativo,  $\mathbf{b}$  es el vector desconocido a determinar,  $\mathbf{f}$  es el vector de fuerzas externas aplicadas en la frontera del cuerpo ( $\mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma}|_{\Gamma} = \mathbf{f}$ ), finalmente  $\mathbf{g}^p(\varepsilon^p)$  es el vector que depende del tensor de deformación plástica y representa los esfuerzos generados cuando al aplicar las cargas se rebaza el esfuerzo de cedencia  $\sigma_y$  del material.

Esta ecuación se calcula en cada paso del proceso como sigue:

1. Se establece un incremento de carga  $\Delta P^{(k)}$  para el paso de iteración  $k$ .
2. Se calcula la carga aplicada como

$$\mathbf{f} = \sum_k \Delta P^{(k)}. \quad (31)$$

3. Se calcula el incremento de deformación plástica

$$\varepsilon_{ij}^p = \sum_k \Delta \varepsilon_{ij}^{p(k)}. \quad (32)$$

4. Se calcula el vector  $\mathbf{g}^p(\varepsilon^p)$

$$\mathbf{g}_k^p = \mathbf{g}_k^p(\varepsilon_{ij}^p) = \mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma}^p(\varepsilon^p). \quad (33)$$

5. Se define el valor de  $\bar{\sigma}_T^{(k)} = \bar{\sigma}_T^{(k-1)}$ .
6. Se resuelve el sistema de ecuaciones definido por la ec. (30) para obtener el vector  $\mathbf{b}$ .
7. Se calculan los esfuerzos equivalentes,  $\bar{\sigma}_{ij}$ , en cada nodo de la malla de deformación plástica.

8. Se calcula la nueva deformación plástica de acuerdo con la condición siguiente

$$\Delta \varepsilon_{ij}^{p(k)} = \begin{cases} \frac{3}{2} S_{ij} f(\bar{\sigma}_T) \frac{\bar{\sigma}^{(k-1)} - \bar{\sigma}_T^{(k-1)}}{\bar{\sigma}_T^{(k-1)}} & \text{si } \bar{\sigma}^{(k-1)} > \bar{\sigma}_T^{(k-1)} \\ 0 & \text{si } \bar{\sigma}^{(k-1)} < \bar{\sigma}_T^{(k-1)} \end{cases} \quad (34)$$

9. Se actualiza el valor de deformación plástica en cada nodo de la malla de deformación plástica como

$$\varepsilon_{ij}^{p(k)} = \sum_{l=1}^{l=k-1} \Delta \varepsilon_{ij}^{p(l)} \quad (35)$$

y se guardan sus valores en la memoria de la computadora.

10. Se actualiza el esfuerzo  $\bar{\sigma}_T$  en cada nodo de la malla de deformación plástica como

$$\bar{\sigma}^{(k)} = \begin{cases} \bar{\sigma}^{(k-1)} & \text{si } \bar{\sigma}^{(k-1)} > \bar{\sigma}_T^{(k-1)} \\ \bar{\sigma}_T^{(k-1)} & \text{si } \bar{\sigma}^{(k-1)} < \bar{\sigma}_T^{(k-1)} \end{cases} \quad (36)$$

y se guardan sus valores en la memoria de la computadora.

11. Se repite el proceso a partir del paso 1.

### 4.3. Resultados numéricos

Para verificar la precisión del método numérico propuesto, el proceso iterativo de cálculo se aplicó a la placa rectangular mostrada en la fig. 2. Se utilizó una malla adaptiva rectangular en la zona de plasticidad y para las mismas condiciones de carga y función de deformación plástica, y se realizaron cálculos para mallas de 21, 41, 61 y 81 nodos por lado.

En este modelo, cuando nos referimos a la malla como malla adaptiva queremos decir que la zona rectangular de plasticidad se discretizó en un número fijo de nodos; pero al realizar el proceso de cálculo, sólo se utilizaron los nodos en los que la condición de esfuerzos,  $\bar{\sigma}_T$  es superior al esfuerzo de cedencia del material,  $\sigma_y$ , por lo que sólo en estos nodos se presenta la deformación plástica. Por ello, la región de la malla utilizada para el cálculo se va incrementando gradualmente, permitiéndonos optimizar el tiempo de cálculo requerido para cada iteración.

Para la comparación de los resultados se consideraron dos líneas representativas de la zona de deformación plástica, como se puede ver en la fig. (3). Para cada línea se comparan los esfuerzos y las deformaciones para los diferentes tamaños de mallas. En las figs. (4) y (5) se comparan los esfuerzos y deformaciones presentes en la línea A. Se puede observar que cuando el número de nodos es pequeño (21 nodos) la precisión de los resultados no es buena, pero al ir incrementando el número de nodos esta precisión mejora sustancialmente. En las figuras (6) y (7) se realiza la misma comparación pero ahora en la línea B. Se puede observar que la precisión de los resultados no tiene una variación sustancial con el número de nodos utilizados en la malla.

La diferencia entre los dos casos se debe a que, debido a la fuerte singularidad presente en la punta de la indentación se requiere discretizar la malla de la zona de deformación plástica de tal forma que la distancia de los nodos en la malla sea del mismo orden de magnitud que la distancia existente entre los puntos de frontera en esta misma zona. De hecho, se utilizaron 40 puntos de frontera en cada línea que representa la indentación.

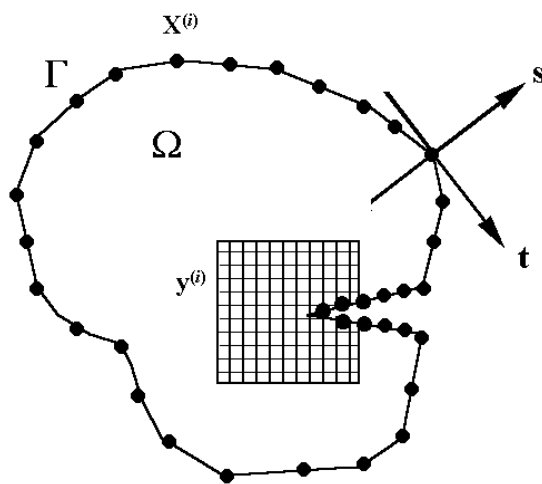
## 5. Conclusiones

En este trabajo hemos extendido la aplicación del Método de Puntos de Frontera desarrollado para el cálculo del campo de esfuerzos elásticos en cuerpos homogéneos con grietas [9], para aplicarlo a la solución del problema de elastoplasticidad de cuerpos homogéneos bidimensionales. Hemos mostrado que los términos del lado derecho de la ecuación integral de esfuerzos pueden ser representados por

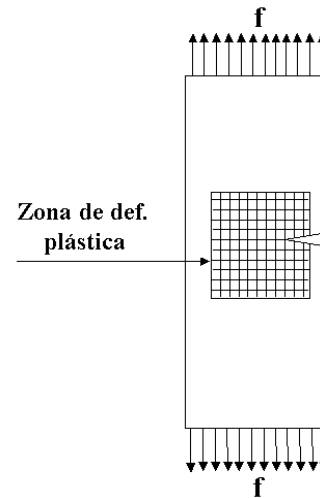
algunas funciones estandar, calculadas fácilmente y tabuladas para ser almacenadas en la memoria de la computadora, para, posteriormente, obtener los elementos de la matriz de coeficientes del sistema de ecuaciones lineales.

Los resultados obtenidos indican que la precisión de los mismos depende de la densidad de puntos en la parte de la frontera que representa a la indentación y que la distancia media entre los nodos de la malla de la región de plasticidad debe ser del orden de magnitud o inferior a la distancia media entre los puntos de la frontera. Las figuras 4 a 7 muestran que el método desarrollado es efectivo.

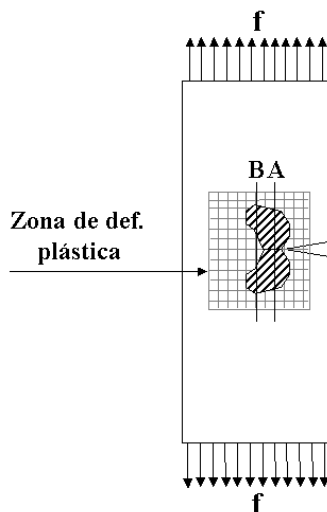
## 6. Figuras



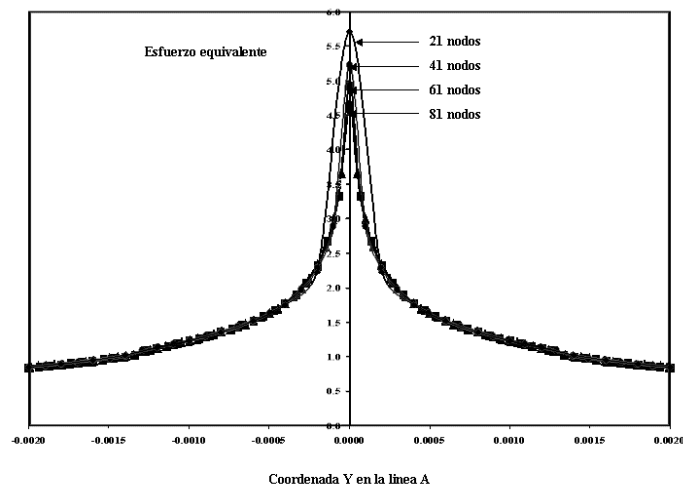
**Figura 1.** Representación 2D de la región de deformación plástica.



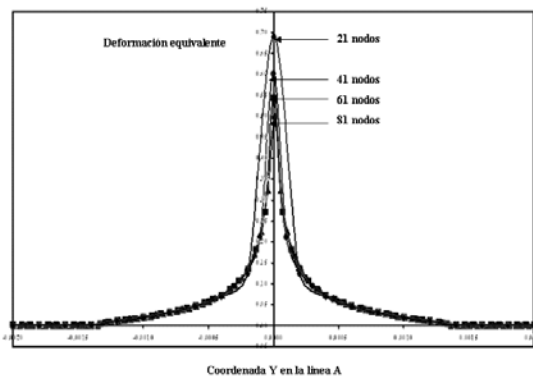
**Figura 2.** Región de deformación plástica en una placa rectangular 2D.



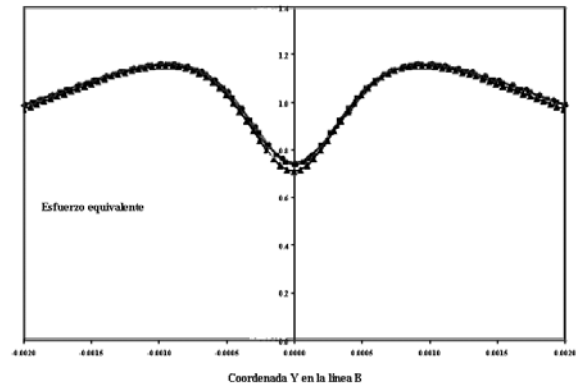
**Figura 3.** Líneas A y B en la región de deformación para la comparación de  $\bar{\sigma}$  y  $\bar{\epsilon}$ .



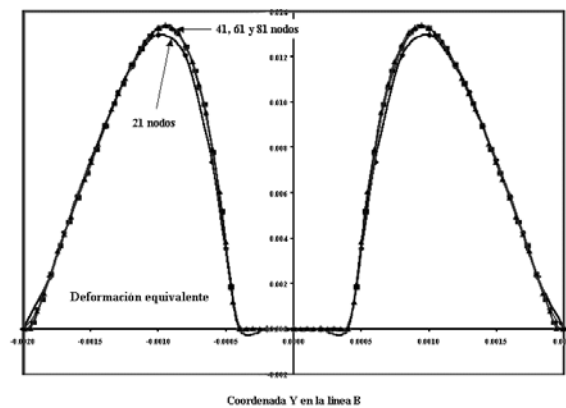
**Figura 4.** Comparación de  $\bar{\sigma}$  en la línea A para mallas con 21, 41, 61 y 81 nodos.



**Figura 5.** Comparación de  $\bar{\varepsilon}$  en la línea A para mallas con 21, 41, 61 y 81 nodos.



**Figura 6.** Comparación de  $\bar{\sigma}$  en la línea B para mallas con 21, 41, 61 y 81 nodos.



**Figura 7.** Comparación de  $\bar{\varepsilon}$  en la línea B para mallas con 21, 41, 61 y 81 nodos.

## 7. Referencias

- [1] S. Kanaun, V. Romero, J. Bernal, *Revista Mexicana de Física*, **47** (4), pp. 309-323 (2001).
- [2] Maz'ya V., A new approximation method and its applications to the calculation of volume potentials. Boundary point method, in "3. DFG-Koloqium des DFG-Forschungs schwerpunctes 'Randelementmethoden'", 19, 1991.
- [3] Maz'ya V., Approximate approximation, in *The Mathematics of Finite Elements and Applications. Highlights 1993*, edited by J.R. Whitman, 77-104, Wiley, Chichester, 1994.
- [4] Vilchevskaya E.N. and S. K. Kanaun, "Integral equation for thin inclusions in homogeneous elastic media", *Applied Mathematics and Mechanics (PMM)*, **V.56**, N.2, 235-243, 1992.
- [5] Kanaun S. and V. Romero, "A numerical method for the solution of the second boundary value problem of elasticity for solids with cracks", *International Journal of Fracture*, **107**, N1, L15-L20, 2001.
- [6] Kunin, I. A., "Theory of elasticity of media with microstructure II", Springer-Verlag, Berlin 1983, V2.
- [7] Kunin, I. A., Kanaun, S., y Levin, V. "Effective field method in the mechanics of composites", Petrozavodsk, 1993.
- [8] S. Kanaun, V. Romero, J. Bernal y L. Vázquez, "Método de puntos de frontera para la solución del segundo problema de elasticidad aplicado a cuerpos homogéneos", XXX Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM, Monterrey, Nvo. León, Memorias Tomo 1, pp. 57-66, enero 2000.

[9] S. Kanaun, J. Bernal y V. Romero, "Un nuevo método numérico para la solución del segundo problema de elasticidad en cuerpos con grieta", XXX Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM, Monterrey, Nvo. León, Memorias Tomo 1, pp. 47-56, enero 2000.

[10] S. Kanaun, V. Romero, J. Bernal y L. Vázquez, "Método de puntos de frontera para la solución del segundo problema de elasticidad plano aplicado a cuerpos homogéneos con grieta", XXI Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM, Monterrey, Nvo. León, Memorias, enero 2001.

# SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL FLUJO DE AIRE EN EL ENFRIAMIENTO DE EQUIPO ELECTRÓNICO

J. Asunción Zárate, J. Alfonso Campos

La eliminación del calor generado en los componentes se ha convertido en una prioridad dentro del ciclo de diseño de equipo electrónico. La confiabilidad y el rendimiento de los circuitos electrónicos dependen de su temperatura de operación. El calor no disipado se almacena en el encapsulado de los circuitos electrónicos lo que incrementa su temperatura. El sistema de enfriamiento debe disipar el flujo de calor generado para mantener la temperatura de los circuitos electrónicos dentro del rango de operación confiable. En el presente trabajo se plantea la exploración de dos sistemas de enfriamiento con dispositivos de transferencia de calor diferentes; uno de ellos utiliza el banco de aletas de enfriamiento y el otro tubos de calor. Para esto se simuló numéricamente el flujo de aire alrededor de los dispositivos. Entre los resultados obtenidos están los campos de velocidad, temperatura y presión en el aire; y el coeficiente de transferencia de calor y la temperatura en la superficie de los dispositivos. Para la realización de las simulaciones numéricas se utiliza el software comercial I-DEAS™ que está basado en las técnicas de volumen finito aplicadas al fluido y de diferencias finitas aplicado a los sólidos.

Palabras Clave: flujo de calor, temperatura, disipar, sistema de enfriamiento, simulaciones numéricas

## 1. Introducción

Los avances en las técnicas de fabricación de dispositivos microelectrónicos han resultado en una mayor densidad de empaquetamiento. Esto responde a la necesidad de incrementar el número de circuitos contenidos en un componente. El incremento en densidad de empaquetamiento se ha traducido en que la potencia disipada por los circuitos en forma de calor también se incrementa. Para satisfacer los requerimientos de operación de componentes electrónicos, tales como la uniformidad en la temperatura de la superficie del encapsulado y el no exceder su temperatura máxima de operación, es indispensable contar con un sistema de enfriamiento adecuado. La remoción de altos flujos de calor es un reto en el enfriamiento de equipo electrónico. La introducción de nuevas tecnologías busca soluciones a esta problemática dentro de reducidos márgenes de maniobra.

El objetivo de esta investigación es explorar, a través de la simulación computacional, el comportamiento de dos configuraciones para el enfriamiento de equipo electrónico, el banco de aletas y la tecnología del tubo de calor, ambos sistemas disiparan el mismo flujo de calor. Las variables de interés son las temperaturas alcanzadas por el fluido y el dispositivo disipador de calor, la velocidad del fluido y el coeficiente local de transferencia de calor.

---

Dr. J. Asunción Zárate Profesor Investigador Centro de Energía Solar, ITESM Campus Monterrey, azarate@campus.mty.itesm.mx

M.C. J. Alfonso Campos Exa-tec, ITESM Campus Monterrey, 361016@exatec.itesm.mx

En la actualidad el calor generado por los componentes electrónicos supera la capacidad de remoción que sobre su superficie expuesta a un fluido se puede lograr por convección natural. Una solución temprana a esta problemática consiste en aprovechar la trayectoria de mínima resistencia térmica al colocar un sumidero de calor; por ejemplo, aletas de enfriamiento de materiales con alta conductividad térmica como el aluminio. Estos bancos de aletas operan en condiciones de convección libre por lo que el calor que pueden disipar es limitado. Para superar esta limitante se recurre a la solución clásica y aún vigente del binomio aletas de enfriamiento y ventiladores. El uso de ventiladores permite incrementar el coeficiente de transferencia de calor. Sin embargo, a medida que el calor que se desea disipar aumenta, se debe aumentar el tamaño tanto de las aletas como de los ventiladores para lograr un desempeño adecuado. En muchas ocasiones el volumen adicional necesario para colocar el banco de aletas no está disponible debido a lo reducido de las dimensiones y a las restricciones de peso de los aparatos electrónicos.

Una opción para incrementar la remoción de calor mediante el banco de aletas consiste en aumentar la superficie de exposición, modificando el radio de aspecto de sus aletas, definido como el cociente entre la altura y el espesor de la aleta. Un valor típico del radio de aspecto es 10. Al incrementar el valor del radio de aspecto para valores entre 25 y 100 se tienen problemas de manufactura. Si existen restricciones de volumen o manufactura para el banco de aletas, aumentar la capacidad de los ventiladores puede ser la solución. Sin embargo, se tendrían requerimientos adicionales de energía eléctrica, además de generación de ruido y vibración.

Uno de los dispositivos que posee altas posibilidades de éxito en el diseño de sistemas de enfriamiento es el tubo de calor [1]. Ello se debe a que la capacidad de remoción de calor no es función única de sus dimensiones. Su diseño puede adecuarse a espacios reducidos, además de que no consume energía y puede diseñarse para operar en convección libre o forzada. La función de los tubos de calor en el enfriamiento de dispositivos electrónicos es conducir el calor de una zona de generación a una zona propicia para desecharla. Para desechar el calor pueden ser necesarias superficies extendidas en contacto con la sección del condensador del tubo de calor. Al retirar el calor de la zona donde se genera y disiparlo en una zona segura, se soluciona efectivamente el problema de acumulación que causa el sobrecalentamiento y se cumple la meta principal de un sistema de enfriamiento.

En años recientes se han realizado numerosos trabajos de investigación en el área de enfriamiento de equipo electrónico. Existe una extensa investigación en temas como la predicción del flujo de aire dentro de un gabinete, la validación de modelos para la convección natural mediante métodos computacionales y el análisis de modelos electrotérmicos. De la revisión de artículos referente a los temas anteriormente citados, se obtuvo una idea general de la metodología de investigación a utilizar en el presente trabajo. Los artículos consultados muestran que la construcción del modelo computacional de un sistema de enfriamiento es la parte crítica en las investigaciones con métodos numéricos. La experiencia del investigador juega un papel fundamental en la modelación computacional del sistema. La revisión cuidadosa de trabajos de investigación sobre la simulación numérica de sistemas de enfriamiento aporta una pequeña dosis de experiencia para nuevas investigaciones. A continuación se describen los aspectos importantes de algunos artículos que forman parte de la bibliografía.

El estudio de la transferencia de calor en una fuente discreta de calor usando múltiples corrientes de aire ha sido reportado por El-Sheikh y Garimella. [2] El arreglo utilizado en este estudio consiste de un pequeño banco de aletas fijo a un bloque de cobre que recibe un flujo de calor uniforme. De acuerdo a lo propuesto en la investigación, en el arreglo con una sola corriente de aire de enfriamiento, el incremento en la altura de las aletas agrega área de transferencia de calor en zonas donde existe estancamiento, mientras que en el arreglo con múltiples corrientes de aire de enfriamiento, el flujo de aire es más uniforme y las zonas de estancamiento prácticamente no existen bajo estas condiciones. La distribución local de los coeficientes de transferencia de calor cambia de acuerdo al número de corrientes de aire de



enfriamiento y a su espaciamento. Los parámetros relacionados a la distribución de los coeficientes de transferencia de calor son el número de Reynolds y la distancia entre la salida de la tobera y la superficie del banco de aletas.

El papel que desempeñan los ventiladores en el enfriamiento de equipo dentro del contexto de la simulación computacional es clarificado en su investigación por Biswas, Agarwal, et. al. [3]. El análisis del flujo de aire que pasa a través del gabinete es de suma importancia en los sistemas basados en convección forzada. El flujo de aire que pueda circular dentro de un gabinete, depende de la caída de presión dentro del mismo definida como la caída de presión producida en el sistema, la cual depende de las características del ventilador. La exactitud de los resultados obtenidos utilizando CFD (Computational Fluid Dynamics) depende de la fidelidad con la que se modela la pérdida de presión en el sistema, y la precisión de los datos que conforman la curva del ventilador.

## 2. Metodología

Conforme a lo propuesto en el objetivo de la investigación, se desarrollaron dos modelos computacionales de los sistemas de enfriamiento para la simulación numérica del flujo de aire alrededor de estos. La construcción de estos modelos y las simulaciones numéricas se realizaron con el software comercial I-DEAS™ [4]. Para generar los modelos computacionales se utilizó la metodología propuesta por Sergent [5] que consiste de los siguientes pasos:

- a) **Definición del Problema:** seleccionar los elementos del sistema y el flujo de calor involucrado.
- b) **Dominio Computacional:** generar la geometría del sistema despreciando los detalles que no afectan en la transferencia de calor.
- c) **Discretización del Dominio:** la aplicación del método numérico requiere dividir el dominio en pequeños elementos de volumen y superficie.
- d) **Proponer un régimen de flujo:** típicamente el régimen de flujo de aire en un gabinete de equipo electrónico es turbulento, pero en modelos simplificados el flujo es laminar.
- e) **Materiales y propiedades termo-físicas:** definición de los materiales para sólidos y superficies planas involucrados en el modelo; los materiales deben incluir la definición de las propiedades termo-físicas necesarias como la conductividad, la densidad, la rugosidad etc.
- f) **Condiciones de frontera:** las fronteras del sistema deben estar perfectamente definidas, de su definición dependen en parte la convergencia del modelo. Las condiciones de frontera más comunes son las superficies isotérmicas, el flujo de calor, gradientes de presión entre otras.
- g) **Estrategia de solución:** todo lo que puede afinarse en el modelo para el logro de la convergencia del modelo como pueden ser tolerancias, condiciones iniciales, límites de iteración.
- h) **Post-procesamiento de la solución:** despliegue de la solución en forma útil, como pueden ser vectores.

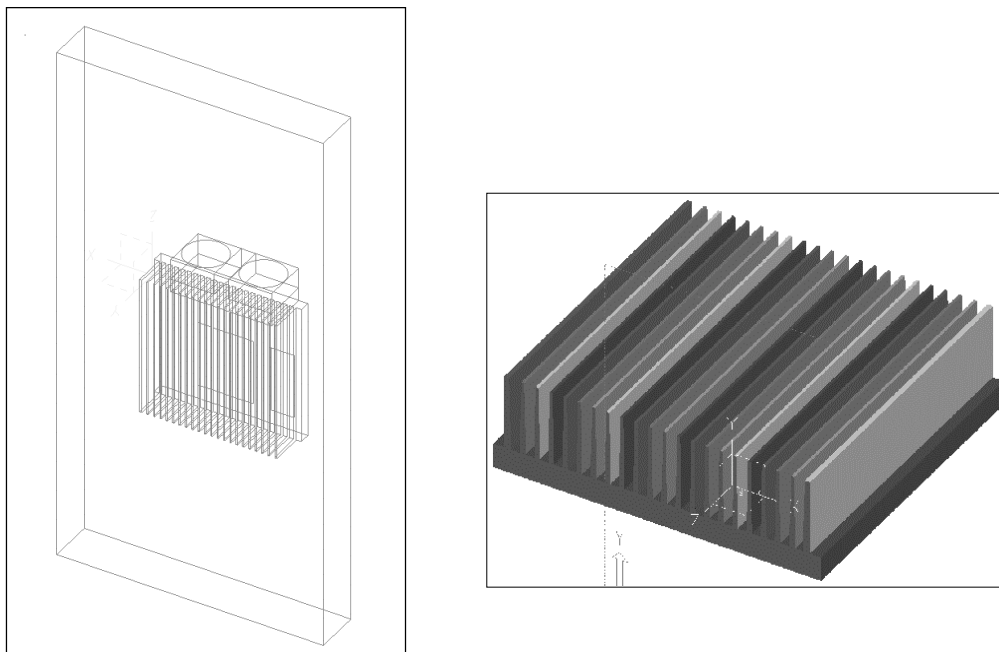
El modelo computacional comienza con la generación de un dibujo computarizado de la geometría del sistema de enfriamiento, mediante alguna herramienta de software que maneje el concepto de CAD (Computer Aided Design). El diseño de la geometría debe incluir las fronteras del dominio y todas las superficies y volúmenes que involucren transferencia de calor, o que tengan interacción con el fluido. La geometría debe realizarse de forma simplificada utilizando formas básicas. En dos dimensiones pueden utilizarse líneas rectas, líneas curvas, paralelogramos, circunferencias, planos. En tres dimensiones se pueden utilizar los prismas de base rectangular, los cilindros y los volúmenes de revolución.

Cada parte de la geometría debe identificarse con la función que realiza como parte del sistema de enfriamiento, para lo cual se asignan propiedades termo-físicas. Los planos pueden identificarse como

superficies rugosas de flujo y los prismas como objetos conductores sólidos que disipan calor por nombrar algunos ejemplos.

Posteriormente se discretizan todas las superficies y volúmenes que tienen asignadas propiedades termo-físicas. La discretización consiste en crear secciones más pequeñas de volumen o de superficie. El número y tamaño de las secciones se decide para cada caso en particular.

El último paso antes de comenzar la solución, es definir las condiciones de frontera. Las condiciones de frontera se asignan a regiones ya discretizadas. Éstas pueden incluir el flujo de calor uniforme, la condición adiabática, la condición isotérmica, distribuciones de presión, temperatura o velocidad, gradientes de presión y flujos volumétricos por mencionar las más usuales.

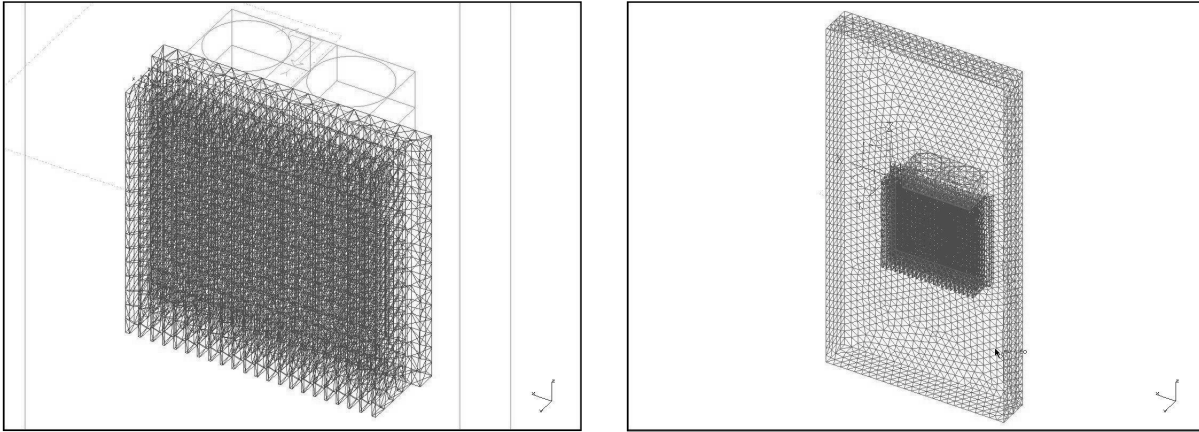


**Figura 1.** a) Modelo geométrico del sistema basado en banco de aletas b) bloque que representa al banco de aletas

Localización	Material	Tipo	Propiedad	Valor
Banco de aletas	Aluminio 6063-TS	isotrópico	Conductividad Térmica	1.70 E +02 J/m/°C/s
Superficies Adiabáticas	Null Conductive	isotrópico	Conductividad Térmica	0.00 E +00 J/m/°C/s
Superficies Lisas	Null Conductive	isotrópico	Rugosidad	0.00 E +00 m
Elementos de flujo	Aire	Gas	Conductividad Térmica	2.63 E -02 J/m/°C/s
			Densidad	1.207 E +00 kg/m <sup>3</sup>

		Calor Específico a Presión constante	1.007 E +03 J/m/°C
		Viscosidad Dinámica	1.85 E -05 kg/m/s
		Coef. Expansión Térmica	3.41 E -03 1/K

**Tabla 1.** Propiedades físicas de los materiales para el modelo computacional del sistema de enfriamiento basado en banco de aletas



**Figura 2.** a) Discretización del banco de aletas b) Discretización del dominio de flujo para el modelo computacional del sistema de enfriamiento basado en banco de aletas

Las condiciones de frontera que se impusieron son las siguientes:

a) Las superficies de flujo son adiabáticas  $\left(\frac{\partial T}{\partial n}\right)_{superficie} = 0$

b) En la base del banco de aletas se imponen dos flujos de calor localizados:

430 W sobre un área de 122.41 cm<sup>2</sup>, una condición de flujo de calor uniforme de:

$$-k\left(\frac{\partial T}{\partial n}\right)_{superficie} = q'' = 3.512 \frac{W}{cm^2}$$

230 W sobre un área de 49.354 cm<sup>2</sup>, una condición de flujo de calor uniforme de:

$$-k\left(\frac{\partial T}{\partial n}\right)_{superficie} = q'' = 5.470 \frac{W}{cm^2}$$

c) La superficie externa del banco de aletas es convectiva.

d) La temperatura ambiente  $T_{amb} = 20 \text{ °C}$

e) Presión atmosférica  $P_{atm} = 1.014 \text{ E } +05 \text{ Pa}$

f) Condición de no-deslizamiento en las superficies del gabinete  $U_i = 0$

Las condiciones iniciales que se impusieron son las siguientes:

a) Velocidad cero en la entrada y salida del flujo de aire  $U_i = 0$

- b) Gradientes de presión y flujo volumétrico iniciales determinados por la curva de operación del ventilador.

Hasta este punto se ha ilustrado la aplicación de la metodología hasta el inciso (f) en el caso del sistema de enfriamiento basado en banco de aletas. Un tratamiento similar se realizó para la obtención del modelo computacional del sistema de enfriamiento basado en tubos de calor, con la excepción de un paso intermedio que se explica a continuación.

En el modelo computacional del sistema de enfriamiento basado en tubos de calor, la modelación computacional del tubo de calor toma en consideración solo el efecto global o equivalente que en estado estable. La modelación de este efecto se presenta a continuación. En estado estable el tubo de calor puede modelarse como una conductividad térmica efectiva de acuerdo a la siguiente formulación [6]:

$$k_{\text{eff}} = \frac{QL_{\text{eff}}}{A\Delta T} \quad (1)$$

$$L_{\text{eff}} = \frac{(L_{\text{evaporador}} + L_{\text{condensador}})}{2} + L_{\text{adiabática}} \quad (2)$$

A = área transversal del tubo de calor

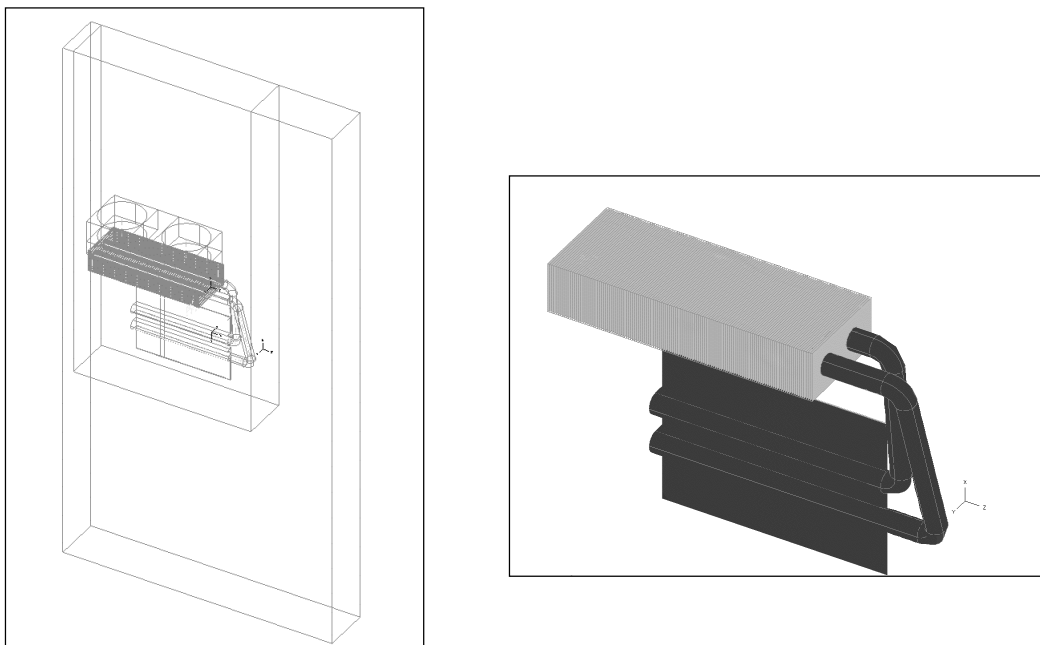
Q = Flujo de calor del evaporador al condensador

$\Delta T$  = la diferencia de temperatura medida a través del tubo de calor

$L_{\text{eff}}$  = longitud efectiva

Con la intención de facilitar el entendimiento de los resultados se presenta a continuación la geometría utilizada en el modelo computacional del sistema de enfriamiento basado en tubos de calor.

**Figura 3.** a) Modelo geométrico del sistema de enfriamiento basado en tubos de calor, b) bloque que



representa los tubos de calor.

### 3. Resultados y Discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los modelos computacionales de los sistemas de enfriamiento propuestos. Entre ellos se encuentran los valores de las distribuciones de temperatura en el fluido y en la superficie de los dispositivos de transferencia de calor, la distribución del coeficiente de transferencia de calor en la superficie dichos dispositivos; así como los campos vectoriales de velocidad del fluido en ambos sistemas de enfriamiento. Una vez presentados los resultados se establece una comparación entre ambos sistemas debidamente ponderada.

**Modelo computacional del sistema de enfriamiento basado en el banco de aletas:** El aire de enfriamiento fluye en dirección contraria a la aceleración de la gravedad. El aire de enfriamiento recolecta calor sensible de la superficie exterior del banco de aletas. La temperatura ambiente de 20 °C en la región lejana al banco de aletas, sirve como referencia para observar los cambios en la temperatura del fluido en la región cercana a éste. El rango temperatura del fluido en la región del banco de aletas va de los 39.4 °C a los 54 °C. El calor removido por el fluido disminuye la temperatura en la superficie del banco de aletas. En la Figura 4(a), la distribución de la temperatura en la base del banco de aletas se muestra no uniforme y con un valor máximo de 85.2 °C. La distribución de temperatura en el resto de la superficie del banco de aletas es igualmente no uniforme, aunque la temperatura máxima registrada es de 76.3 °C. La temperatura máxima registrada sobre la superficie del banco de aletas se localiza en la base, pero debemos recordar que el aire no fluye sobre esta superficie.

El coeficiente de transferencia de calor esta directamente relacionado con la distribución no uniforme de la temperatura en la superficie del banco de aletas. Debido a esto, en la Figura 4(b) la distribución del coeficiente de transferencia de calor se muestra no uniforme y presenta un rango que va de 5.92 E -01 W/m<sup>2</sup>/°C a 5.95 E +01 W/m<sup>2</sup>/°C.

Los obstáculos al flujo del aire modifican su velocidad y trayectoria. En el modelo computacional del sistema de enfriamiento al que hacemos referencia, los obstáculos al flujo los representa principalmente el banco de aletas. En este modelo la simetría del flujo se debe al paralelismo de las aletas con la dirección del flujo de aire y a la colocación de los ventiladores. Esto permite que la velocidad máxima se desarrolle justo al centro del banco de aletas donde tiene un valor de 2.81 m/s como puede verse en la Figura 5(a).

**Modelo computacional para el sistema de enfriamiento basado en tubos de calor:** El aire de enfriamiento al igual que en el sistema basado en el banco de aletas, fluye sobre la superficie de los tubos de calor, en dirección contraria a la aceleración de la gravedad. En su paso por la sección del condensador de los tubos de calor, el aire de enfriamiento retira calor sensible de la superficie de las aletas. El calor removido por el fluido en las aletas permite el flujo de calor del evaporador al condensador en los tubos de calor; que a su vez influye en la distribución de temperatura en la superficie de los mismos. La distribución de temperatura en la placa plana que está en contacto con la sección del evaporador de los tubos de calor es prácticamente uniforme en 61.4 °C con ligeras variaciones de décimas de grado, como lo muestra la Figura 6(a). En la Figura 6(b) la distribución de temperatura en la superficie de los tubos de calor muestra una diferencia entre el extremo del evaporador y el extremo del condensador de 1.7 °C en el tubo de calor de mayor longitud mientras que la diferencia de temperatura es de 1.3 °C entre evaporador y condensador en el tubo de menor longitud. Las aletas de enfriamiento de la sección del evaporador muestran una distribución radial de la temperatura, con una máxima de 60.6 °C en la circunferencia que está en contacto con el tubo de calor de acuerdo a la Figura 6(a). La temperatura mínima de las aletas es de 29 °C.

El coeficiente de transferencia de calor para las aletas del tubo de calor se encuentra en un rango de va de 5.44 E +01 W/m<sup>2</sup>/°C a 5.75 E +02 W/m<sup>2</sup>/°C, mientras que en la superficie del condensador el rango va de 3.52 W/m<sup>2</sup>/°C a 5.28 E +01 W/m<sup>2</sup>/°C como puede observarse en la Figura 7(a). Las aletas

presentan gran uniformidad en el coeficiente de transferencia de calor en toda su superficie, mientras que la superficie del tubo de calor de la sección del condensador la distribución es irregular. La superficie del tubo que entra en contacto más rápidamente con el flujo de aire, presenta valores más altos del coeficiente de transferencia de calor, esto puede verse en la Figura 7 (b).

El calor removido de las aletas de los tubos de calor incrementó la temperatura del fluido. La distribución de temperatura en el fluido dentro de las fronteras del sistema de enfriamiento tiene un rango que va de  $2.75 \text{ E } +01 \text{ } ^\circ \text{C}$  a  $5.02 \text{ E } +01 \text{ } ^\circ \text{C}$  en la región cercana a los tubos de calor, mientras que en la región alejada de estos, la temperatura permanece en  $20 \text{ } ^\circ \text{C}$ .

Los tubos de calor son el principal obstáculo al flujo de aire. La mayor velocidad desarrollada por el fluido antes de pasar por los ventiladores, se registra entre las aletas de enfriamiento del condensador, la cual asciende a  $2.63 \text{ m/s}$ . La alta velocidad del fluido permite una mayor remoción de calor sensible, debido a que es mayor la cantidad de aire no saturado que entra en contacto con la superficie de las aletas. La región de alta velocidad tiene un rango de  $1.32 \text{ m/s}$  a  $3.28 \text{ m/s}$  como puede verse en las Figura 5(b).

Para evaluar el desempeño de un sistema de enfriamiento de equipo electrónico, se debe revisar el cumplimiento de tres metas fundamentales. La primera de estas es remover suficiente calor de los circuitos electrónicos de tal manera que su temperatura permanezca por debajo del límite máximo de operación. La segunda meta es crear una trayectoria de impedancia térmica baja desde el punto en que el calor es generado, hasta un punto donde el calor pueda ser disipado sin dañar a los circuitos. La tercera meta es predecir la temperatura que los componentes electrónicos alcanzarán durante su funcionamiento.

Ambos sistemas disiparon totalmente el flujo de calor impuesto y que la temperatura máxima en la placa del condensador de los tubos de calor es más baja que la temperatura máxima en la superficie de la base del banco de aletas. El calor se acumula por la incapacidad para disiparlo. La trayectoria de baja impedancia térmica la representan con mejores resultados los tubos de calor. Debido a esto la temperatura en la superficie de contacto de los tubos de calor es menor en todos los puntos a la temperatura de la superficie de contacto del banco de aletas.

La tercera meta en la simulación es contar con una predicción de la temperatura de operación de los circuitos lo más exacta posible. Esta temperatura es muy cercana a la temperatura de la superficie de contacto de los dispositivos de transferencia de calor. La temperatura máxima en la superficie de contacto de los tubos de calor es de  $60.6 \text{ } ^\circ \text{C}$  mientras que para la superficie de contacto del banco de aletas la máxima temperatura es de  $85.2 \text{ } ^\circ \text{C}$ . En esta comparación deben tomarse en cuenta las reservas que el caso amerita, pues debemos considerar que los tubos de calor se modelaron con una conductividad térmica efectiva de varios ordenes de magnitud más grande que la conductividad del material del banco de aletas.

#### **4. Conclusiones**

La modelación del tubo de calor por medio de una conductividad térmica efectiva ha demostrado ser una técnica exitosa para este modelo computacional. Es satisfactorio observar que las diferencias de temperatura entre los extremos del condensador y del evaporador tal y como fueron tomadas en la modelación de la conductividad térmica efectiva, se ven reflejadas en los resultados. Se advierte también en el despliegue de temperaturas de las superficies externas de los tubos de calor, la existencia de una

zona prácticamente isotérmica, una característica importante de los tubos de calor. No obstante que los resultados obtenidos son consistentes con los datos de la modelación, se reconoce que este tipo de modelación es muy simple y no puede servir como base para la caracterización de un tubo de calor. Es notoria la existencia de una región considerable de fluido que no sufre mayores modificaciones, que no se ve afectada en su velocidad ni tiene un cambio significativo en su temperatura y presión. Esto nos da una idea acerca del papel que juega el tamaño del dominio en la simulación.

De los resultados obtenidos podemos concluir que un sistema de enfriamiento puede simularse numéricamente mediante un modelo computacional. El trabajo realizado hasta el momento podemos clasificarlo como de exploración e indagación de la modelación numérica de sistemas de enfriamiento. Como trabajo futuro se propone la exploración de condiciones de frontera diferentes dada la facilidad que el software proporciona para hacerlo. La contraparte ideal de una simulación numérica es la corroboración con datos experimentales. Un trabajo futuro propuesto es construir un sistema de enfriamiento para caracterizarlo experimental y numéricamente.

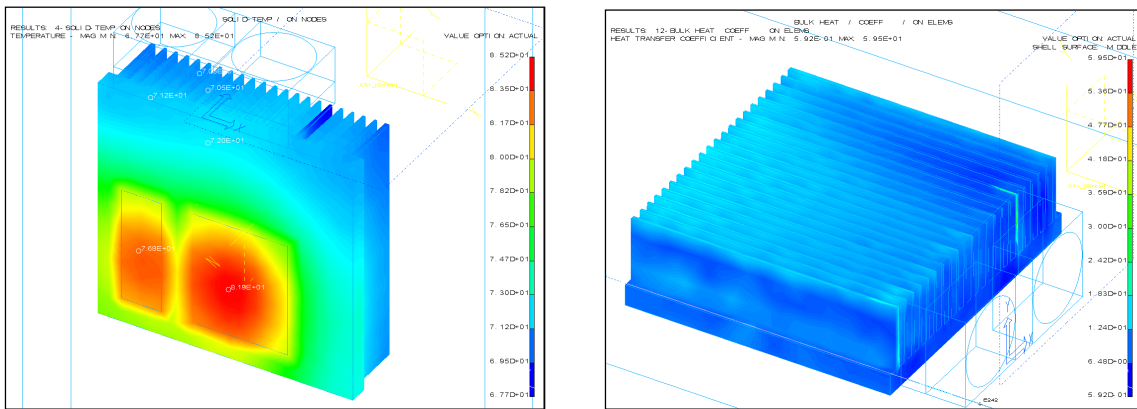
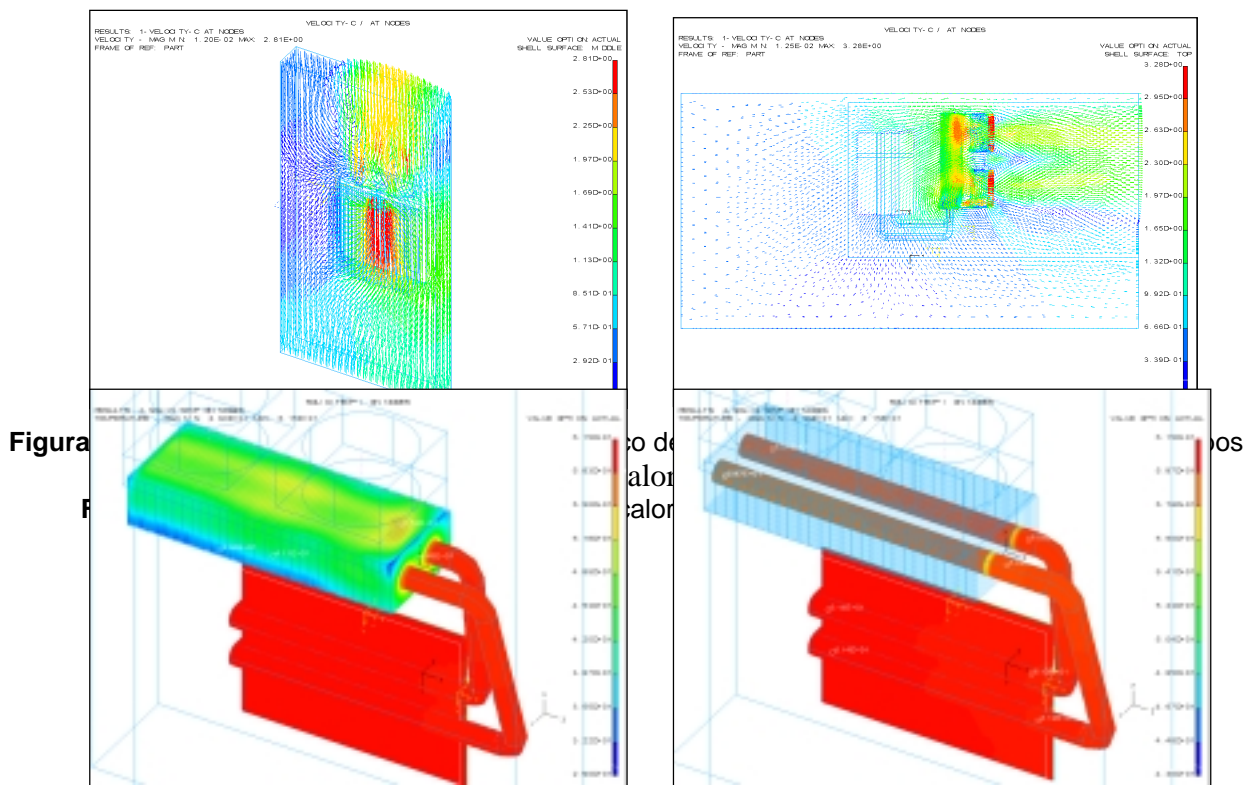


Figura 4. (a) Temperatura (b) Coeficiente de transferencia de calor

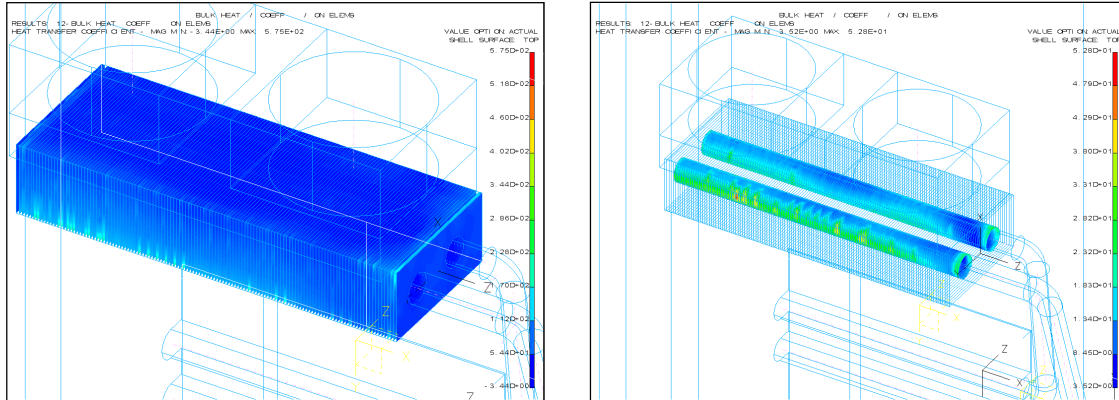


Figura

Co de alor

POS

**Figura 7.** Coeficiente de transferencia de calor en (a) aletas (b) superficie tubos de calor



## 5. Referencias

- [1] Robins M. "Thermal Management Material and Designs are Heating Up" Electronic Packaging and Production, Vol. 40, issue 10, pp. 50-59, Newton 2000
- [2] El Sheikh H.A., Garimella S. V. "Heat Transfer from Pin-Fin Heat Sinks under Multiple Impinging Jets," IEEE Transactions on Advanced Packaging, vol.23, no.1, pp. 113-119, 2000.
- [3] Biswas R., Agarwal R. B., Goswami A., V. Mansingh "Evaluation of Airflow Prediction Methods in Compact Electronic Enclosures" Fifteenth IEEE SEMI-THERM Symposium pp. 48-51, 1999
- [4] Maya Heat Transfer Technologies, "I-DEAS Electronic System Cooling- Users Guide", Junio 1996
- [5] Sergent J., Krum A. "Thermal Management Handbook: for electronic assemblies" Mc Graw Hill, New York, 1998, Cap. 6
- [6] Thyrum G., Dascanio J., Herda A. "Critical Aspects of Modeling Heat Pipe Assisted Heat Sinks" pp. 5, www.thermacore.com



# PREVINIENDO ACCIDENTES EN LOS NUEVOS PAVIMENTOS DE CONCRETO EN MONTERREY

Pablo Garza Chapa y Jorge Gómez Domínguez<sup>1</sup>

En esta investigación se presentan los resultados de mediciones de fricción en diversos pavimentos, especialmente en nuevas superficies de pavimentos de concreto antiderrapantes que abrirán mejores posibilidad para el desarrollo de los pavimentos de concreto hidráulico en áreas urbanas con problemáticas similares a la de Monterrey, donde la presencia de lluvias ocasiona muchos accidentes viales. Tradicionalmente los pavimentos de concreto en el área de monterrey se han considerado riesgosos después de haber sido desgastados por el tráfico, terminando por ser cubiertos con carpetas asfálticas, las cuales son más fáciles de colocar en trabajos de mantenimiento y reparación aún en capas delgadas. Sin embargo las superficies de concreto han demostrado ser excelentes en disminuir los costos de operación de los vehículos, ya que son más rígidas y estables a las cargas y no presentan la formación de baches, roderas y deformaciones excesivas que se encharcan en épocas de lluvia.

Palabras Clave: Pavimentos de concreto, textura, fricción, deslizamiento, accidentes, asfalto, roderas

## 1. Introducción

En el área metropolitana de la ciudad de Monterrey, al igual que en otras regiones semejantes donde los pavimentos se construyen empleando agregados calizos, surge frecuentemente el problema de los accidentes por deslizamiento en la temporada de lluvias. Este problema demanda una urgente solución al igual que un avance en la calidad de la superficie de rodamiento para garantizar un tráfico fluido aún durante las temporadas de lluvia. También es urgente que los nuevos pavimentos sean más estables y durables tanto a las cargas como a la acción del medio ambiente. Aparentemente los pavimentos de concreto son la solución a muchos de los problemas que presentan los pavimentos asfálticos, siempre y cuando se resuelva el problema del derrapamiento o deslizamiento de las superficies desgastadas. Pero ¿cuáles son los factores que inciden en el problema?, ¿qué lecciones podemos aprender del pasado?, ¿es posible dar una solución definitiva al problema de los accidentes en Monterrey?, éstas y otras preguntas se tratan de contestar en el presente trabajo, aportando resultados que se puedan emplear para prevenir accidentes en la localidad.

Las características superficiales de los pavimentos (regularidad, fricción, textura y ruido) afectan en gran medida la seguridad de la circulación, la comodidad del usuario y la economía del transporte. De las propiedades de los pavimentos, la más importante en cuestiones de seguridad es la resistencia al deslizamiento, principalmente en tiempo de lluvia, dado que en gran medida depende de éste parámetro la distancia de frenado de los vehículos. Por esta razón, la resistencia al deslizamiento de los pavimentos se ha convertido en uno de los parámetros de evaluación más importantes.

La resistencia al deslizamiento de los pavimentos depende principalmente de la textura (tanto macroscópica como microscópica) de su superficie. Para que un pavimento ofrezca la adherencia necesaria para que los vehículos puedan circular en forma segura, requieren de una macrotextura que

---

<sup>1</sup> Ing. Pablo Garza Chapa, Cemex Pavimentos de Concreto  
Dr. Jorge Gómez Domínguez, Profesor de Planta Titular, TEC de Monterrey, Campus Monterrey,  
jorge.gomez@itesm.mx

permita evacuar rápidamente el agua y una microtextura áspera que garantice la adherencia. Los pavimentos de concreto hidráulico cuentan con una microtextura dada por el texturizado longitudinal, el cual se obtiene con el arrastre de una tela de yute húmeda o pasto artificial sobre la superficie del concreto fresco, esto le da a la superficie la rugosidad necesaria para permitir un frenado eficiente. La macrotextura de los pavimentos de concreto consiste en una serie de surcos de 1/8" de ancho, una profundidad de entre 1/8" y 1/4" y una separación de entre 1/2" y 1". Esta serie de surcos conocidos como texturizado transversal se forman en el concreto fresco aplicando un peine metálico con cerdas ligeramente sensibles. El texturizado transversal en conjunto con el bombeo, con el que debe de contar toda vialidad, permiten un rápido y eficiente desalojo del agua evitando en todo momento la pérdida de contacto entre neumático y pavimento.

El caso de la vía rápida Edens en Cook County Illinois [1], Estados Unidos, es muy ilustrativo de como la resistencia al deslizamiento está íntimamente relacionada con la incidencia de accidentes en las vialidades. Esta vialidad fue construida originalmente a principios de la década de los 50's. El pavimento era una losa de concreto hidráulico la cual fue rehabilitada con una carpeta asfáltica a finales de los 60's. Entre 1979 y 1980, la vialidad fue reconstruida utilizándose un pavimento de concreto continuamente reforzado. Al pavimento reconstruido se le dio un texturizado longitudinal mediante el arrastre de pasto artificial y un texturizado transversal con peine metálico. Los beneficios de haber reconstruido la vialidad con concreto hidráulico se reflejan en las estadísticas de accidentes presentadas en la Figura 1. La información corresponde al número de accidentes ocurridos en un periodo de cuatro años antes de la reconstrucción y cuatro años después de la misma

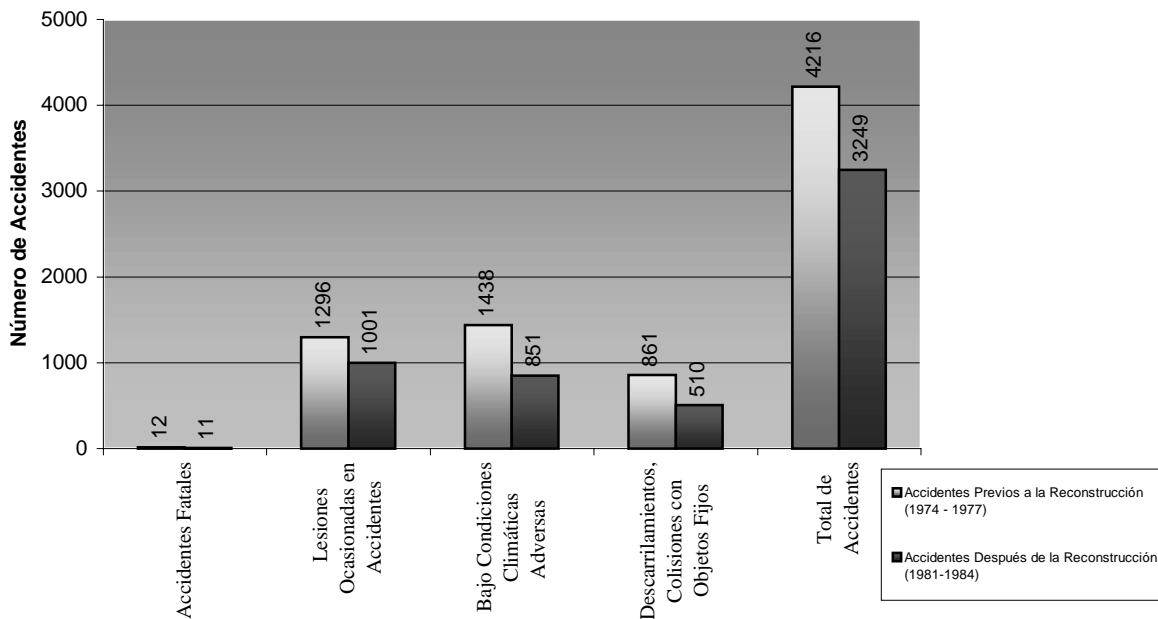


Figura 1. Incidencia de Accidentes en el Edens Expressway Antes y Después de la Subsittución de la Carpeta Asfáltica por Concreto.

Debe considerarse que el tránsito se incrementó significativamente en el periodo de estudio (1974-1984) a pesar de lo cual el número de accidentes disminuyó en forma importante en Edens, particularmente en condiciones climáticas adversas.

El concreto es una superficie rígida indeformable por lo que no se forman en su superficie las roderas que típicamente pueden observarse en el asfalto, particularmente en vialidades con tránsito elevado y en zonas de frenado. Las roderas favorecen la acumulación del agua sobre las superficies de asfalto dificultando el frenado en estas zonas, ocasionando derrapes, pérdida del control del vehículo y accidentes. Este problema es particularmente agudo en intersecciones, casetas de cobro, rampas y en cualquier otra zona en donde los vehículos pesados frenan regularmente y en donde suelen presentarse accidentes frecuentemente. En autopistas, el acuplaneo es otro de los problemas asociados a las roderas. En la Figura 2, se pueden observar las distancias de frenado para superficies de concreto y de asfalto bajo diferentes condiciones para dos diferentes tipos de vehículos (las condiciones de frenado corresponden en la figura a la leyenda de arriba hacia abajo). Por cuestiones de seguridad, no se consideró el efecto del acuplaneo en la medición de las distancias de frenado. Si se toma en cuenta este efecto, las distancias de frenado serían considerablemente mayores particularmente en el asfalto con roderas donde se presenta este fenómeno con mayor frecuencia.

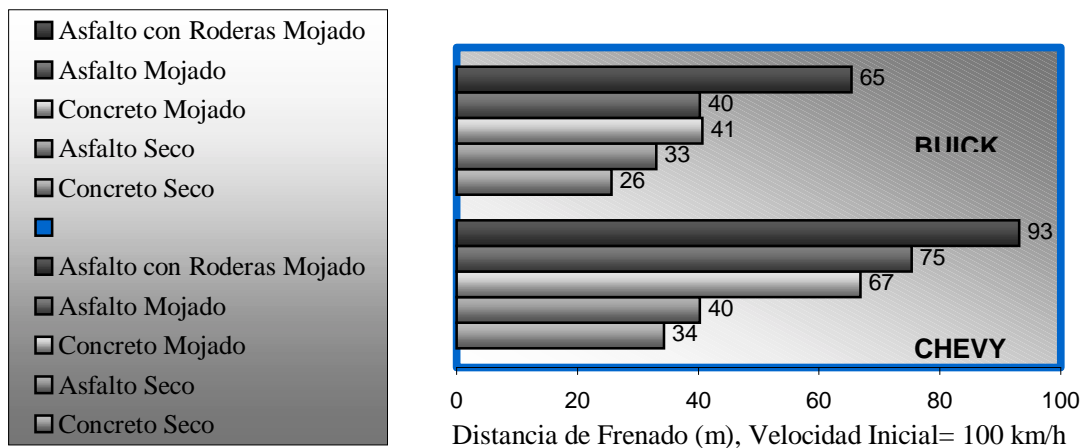


Figura 2. Distancias de Frenado en Concreto y en Asfalto Bajo Diferentes Condiciones.

## 2. Metodología

La metodología del estudio consistió en verificar en el campo las cualidades antiderrapantes de nuevas superficies de concreto que se llamarán de ahora en adelante superficies de concreto hidráulico antiderrapante (formuladas especialmente para el problema del área metropolitana de Monterrey), comparando los resultados con lecturas tomadas sobre otros pavimentos. Debe hacerse la aclaración de que las formulaciones de las mezclas de concreto empleadas en las superficies antiderrapantes se omiten por ser un secreto industrial.

El equipo empleado en el estudio consistió en el aparato denominado ROAR NORSEMETER [2], por medio del cual se obtuvieron mediciones de los índices de fricción en el estado de Nuevo León. Las mediciones se realizaron durante los meses de Diciembre del 2001 y Enero del 2002. Estas mediciones, se llevaron a cabo en diferentes sistemas de pavimentación en vialidades urbanas y carreteras actualmente en uso. Los sistemas evaluados fueron:

- Pavimento de concreto hidráulico
- Pavimento de asfalto convencional

- Pavimento de asfalto modificado
- Pavimento de concreto hidráulico antiderrapante

Los puntos evaluados fueron los siguientes:

- Indice de fricción
- Edad de apertura al tránsito
- Tipo de agregado empleado en las vías (en todos los casos, es roca caliza)

### 3. Resultados y Discusión

A continuación se presentan algunas figuras ilustrativas del tipo de vialidades y de superficies urbanas del área metropolitana de Monterrey que fueron muestreadas en el estudio.

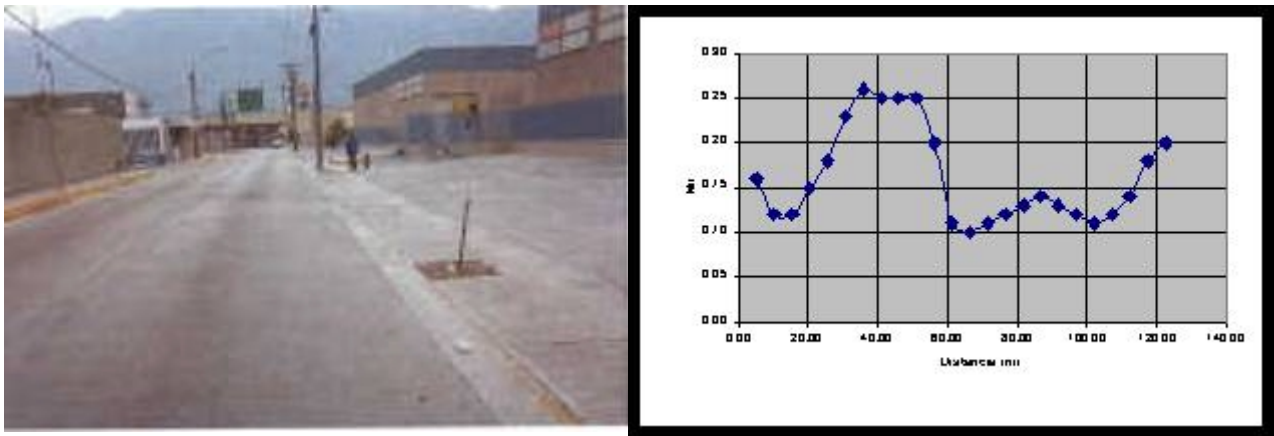


Figura 3. Pavimento de Concreto Hidráulico, Calle 20 de Noviembre .

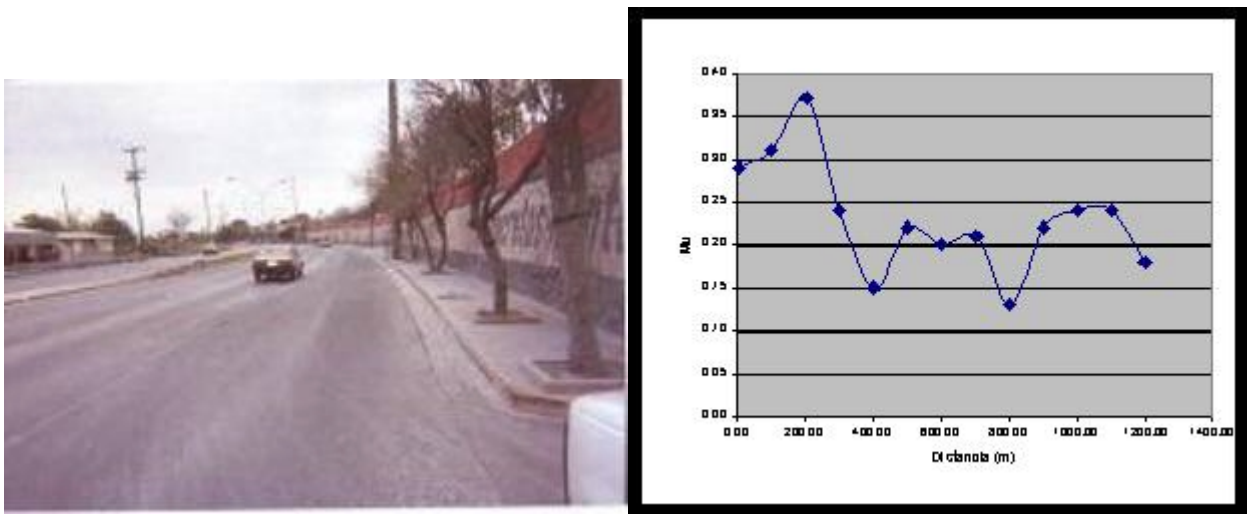


Figura 4. Pavimento de Asfalto Convencional, Avenida Morones Prieto.

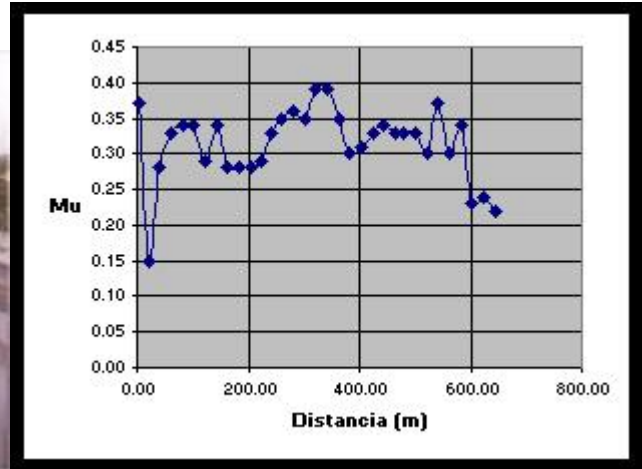


Figura 5. Pavimento de Asfalto Modificado Tipo Viatop, Avenida Morones Prieto Carril de Baja.

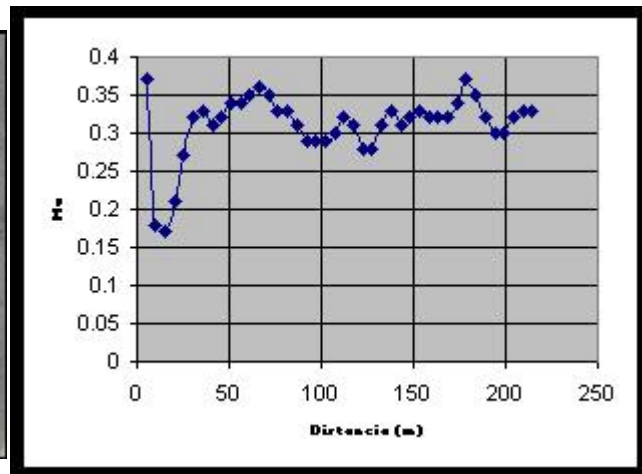


Figura 6. Pavimento de Concreto Hidráulico Antiderrapante, Ave. Morones Prieto y Corregidora.

A un lado de las fotografías incluidas en las Figuras 3 a la 6, se muestran también los perfiles de fricción correspondientes a los tramos estudiados, en el eje horizontal se muestra la distancia y en el vertical el índice de fricción respectivo, los puntos son valores puntuales del índice de fricción medido y las curvas son la unión de esos puntos.

Para el pavimento de concreto de la calle 20 de Noviembre (se abrió al tráfico en 1997) el índice de fricción ( $\mu$ ) promedio fue de 0.16, los puntos de la curva fueron medidos a una velocidad de 60 km/h. Para la avenida Morones Prieto en su tramo de pavimento asfáltico convencional (se abrió al tráfico en 1998), el índice de fricción promedio fue de 0.23, los puntos de la curva se midieron a una velocidad de 69 km/h. En el tramo de la avenida Morones Prieto donde se evaluó el pavimento asfáltico modificado con Viatop (se abrió al tráfico en el año 2000), el índice promedio fue de 0.31, los puntos de la curva fueron medidos a una velocidad de 70 km/h. En el tramo de la Avenida Morones Prieto y Corregidora donde se evaluó el pavimento de concreto antiderrapante (se abrió al tráfico en el año

2002), el índice de fricción promedio obtenido fue de 0.33, los puntos de la curva se midieron a una velocidad de 66 km/h.

Para contrastar esta muestra del estudio, es importante comentar que vialidades donde la velocidad del tráfico suele ser alta, como la avenida Constitución donde el pavimento es de asfalto convencional se obtuvieron los siguientes valores: en el cuerpo con sentido de circulación de oriente a poniente (abierto al tráfico en el año 2000), el índice de fricción promedio fue de 0.17, la velocidad de medición fue de 63 km/h. En tanto que en el cuerpo con sentido de circulación del poniente al oriente (abierto al tráfico en el año 2000), el índice de fricción promedio fue de 0.14, la velocidad de medición fue de 65 km/h.

Es importante señalar que la dispersión de las lecturas especialmente para las superficies que tienen índices bajos, refleja lo peligroso de las mismas en condiciones adversas, es decir con agua en las superficies, ya que para valores de índices más bajos hay un mayor peligro de derrapamiento. De aquí la importancia de una buena consistencia y baja dispersión en las lecturas que integran el perfil de fricción.

La Figura 7 muestra la medición de los índices de fricción obtenidos en los dos tipos de pavimentos que hasta ahora se tienen disponibles en el área metropolitana de Monterrey, los pavimentos de concreto hidráulico antiderrapante y el pavimento asfáltico modificado tipo Viatop

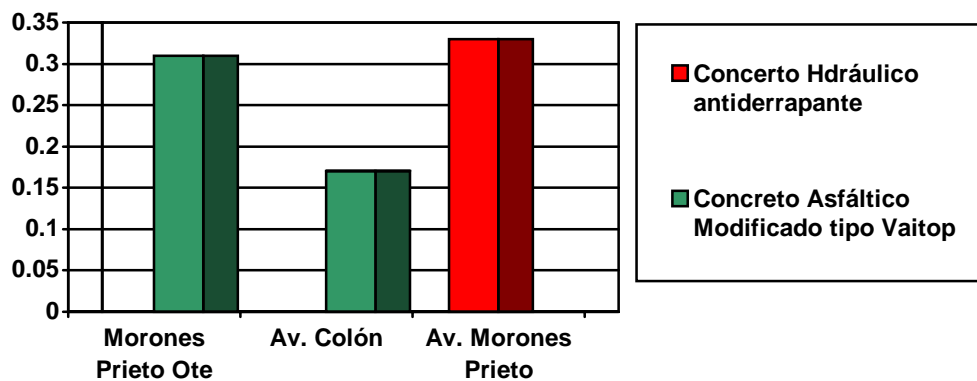


Figura 7. Contraste entre las Mejores Superficies de Pavimentos Disponibles en el Área de Monterrey.

Comparando los dos tipos de pavimentos, se observa de la Figura 7 que el pavimento de concreto hidráulico antiderrapante tiene un índice de fricción mayor que el pavimento asfáltico modificado, éste último pavimento muestra un mal desempeño en la avenida Colón. Recuérdese que es vital para la seguridad que el desempeño de las superficies sea consistente. Las superficies comparadas en la figura anterior corresponden a tramos evaluados en el área urbana de Monterrey con edades no mayores a 1.5 años de edad después de la apertura al tráfico.

Es también importante contrastar el pavimento de concreto antiderrapante con otras opciones que se han intentado en diferentes tiempos, esto proporcionará un mejor panorama de la solución que sugiere el presente estudio. La Figura 8 muestra diferentes pavimentos construidos hasta la fecha y los índices o coeficientes de fricción medidos en ellos.

### Coefficiente de Fricción (Mu) Vs. Tiempo de Operación

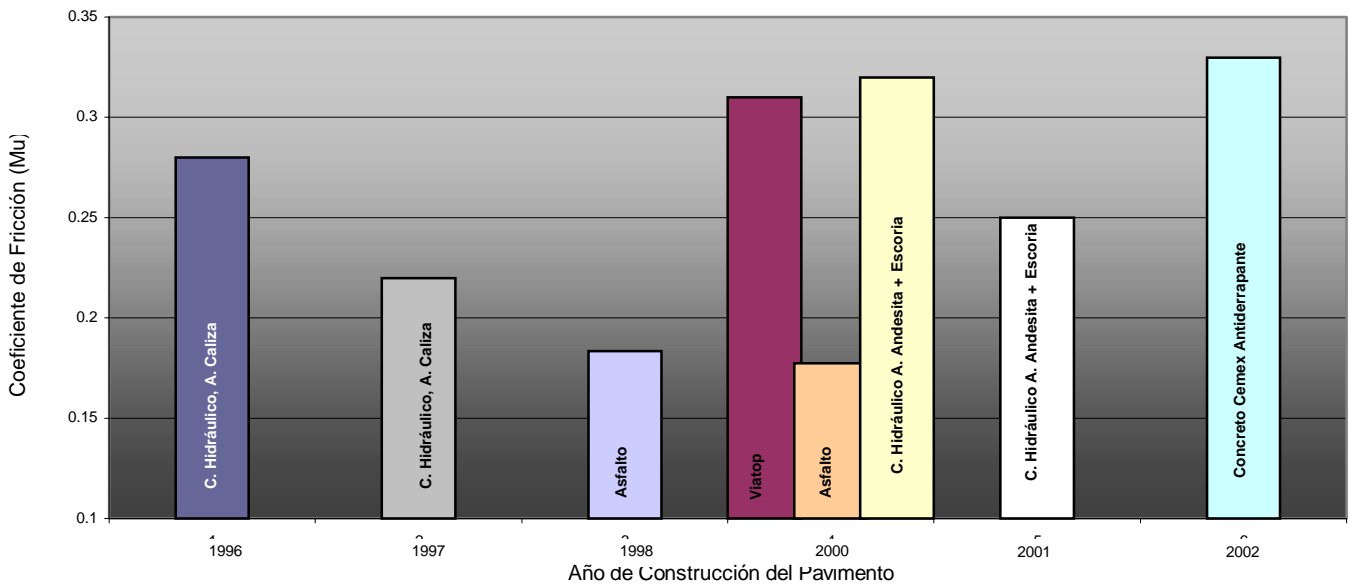


Figura 8. Contraste entre el Pavimento de Concreto Hidráulico Antiderrapante y otros Pavimentos.

Nuevamente se observa el mejor desempeño de los pavimentos de concreto hidráulico antiderrapante y se confirma la peligrosidad de los pavimentos asfálticos tradicionales. Ya no deben construirse pavimentos asfálticos tradicionales con calizas como agregados, al menos no como superficies de rodamiento, las experiencias acumuladas en Monterrey acerca de la peligrosidad de estas estructuras demandan una solución definitiva. Ya no deben construirse pavimentos resbaladizos en aras de una economía mal entendida. Por otro lado, si se hiciera una revisión periódica del índice de fricción de estos pavimentos y se fijara por seguridad un valor mínimo, digamos de 0.2, seguramente se tendrían que reconstruir muchas superficies de rodamiento no durables al cabo de poco tiempo, quizás después de un par de años de operación, por supuesto que este proceso incrementaría aún más los costos de mantenimiento de los pavimentos asfálticos.

#### 4. Conclusiones

La utilización de los pavimentos de concreto aporta índices de fricción sensiblemente más altos que los pavimentos de concreto asfáltico (ver Figura 8), aún si se comparan directamente tramos de asfalto modificado con sistema Viatop contra pavimentos de concreto hidráulico con texturizado transversal y micro textura a base de tela de yute ó pasto alfombra, esta diferencia puede incrementarse con la utilización de concretos de mezclas diseñadas especialmente para incrementar la resistencia a la abrasión (como es el caso de los concretos antiderrapantes de la Cd. de Monterrey) sin sacrificar la economía de las vialidades.

#### 5. Referencias

- [1] Portland Cement Association, Research and Development. Dept. of Development, Bulletin. D65.
- [2] <http://hotell.nextel.no/norsemeter/roar.htm>.

# DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA TRANSMISIÓN DE LAVADORA COMPACTA DE TIPO OSCILACIÓN

José Antonio Canto Esquivel, Noel León Rovira

Actualmente el uso de diversas herramientas computacionales para la solución de problemas de ingeniería, ha ayudado a reducir tiempos de análisis y en especial a aumentar la eficiencia en el diseño de sistemas mecánicos. Estas han propiciado que las máquinas y en general los elementos de máquinas sean más eficientes y óptimos en su funcionamiento.

Una de las herramientas que mayormente se utiliza en el área del diseño mecánico es la simulación por computadora. En el área de la ingeniería estos simuladores puede ser de diversos tipos, como por ejemplo los simuladores cinemáticos en dos dimensiones, en tres dimensiones y simuladores de esfuerzos y deformaciones. Con la gran variedad de estas herramientas computacionales en el mercado, es importante saber qué tipo de simulador es el correcto para el uso que se le piensa dar; por lo tanto, el conocer las capacidades de los simuladores y su versatilidad en la simulación de efectos físicos es de suma importancia.

En este trabajo se refleja el uso y la capacidad que puede tener una herramienta computacional para el diseño de un nuevo componente.

Este trabajo esta basado en el uso del simulador multifísico Working Model en sus versiones de dos y tres dimensiones (Working Model 2D, 3D y Visual Nastran 4D), que es un software de cálculo y simulación de esfuerzos en sistemas mecánicos.

Para analizar la versatilidad del software se seleccionó un problema de la industria, el cual consistió en diseñar una nueva transmisión para una lavadora compacta de tipo oscilación. Actualmente esta transmisión esta formada por un sistema de barras y engranes. El resultado del diseño del nuevo sistema de transmisión resultó en una solución innovadora.

El software Working Model fue una herramienta útil en la búsqueda de la solución adecuada para el diseño de la nueva transmisión, puesto que fueron simulados y analizados diversos mecanismos.

Palabras Clave: Working Model. Simulación. Lavadora compacta.

## 1.- Introducción

En la actualidad el uso de herramientas computacionales para la solución de problemas en ingeniería es más frecuente, por lo tanto, es importante realizar un análisis de estas herramientas, para justificar su uso como sistemas de apoyo para el trabajo ingenieril.

Una de las herramientas más frecuentemente utilizadas en la ingeniería mecánica son los simuladores cinemáticos. Los cuales, han sustituido en gran parte a los modelos físicos.

La simulación de sistemas mecánicos por computadora tiene la ventaja de que se pueden realizar modificaciones y correcciones a los sistemas en una forma versátil, lo que reduce los tiempos de análisis y se aumenta la eficiencia del proceso de diseño en los sistemas.



Una de las herramientas de simulación que actualmente se encuentra en el mercado es el simulador Working Model ®, en sus variantes 2D, 3D y VisualNastran4D. Este tiene diversas funciones para el proceso de simulación de elementos y ambientes físicos, tanto en dos como en tres dimensiones.

Para el análisis del desempeño de los simuladores es recomendable hacerlo con proyectos de ingeniería reales para poder así sustentar la utilidad real de estas herramientas.

Ya habiendo sustentado su capacidad, se pueden utilizar en la solución de problemas reales dando así una posibilidad de hacer más eficientes los procesos de diseño de máquinas y de elementos mecánicos.

En este trabajo se muestra como, con el uso de estas herramientas; el proceso búsqueda de soluciones de diseño nuevas e innovadoras soluciones se realiza de una forma más eficiente.

## **2. Metodología**

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó la metodología básica de diseño que consiste en lo siguientes puntos:

- Establecer una necesidad, por medio de una investigación de mercado.
- Entender el problema.
- Generar soluciones potenciales.
- Evaluar las propuestas por medio de la comparación de la soluciones potenciales y seleccionar la mejor.
- Realizar el análisis del comportamiento físico de la solución
- Realizar la selección del material con el que será fabricado el producto.
- Realizar una investigación del diseño para ensamble del producto.

### **2.1. Análisis del Producto.**

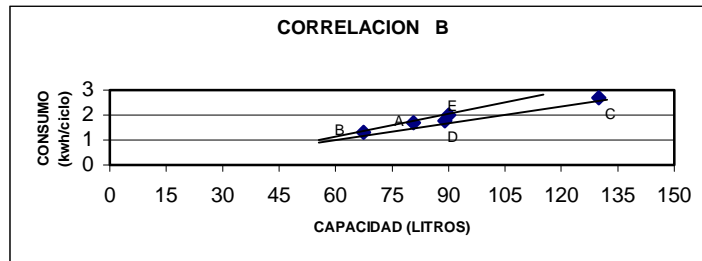
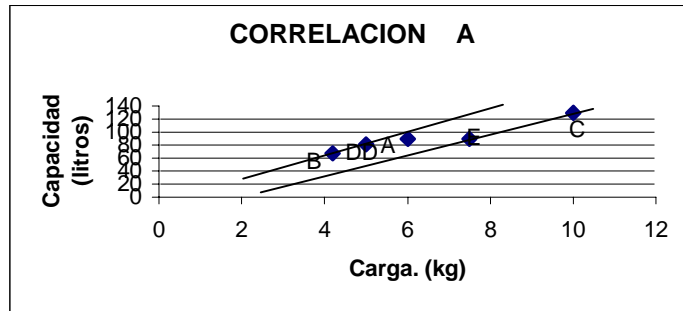
El análisis paramétrico de productos es una técnica mediante la cual se analiza el desempeño de productos análogos en base a sus parámetros principales.

En el estudio paramétrico se comparan la diversidad de productos afines con sus propias características. En este caso la información requerida se recopiló de la Procuraduría Federal del Consumidor en Monterrey.

Sobre esta base se evaluaron diversas lavadoras que existen en el mercado nacional, tanto automáticas, semi-automáticas y manuales. Se graficaron y se identificaron patrones de comportamiento con siguientes parámetros:

- Capacidad de carga (Kg de ropa)
- Consumo de agua (lts/Kg)
- Costo de lavado por carga de ropa (kw-h/ciclo)
- Precio.
- Niveles de selección de agua.
- Velocidades de lavado.

En la gráfica 1 se muestran algunos ejemplos:



**Grafica 1.** Ejemplos de Análisis Paramétricos Correlacional

## 2.2. Despliegue de la función de calidad

Los resultados obtenidos de este análisis permitieron comparar las lavadoras que tuvieran características similares, tales como ser compactas y de tipo oscilación. Sobre esta base se investigó que tipo de transmisión utilizaban, y se encontraron dos tipos de transmisiones, la transmisión mecánica por medio de engranes y la eléctrica que consiste en un inversor de polaridad electrónico, que cambiaba la polaridad del motor para hacer el movimiento oscilatorio.

Se seleccionaron las lavadoras que tenían la transmisión mecánica y se les realizó un estudio de Despliegue del Funcional de Calidad, utilizando para ello del software de QualiSoft®, con cuya ayuda se introdujo la información que se obtuvo del estudio paramétrico y de las encuestas realizadas a los clientes de la ciudad de Monterrey. De esta forma se aseguró que la voz del consumidor sea sistemáticamente considerada en el diseño y producción del producto/servicio.

El análisis arrojó como lo siguiente:

Que la transmisión es un problema muy recurrente en las lavadoras compactas ya que le entraba agua a la caja de la transmisión causando la oxidación de los engranes, provocando esto que la transmisión falle.

Para resolver este problema se consideró fabricar una caja de transmisión que estuviera herméticamente cerrada pero no se optó por esta solución por ser probablemente muy costosa y no resolvería el problema.

Por lo tanto se optó por diseñar una nueva transmisión que fuese de plástico para que no requiriera la caja de protección adicional y que, además, fuera simple en su configuración y ensamblado.

## 2.3. Matriz Morfológica y análisis de patentes

La matriz morfológica es una herramienta auxiliar para la búsqueda de soluciones conceptuales, que se auxilia en el método de descomposición funcional. Este consiste en descomponer problemas complejos en un grupo de problemas pequeños al dividir el sistema en funciones y subfunciones. Así

entonces con la matriz morfológica es posible organizar la búsqueda de variantes de soluciones posibles para cada una de estas funciones.

Las funciones en las que se subdividió la lavadora compacta fueron las siguientes:

Introducir ropa, Contener ropa, Separar la suciedad de la ropa, Llenar la tina con agua, Generar fuerza para la agitación, Transmitir fuerza de agitación, Drenar agua sucia y Eliminar el agua de la ropa.

Como este estudio solo se enfocó hacia la transmisión de la lavadora, en el análisis funcional solo se profundizó en las subfunciones relacionadas con esta actividad.

Para el sistema de la lavado se realizó la matriz morfológica I que se muestra en la Tabla 1

Funciones.	Soluciones Posibles				
	<u>Vertical</u>	Horizontal	Lateral		
Introducir Ropa	<u>Vertical</u>	Horizontal	Lateral		
Contener Ropa.	Esfera	Cilindro Horizontal	<u>Cilindro Vertical</u>	Cúbica	Cilindro giratorio
Separar la suciedad de la ropa	Agua	Mecánico	<u>Agua con detergente.</u>		
Llenar la tina con agua.	<u>Manual</u>	Bombeo	Gravedad		
Generar fuerza para agitación .	Mecánico /Manual.	<u>Electro-Mecánico</u>			
Transmitir Fuerza de agitación	Engranés	Poleas	<u>Barras</u>	Levas	Pistón
Drenar agua sucia.	Manual	Bombeo	<u>Gravedad</u>		

**Tabla 1** Matriz Morfológica de la lavadora.

Como el análisis anterior se concentró en la función de transmitir el movimiento se consideraron fundamentalmente las soluciones: Engranés, Poleas, Levas, Pistón y Barras. Las siguientes reflexiones se hicieron respecto a estas variantes:

- Los engranes es una solución ya usada en las transmisiones.
- Las poleas son una solución poco viable pues existen experiencias negativas con su uso en lavadoras.
- Mecanismos de levas es utilizado en estos casos resultan demasiado ruidosos y pueden elevar los costos de mantenimiento [1]
- Los pistones implicarían agregar un sistema neumático o hidráulico, lo cual también haría la solución muy costosa y poco viable.
- Los mecanismos de barras son pueden ser configurados de distintas maneras, para poder dar diversos movimientos y resultan generalmente fáciles de fabricar. Se pueden hacer de distintos tamaños y de distintos materiales, por lo que se consideraron como posible solución.

Se realizó un análisis de patentes con el fin de generar ideas y saber si se encuentra algo igual o similar a la solución que se está considerando y ver las posibilidades de que este trabajo sea patentable.

La búsqueda se realizó por INTERNET en el sitio de Delphion. Se encontraron un total de 1992 patentes, de las cuales 20 se relacionaban con la transmisión. Estas fueron analizadas, y se encontró

que en su mayoría eran patentes para lavadoras automáticas. Se encontraron 7 que correspondían al área de las compactas, las cuales se analizaron más profundamente; identificando que tres de estas son relevantes para la solución del problema.

Estas tres patentes fueron las siguientes:  
 USO5655389, USO5720190 y USO5522242

Los dibujos principales de estas se muestran a continuación en las Figura 1, 2 y 3

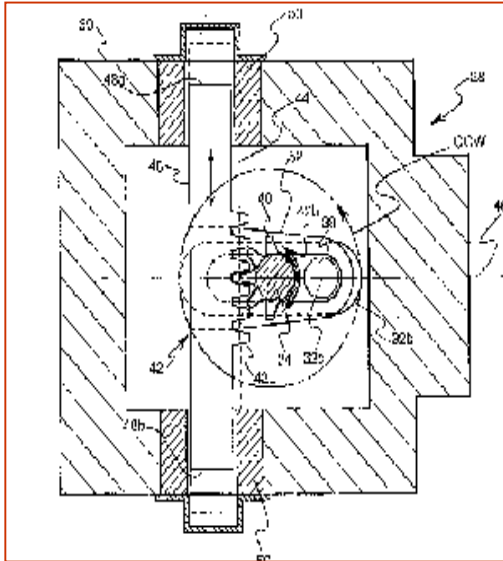


Fig. 1 USO5655389

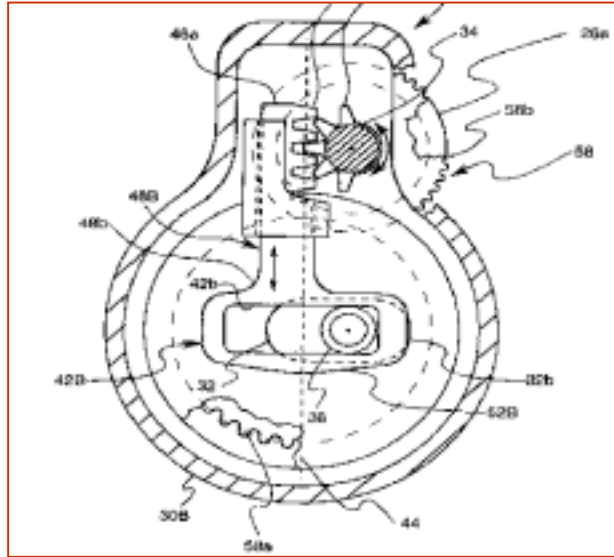


Fig. 2 USO5720190

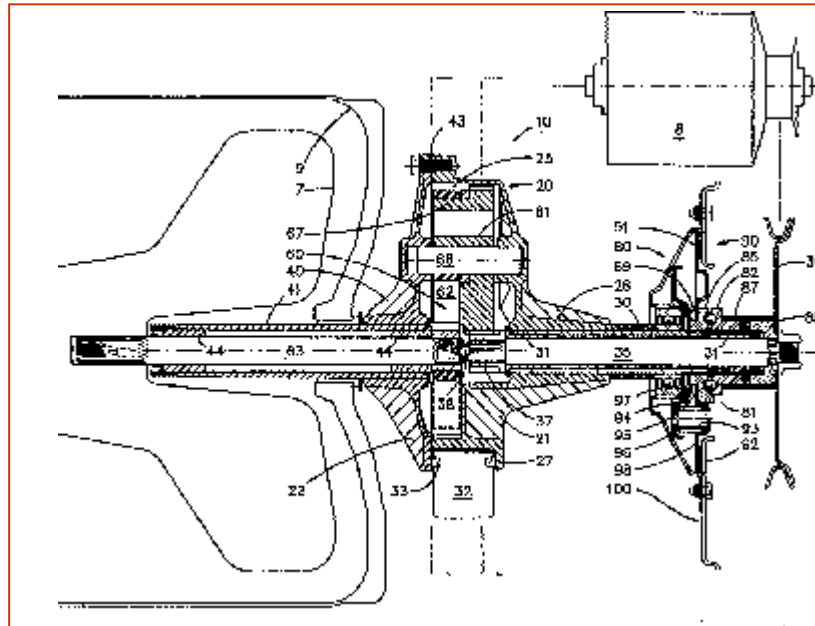


Fig 3. USO55222

Se concluyó que en todos los casos el mecanismo de la transmisión al igual que en la lavadora actual esta constituido por barras y engranes metálicos, lo cual lo hace complejo y requiere de un caja cerrada y hermética [10].

Con vista a la solución se consideró que si se puede lograr un ángulo de oscilación aproximadamente igual y con un perfil de velocidades y aceleración similar al actual pero con un mecanismo solo de barras, que no requiera de engranes, se simplificaría considerablemente el diseño. Además se concluyó que un mecanismo de estas características pudiera hacerse totalmente de plástico, con lo que se eliminaría la necesidad de encerrarlo en una caja hermética lubricada.

Ambos aspectos reducen grandemente el costo y la variabilidad, por lo que tendrían un impacto económico considerable. El reto de lograr, mediante una búsqueda sistemática, un mecanismo adecuado se enfrentó con ayuda de los simuladores mencionados [12].

#### 4. Búsqueda de solución

En este capítulo se recopilan las soluciones propuestas como resultado del proceso de diseño.

Los sistemas de transmisión mecánica propuestos se analizaron para dar respuesta al problema del nuevo diseño del mecanismo oscilatorio de la lavadora utilizando el simulador Working Model 2D descrito anteriormente. Las soluciones que se analizaron consisten en mecanismos de barras articuladas en distintas configuraciones, que permiten transmitir la potencia y el movimiento deseado.

Para encontrar la solución de diseño más adecuada se realizó una investigación que consistió en los siguientes pasos:

- Se realizó una pre-selección de mecanismos que se consideraba podían arrojar los resultados esperados. Esta selección se basó en el cumplimiento de las siguientes condiciones:
  - 1.- Mecanismos que realizaran movimientos oscilatorios.
  - 2.- Mecanismos conformados solo por barras.
- Se simularon los movimientos de los mecanismos seleccionados, en el simulador Working Model 2D.
- Se analizaron las simulaciones de los mecanismos seleccionados, en los siguientes conceptos:
  - 1.- Número de elementos que forman el mecanismo.
  - 2.- El ángulo de oscilación en el elemento oscilatorio.
  - 3.- El perfil de velocidades angulares del elemento oscilatorio.
  - 4.- El perfil y comportamiento de la aceleración angular del elemento oscilatorio.
- Se consideraron los siguientes criterios para la selección del mecanismo, que daría solución del problema de diseño:
  - 1.- Que el ángulo de oscilación que se encuentre en un rango de  $180^\circ$  a  $210^\circ$ .
  - 2.- Que el mecanismo tenga una configuración simple.
  - 3.- Que el perfil de velocidades sea suficiente para el efecto de lavado.
  - 4.- Que el perfil de aceleración sea el adecuado para cumplir con la lavabilidad.

#### 5. Resultados

Aunque por razones de espacio se omite la descripción de los 7 mecanismos analizados, a continuación se muestran los resultados del mecanismo que resultó seleccionado como el que mejores resultados arroja para general el movimiento oscilatorio de la lavadora. Este resultó ser un mecanismo de paralelogramo de 4 miembros, con por tres elementos de barras plásticas y dos topes para la inversión cinemática, los cuales están ubicados en los puntos muertos del mecanismo, generado así el cambio de sentido de la barra de oscilación. Los que forman este mecanismo son los siguientes. [9]

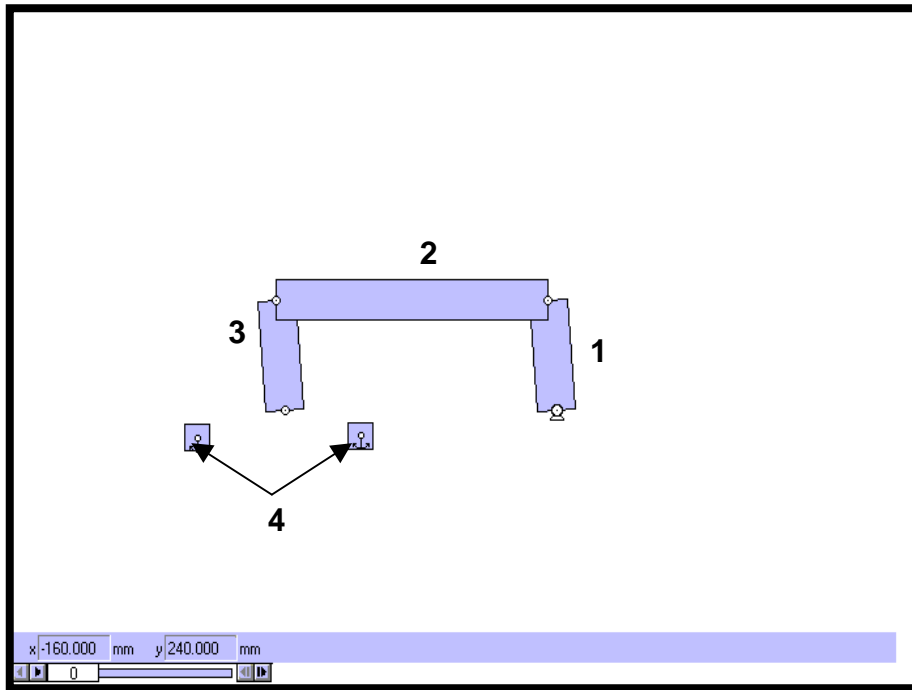
1.- Barra Motora: Es la barra en donde se coloca el motor que inicia el movimiento del sistema.

2.- Barra de conexión: Es la barra que une la barra motora y la barra de oscilación.

3.- Barra de Oscilación : Es la barra final del mecanismo, la cual proporciona el movimiento resultante.

4.- Bastidor con topes de inversión: Dichos topes se localizan en el bastidor en los puntos muertos de la barra de oscilación del mecanismo, obligando con ello a que la barra de oscilación cambie de sentido y se genere así el movimiento de oscilación.

La configuración de este mecanismo se muestra en la figura 2



**Figura 4 .** Configuración del mecanismo.

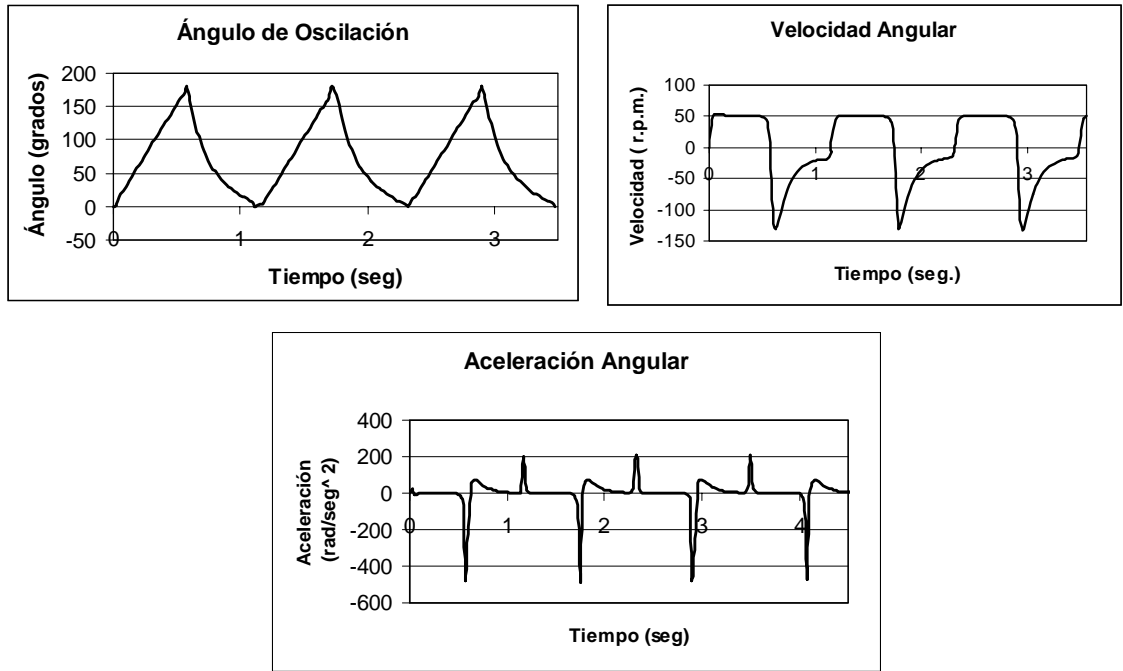
Se procedió a la simulación para obtener el análisis cinemático de la nueva transmisión. Este análisis se realizó para tres parámetros: el ángulo de oscilación, la velocidad angular de la barra 3 y la aceleración angular de la barra 3, por ser estos los parámetros de importancia para una posible ventaja competitiva del nuevo sistema. Los resultados se muestran en la Fig. 5 [10].

En la mencionada figura 5 se puede apreciar que el valor máximo del ángulo de oscilación  $\theta$  de la nueva transmisión es de  $180^\circ$ . La velocidad angular alcanza un valor máximo de 130 rpm y su ascenso es más abrupto que su retorno. Este comportamiento se comparó con la velocidad angular de la transmisión original y se pudo observar que en la transmisión actual dicha velocidad aumenta y disminuye de forma simétrica durante el recorrido de avance y de retorno, mientras que la transmisión propuesta presenta notables diferencias de la velocidad entre el avance y el retorno. Esto es debido al tipo de inversión de sentido de ambos mecanismos, ya que en la transmisión original es un mecanismo de manivela balancín con engranes y la transmisión propuesta es un mecanismo de paralelogramo con los mencionados topes de rebote para la inversión.

También la aceleración angular del nuevo mecanismo presenta notables variaciones de la aceleración en ambos sentidos, lo que ocasiona las variaciones de la velocidad antes mencionadas.

Estas variaciones de velocidad y aceleración se consideran favorables para el proceso de lavado, pues son precisamente las aceleraciones y cambios de velocidad los parámetros que proporcionan las fuerzas necesarias para la separación de la suciedad adherida a la ropa. En cuanto a los valores absolutos, la transmisión nueva alcanza valores absolutos de aceleraciones mayores, lo cual también se

considera positivo para la lavabilidad. Sobre esta base se concluye que la nueva solución, además de ser mucho más simple y económica, supera a la original en cuanto a desempeño de lavado [ 9].

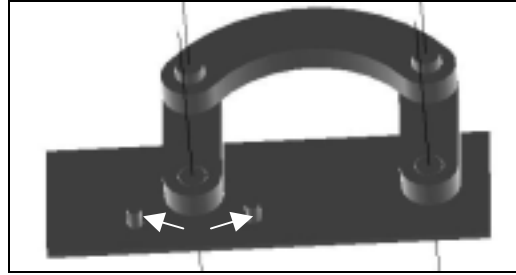


**Figura 5.** Ángulo, Velocidad Angular y Aceleración angular de la transmisión nueva.

Sobre esta base se procedió a hacer el análisis de esfuerzos para seleccionar el material de la nueva transmisión. Esto se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Se modeló la geometría de los componentes de la nueva transmisión en 3D con Mechanical Desktop [15].
2. Se ensambló el mecanismo con la misma herramienta de modelación.
3. Se exportó el ensamble del mecanismo a Visual Nastran 4D para la simulación de los movimientos y posteriormente para la simulación de esfuerzos [16].
4. El efecto de la resistencia de la combinación de agua con ropa se simuló mediante un resorte torsional amortiguado aplicado en la barra de oscilación
5. De esta forma se determinaron de forma dinámica los valores máximos de esfuerzos, comprobándose que estos están por debajo de los valores permitidos por el material seleccionado.

En la figura 6 se muestra la transmisión rediseñada. La forma curva de la barra de conexión es para evadir los topes de inversión.



**Figura 6.** Transmisión Rediseñada.

Para conocer la eficiencia de diseño de transmisión propuesta y compararla con la de la transmisión original se realizó el análisis de ambos diseños por el método de Boothroyd Dewhurst [12].

Los resultados fueron los siguientes:

Eficiencia de diseño de la transmisión Original = 13 %.

Eficiencia de diseño de la transmisión Propuesta = 44 %.

Nótese que la eficiencia de diseño de la nueva transmisión supera a la de la actual en más de tres veces. Esto se debe a la notable reducción de la cantidad de componentes, así como a la fácil ensamblabilidad de estos.

## 6. Conclusiones

Se hace notable con el desarrollo de este trabajo que el uso de las herramientas de simulación computacionales, es básico para la eficiencia y efectividad del proceso de diseño.

En este caso los paquetes de simulación y análisis fueron de gran ayuda en la determinación de los parámetros cinemáticos, dinámicos y de resistencia, ya que sin estos el tiempo de diseño y análisis así como también los costos hubieran aumentado considerablemente, pues hubiera sido necesario construir varios prototipos experimentales para cada variante de solución para la determinación de sus parámetros de desempeño.

En este caso se pudo analizar un mayor número de variantes de solución hasta alcanzar la solución propuesta, lo que estimuló la creatividad en el proceso de diseño.

Lógicamente la propuesta final requiere de comprobación experimental, pero todo el proceso de análisis y búsqueda pudo realizarse sin construir instalaciones experimentales.

## 7. Referencias

- [1] Artobolevski Ivan Ivanovich, "Mecanismos en la Técnica Moderna", Moscú, Vol 1, Pag 415 (1976).
- [2] Baumeister Theodore / Eugene A. Avallone / Theodore Baumeister II, "Manual del Ingeniero Mecánico de Marks", México (1986).
- [3] Beer Ferdinand P., E. Russell Johnston, Jr, " Mecánica Vectorial para Ingenieros" Dinámica, , México. (1993).
- [4] Beer Ferdinand P. y E. Russell Johnston, Jr, "Mecánica de Materiales", México, (1988).
- [5] Kelly S. Graham, " Fundamentals of Mechanical Vibrations", Estados Unidos de América (1993).
- [6] Norton Robert L., "Design of Machinery", Estados Unidos de América, (1999).
- [7] Norton Robert L., " Diseño de Máquinas", Edo. de México, México, (1999).
- [8] Scheaffer Richard L. / James T. McClave, "Probability and Statistic for Engineers", Estados Unidos de América, (1995).
- [9] Shigley Joseph Edward, "Análisis Cinemático de Mecanismos", Madrid, España, (1970).
- [10] Shigley Joseph Edward, "Diseño en Ingeniería Mecánica", México D. F., México, (1979).
- [11] Sule Dileep.R., " Manufacturing Facilities", Estados Unidos de América, (1998).
- [12] Ullman David G., "The Mechanical Design Process", Estados Unidos de América, (1992).



## Manuales

- [13] Power Electric, Electric Motor, " Washing Machine Motors", Mabe México.
- [14] Procuraduría Federal del Consumidor, Reporte Especial, " Calidad en lavadoras electrodomésticas de ropa", México D.F., (Noviembre 1999).
- [15] Manual para Ensamble, Mechanical Desktop, Autodesk.
- [16] MSC. Visual NastranDesktop, guía tutorial, Integrating Analysis into, Desktop Desing, MSC Sotware SIMULATING REALITY.

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO MOTIVACIONAL PARA AYUDA DE LA REHABILITACIÓN (DMR)**

Victor H. Zárate Silva , Pedro Nájera García, Paul Bach-y-Rita,  
Guillermo Mondragón Anaya, Hiyoroku Campos Gushiken, César Olivera Escalona,

Se diseño, construyó y probó un Dispositivo Motivacional de Rehabilitación (DMR). El DMR es un equipo electrónico-mecánico que fue desarrollado en el Tecnológico de Monterrey Campus Cuernavaca en conjunto con del Dr. Paul Bach-y-Rita reconocido médico neurólogo de la Universidad de Wisconsin y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. El Dr. Bach-y-Rita trabaja con rehabilitación de personas con hemiplejia, partiendo del hecho que una persona se recupera mas rápidamente si se encuentra motivada. Se diseñó y construyó el DMR para ayudar a este tipo de personas en su rehabilitación. El DMR es una palanca que se mueve en una sola dimensión y que se encuentra conectado a una computadora personal que tiene un juego de video y una base de datos en la que se guarda la información y avance de los pacientes, para llevar un control de los mismos.

**Área: Medicina y Biotecnología**  
**Coordinador de área: Dr. José Rafael Borbolla**  
**Escoboza**

**Avances en biotecnología y medicina clínica I**  
**Coordinadora de mesa: Dra. María Teresa Collados Larumbe**

# **Effect of Cell Wall Degrading Enzymes on Starch Recovery and Steeping Requirements of Sorghum and Maize**

Sergio O. Serna-Saldívar and Martha Mezo-Villanueva

## **ABSTRACT**

The effect of a commercial cell wall degrading enzyme complex (CWDE) on the steeping time and starch yields of white regular sorghum (RSOR) compared to yellow maize (YMZ) was determined. An *in vitro* wet milling method standardized to test dosages from 0 to 120 FBG/100 mL indicated that starch yields were significantly higher for YMZ than RSOR and increased proportionally as enzyme dosage increased. A factorial experiment was performed to study the effect of CWDE addition to coarsely ground grains for 4 h after 20 or 44 h SO<sub>2</sub> steeping. At both regular steep times, YMZ yielded significantly higher ( $P < 0.05$ ) amounts of starch than RSOR. When steep times were compared, grains soaked for 48 h produced 1.7% higher starch yields than counterparts treated for 24 h. CWDE significantly increased starch yields and recoveries. Enzyme treated grains yielded 2.5% more starch than counterparts steeped regularly. For both grains the best wet-milling conditions to obtain the highest amount of starch were 48 h steeping and addition of CWDE. Under these conditions, YMZ and RSOR yielded 66.9 and 66.6% starch, respectively. Starches obtained after the enzyme treatment at both steep times contained higher amounts of residual protein and ash compared with the untreated counterparts. Viscoamylograph properties of YMZ and RSOR starches were not affected by the use of the enzyme complex nor the steep time. In comparison with RSOR starch, the YMZ starch initiated gelatinization at lower temperature and had higher viscosity at both start and end of the cooling cycle.

**LAMINAR MIXING IN ECCENTRIC STIRRED TANK SYSTEMS (APPLICATIONS IN BIOREACTOR ENGINEERING).** Mario. M. Alvarez , Centro de Biotecnología. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Paulo Arratia, Chemical and Biochemical Engineering Department. Rutgers University and Fernando. J. Muzzio, Chemical and Biochemical Engineering Department. Rutgers University.

This paper discusses the laminar flow structure and mixing patterns in stirred tanks with eccentrically located impellers using tracer visualization techniques and Laser Induced Fluorescence (LIF). The displacement of the shaft from the center-line of the tank has a remarkable effect on the manifold structure of the flow: the segregated regions of regular motion observed in concentric systems are destroyed, the impeller mid-plane separatrices are eliminated, and the axial circulation in systems agitated even by radial impellers is greatly improved. All these are important contributions for significant enhancement of mixing efficiency with respect to concentric systems.

**MODELLING MIXING IN REACTIVE BIOLOGICAL PROCESSES UNDER VARIOUS DEGREES OF SEGREGATION.** Mario M. Alvarez, Centro de Biotecnología, Campus Monterrey, ITESM

Mixing is a key issue on the performance of bioreactors. While it is natural and customary to assume perfectly mixed conditions when designing or modeling such systems, practical experience and a body of solid experimental and computational evidence tell us that mixing in typical bioreactor geometries is highly non-homogeneous. The processes of cellular growth and metabolism are intrinsically nonlinear, and therefore their predictability may be severely affected by any significant departure from the perfectly mixed assumption. In this contribution, by means of numerical algorithms, we explore the effects of imperfect mixing on the rate and yield of typical biological schemes: Monod, and Monod with inhibition by product. Taking as a mixing scenario a simple chaotic flow model, the differential convection-diffusion-reaction equations are solved to emulate the processes of cellular growth, substrate uptake, product generation, and neutralization in a batch bioreactor. The spatio-temporal evolution of the system is analyzed under different kinetic regimes, and degree of chaos (proportion between chaotic and regular regions). Significant deviations from the predictions based on the perfectly mixed assumption are found for both the Monod and Monod with inhibition Model, particularly in the cases with large segregated regions. The magnitude of the deviations can be simply correlated as a function of the ratio of time-scales of the system (reaction time scale/convection time scale), and the degree of segregation (ratio of chaos/regularity) in the system.

**MODELANDO MEZCALDO EN PROCESOS BIOLÓGICOS REACTIVOS BAJO DIFERENTES GRADOS DE SEGREGACIÓN.** Mario M. Alvarez, Centro de Biotecnología, Campus Monterrey, ITESM

El mezclado es un factor clave en el desempeño de reactores biológicos. Para diseñar y modelar bioreactores generalmente se asumen condiciones de mezclado perfecto. Sin embargo, la experiencia práctica y amplia evidencia experimental y computacional indica que esta suposición no es precisa y que aún en las geometrías más típicas podemos encontrar clara heterogeneidad de condiciones de mezclado. Los procesos de crecimiento y metabolismo celular son altamente no lineales, de manera que su predictibilidad se verá seriamente limitada por desviaciones significativas de las condiciones de no idealidad. En este trabajo, por medio de algoritmos computacionales, se exploran los efectos de mezclado imperfecto en la velocidad y rendimiento de escenarios típicos de reacción biológica. Tomando como sistema modelo un flujo caótico simple, las ecuaciones de movimiento son resueltas simulando los procesos celulares. La evolución espacio-temporal del sistema es analizada bajo diferentes regímenes de segregación y presencia de caos en el sistema. Los resultados indican desviaciones significativas en rendimiento y velocidad en sistemas con segregación con respecto a sistemas ideales. Esta desviación es mayormente significativa en sistemas altamente segregación. La magnitud de las desviaciones observadas puede ser correlacionada con la relación de escalas de tiempo del sistema (tiempo de reacción/tiempo de mezclado) y el grado de segregación de este (área de la región caótica/área de la región segregada)

# COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LUTEÍNA Y ZEAXANTINA EN *Fusarium moniliforme* Sheldon, CRECIDO EN DIFERENTES MEDIOS DE FERMENTACIÓN

Marisol Sosa Padilla, Martha Morgado Munguía, Rosamaría López-Franco

La producción de pigmentos naturales en microorganismos depende de varios factores entre ellos: la variación de fuentes de carbono y nitrógeno, las condiciones de luminosidad y de la presencia de promotores. En la presente investigación se compararon diferentes medios de fermentación y diferentes concentraciones de licor de maíz para la producción de luteína y zeaxantina en *Fusarium moniliforme* Sheldon (Fungi: Ascomicete), cuyo estado perfecto es conocido como *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenw. La producción de biomasa de la cepa se analizó por medio de la técnica de sólidos suspendidos volátiles (SSV) y la producción de pigmento por medio de espectrofotometría a 450 y 470 nm. Los resultados indican que el medio de cultivo más adecuado para el crecimiento de *F. moniliforme* es agar de papa dextrosa y que incubado en el medio de fermentación con dextrosa como fuente de carbono, produce una mayor cantidad de pigmentos comparado con los otros medios utilizados en la presente investigación. La variación de medios de fermentación no afectó la producción de biomasa pero sí la de pigmentos, dicha producción de biomasa de *F. moniliforme* no tiene relación con la cantidad de pigmento producido (luteína o zeaxantina). El licor de maíz en diferentes concentraciones no influyó en la cantidad de biomasa producida por el hongo, pero sí en la producción de pigmentos ya que actuó como un promotor de éstos. El mejor rendimiento de luteína se obtuvo con el medio de fermentación con dextrosa como fuente de carbono, precursor A y 0.25 ml de promotor y el de zeaxantina con el medio con alcohol etílico como fuente de carbono y con una concentración de 0.25 ml de promotor. Se recomienda el uso de alcohol etílico como fuente de carbono en la formulación de medios de fermentación para la síntesis de luteína y zeaxantina en *F. moniliforme*.

**Palabras clave:** *Fusarium moniliforme*, *Gibberella fujikuroi*, licor de maíz, promotor, biomasa, luteína, zeaxantina.

## 1. Introducción

La coloración artificial de los alimentos es una práctica que data de la antigüedad por ser un atributo de primer impacto para el consumidor. En los últimos años, la preocupación por la inocuidad de los alimentos y la presión del público, ha llevado a muchas empresas a revisar la formulación de sus productos y a sustituir los colorantes artificiales por otros naturales [1, 2, 3], esta situación ha dado lugar a la búsqueda de alternativas de producción y de aplicación de pigmentos naturales e incrementa el estudio de los organismos (plantas, crustáceos, microalgas, hongos y levaduras) que sirven como fuente de tales pigmentos [4, 5, 6].

Entre los pigmentos naturales se encuentran las xantófilas (derivados oxigenados de los carotenoides), que abundan en los vegetales y cereales, siendo responsables de sus coloraciones amarillas y anaranjadas, y en los animales como pigmentos de la yema del huevo, de la carne del salmón y de la concha de crustáceos, entre otros [7].

---

Lic. Marisol Sosa Padilla. Estudiante de la Maestría en Sistemas Ambientales. ITESM. Campus Monterrey, [al779227@mail.mty.itesm.mx](mailto:al779227@mail.mty.itesm.mx)

M. C. Martha Morgado Munguía. Profesor investigador. Centro de Biotecnología, ITESM. Campus Monterrey, [mmorgado@campus.mty.itesm.mx](mailto:mmorgado@campus.mty.itesm.mx)

Dra. Rosamaría López-Franco. Profesor investigador. Centro de Biotecnología, ITESM. Campus Monterrey, [rmlopez@campus.mty.itesm.mx](mailto:rmlopez@campus.mty.itesm.mx)

*Fusarium moniliforme* es un hongo de crecimiento rápido que produce micelio aéreo delicadamente afelpado y denso. Posee vesículas especializadas en la membrana en donde se realiza la biosíntesis de xantófilas [5, 8]. Sintetiza además, otros compuestos terpenoides como esteroides y giberelinas a partir de un precursor común; el Acetil CoA o L-leucina [9; 10].

Estudios previos con *F. moniliforme*, han mostrado que la variación en la producción de xantófilas, depende de varios factores tales como: la variación de fuentes de carbono y de nitrógeno [4, 5, 10], de las condiciones de luminosidad [6, 11] y de la presencia de promotores en los medios de cultivo [5].

Este trabajo es una contribución a la búsqueda de alternativas de producción de pigmentos naturales, a través de la variación de fuentes de carbono y de la adición de licor de maíz como promotor en los medios de fermentación para la biosíntesis de luteína y zeaxantina en *F. moniliforme*.

## 2. Metodología

En el laboratorio se trabajó con el estado anamórfico (*F. moniliforme*) de la cepa de *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollen de la *American Type Culture Collection* (ATCC) # 58109. La investigación se dividió en tres experimentos:

- a) selección de medio de cultivo,
- b) selección del medio de fermentación y
- c) selección de la concentración de licor de maíz y medio de fermentación que promueve la mayor síntesis de carotenoides en *F. moniliforme*.

**Selección de medio de cultivo:** Para la selección del medio de cultivo se seleccionaron tres medios de cultivo comerciales (DIFCO): agar de papa dextrosa (PDA), agar de levadura-maltosa (YMA) y agar de levadura-glucosa (YGA). Se prepararon según el método descrito en el manual de DIFCO, laboratories (1998) [12] ajustados a un pH inicial de 7 y esterilizados a 121° C durante quince minutos en autoclave. Se vaciaron 20 ml de medio en cada una de tres cajas de Petri desechables La inoculación se llevó a cabo dentro de una campana de seguridad biológica siguiendo la técnica descrita por Smith (1963) [8], inoculando con cuadros de micelio de aproximadamente 2 por 2 mm obtenidos de la cepa activada en PDA anteriormente. La incubación se llevó a cabo durante 8 días, a 8 h de luz natural y 16 de oscuridad y a temperatura controlada (23+/- 1 °C). Para medir las colonias, se tomó como referencia el radio de elongación de las mismas. La medición se llevó a cabo con una regla y se tomaron registros cada 12 h durante los ocho días de incubación. Para probar diferencias en el promedio de crecimiento de las colonias en cada uno de los medios de cultivo, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) bajo el supuesto de normalidad e igualdad de varianzas y con un grado de confianza de 95 por ciento. Posteriormente se realizó un análisis de comparación *Least Significance Difference* (LSD).

**Selección de medios de fermentación:** Se compararon los medios de fermentación Dextrosa A, Sacarosa B y Sacarosa C citados por Morgado y Rendón (1999) [6], además de un medio propuesto en esta investigación llamado Alcohol etílico y el caldo de papa-dextrosa (PDB) como medio control. Los medios de fermentación Dextrosa A, Sacarosa B y Sacarosa C fueron preparados según la formulación de Morgado y Rendón (1999) [6] (Tabla 1). El medio Alcohol Etílico se preparó utilizando el medio de sales propuesto por los autores anteriormente mencionados y adicionando 5.2 ml de alcohol etílico como fuente de carbono. Para 800 ml de medio de sales, se pesaron: 0.8 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 0.4 g  $\text{Mg}(\text{SO}_4)7\text{H}_2\text{O}$ ; 1.6 mg  $\text{Fe}(\text{SO}_4)7\text{H}_2\text{O}$ ; 1.6 mg  $\text{Zn}(\text{SO}_4)7\text{H}_2\text{O}$ ; 0.8 mg  $\text{Mn}(\text{Cl}_2)4\text{H}_2\text{O}$ ; 0.8 mg  $\text{CaCl}_2$ ; 80 mg Tiamina; 4.0  $\mu\text{g}$  Biotina y 0.8 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . El PDB se preparó según el método descrito en el manual de DIFCO,



*laboratories* (1998) [12]. Todos los medios se ajustaron a un pH inicial de 7 y se esterilizaron en autoclave a 121°C (15 Lbs) durante 15 minutos.

**Tabla 1.** Medios de fermentación según Morgado y Rendón (1999).

NOMBRE	MEDIO	FUENTE DE CARBONO	PRECURSOR (g/ ml)*
<b>Dextrosa A</b>	Sales	Dextrosa 20 g	A [0.0001]
<b>Sacarosa B</b>	Sales	Sacarosa 10 g	B [0.0001]
<b>Sacarosa C</b>	Sales	Sacarosa 10 g	C [0.00006]
<b>Alcohol etílico</b>	Sales	Alcohol etílico 5.2 ml	Ninguno
<b>PDB</b>	Papa	Dextrosa	Ninguno

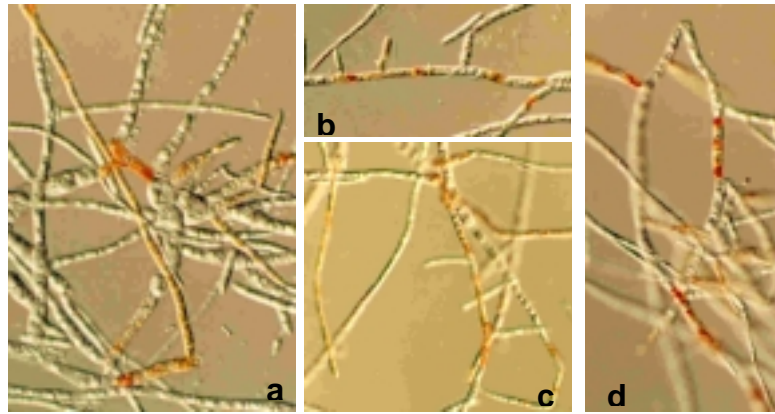
\*Mezcla de carotenoides provenientes de flor de Cempazuchil (*Tagetes* spp).

Se colocaron 125 ml de medio en matraces Erlenmeyer de 250 ml (3 por cada medio). Posteriormente se procedió a inocular según la técnica descrita por Smith (1963) [8], con cuadros de micelio del cultivo madre, aproximadamente de 2 por 2 mm. La incubación se llevó a cabo durante 8 días a temperatura ambiente y a 100 rpm. Trascurrido el tiempo de incubación se realizaron preparaciones en portaobjetos como describe Smith (1963) [8] y se observaron al microscopio electrónico para confirmar la presencia intracelular de los pigmentos (Fig. 1).

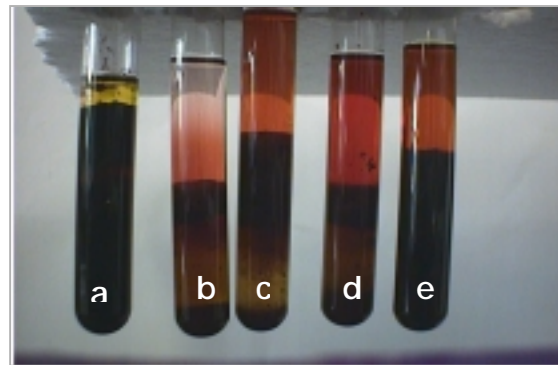
Para cuantificar la biomasa obtenida después del periodo de incubación establecido, se tomaron alícuotas del 10 por ciento del volumen total de cada matraz (12.5 ml) y posteriormente se efectuó la prueba de Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV) siguiendo la técnica descrita por la *American Public Health Association* (1992) [13]. El 90 por ciento restante del volumen total de cada matraz se centrifugó durante 20 minutos a 5000 rpm quedando una pastilla compacta de micelio que fue colocada en un crisol de porcelana para ser secado en una estufa a 80°C durante 24 h. Una vez seco el micelio se le añadió 1 g de Diterbutil para cresol (BTH) y se maceró, con 1 g de arena fina esterilizada. Posteriormente se traspasó el macerado a un tubo de borosilicato, se le añadió 1 ml de dimetilsulfóxido (DMS) a 55°C y se sonificó durante 5 minutos. Se agregó 1 ml de acetona y se sonificó por 5 minutos más. Se agregó 1 ml de hexano y se sonificó durante otros 5 minutos. Se agregó 1 ml de NaCl al 20 % y se sonificó durante 5 minutos. Finalmente se dejó reposar cada uno de los tubos hasta la formación de tres fases (Fig. 2). Se tomaron registros fotográficos y la fase del pigmento (la primera) se transfirió a tubos estériles para llevar a cabo la cuantificación de pigmentos.

Para elaborar las curvas de calibración, se diluyó 1 g del estándar A (mezcla de carotenoides extraídos de la flor de Cempazuchil) en 20 ml de acetona/hexano (1:1) para tener una concentración de 0.05 g de estándar. De ahí en adelante se realizaron otras diluciones correspondientes para obtener concentraciones de 0.1, 0.05, 0.01, 0.005 y 0.001 g. Se calibró el espectrofotómetro con acetona/hexano y se leyeron las absorbancias de las diluciones a 450 y 470 nm. Con los datos obtenidos se elaboraron las curvas de calibración para cada pigmento y se obtuvo la ecuación de la recta para poder calcular las concentraciones de pigmento obtenido en cada muestra.

Para cuantificar los pigmentos se diluyeron (1:10) en una solución acetona/hexano (1:1) las muestras obtenidas en la fase de extracción del pigmento y se leyeron a una  $\lambda$  de 450 y 470 nm (para la detección de luteína y zeaxantina respectivamente). Con la ecuación obtenida de las curvas de calibración descritas anteriormente para cada pigmento, se obtuvo la concentración de luteína y zeaxantina de cada muestra.



**Figura 1.** Hifas pigmentadas de *F. moniliforme* incubado en diferentes medios de fermentación: a) hifas pigmentadas en medio alcohol etílico; b) y d), hifas pigmentadas en medio dextrosa A; c) hifas pigmentadas en medio dextrosa (Fotolente 4.0X, objetivo 40X).



**Figura 2.** Formación de fases en el proceso de extracción de pigmento con solventes (acetona/hexano). a) PDB; b) alcohol etílico; c) sacarosa B, d) sacarosa C; e) dextrosa A.

Para comprobar diferencias en el promedio de producción de biomasa de *F. moniliforme*, al menos en uno de los cinco medios de fermentación probados en este experimento, los datos obtenidos fueron sometidos a un ANOVA bajo el supuesto de normalidad e igualdad de varianzas y con un grado de confianza de 95 por ciento. También se realizó un análisis de comparación *Honestly Significance Difference* (HSD) para identificar cual medio fue el que produjo la diferencia. En este experimento no se planeó con anticipación la comparación de medias, por tanto se utilizó dicho análisis ya que no reduce el nivel de confianza. Para comprobar diferencias en el promedio de producción de pigmentos (luteína y zeaxantina) al menos en uno de los cinco medios de fermentación, con las concentraciones obtenidas se realizó un ANOVA para cada pigmento, bajo el supuesto de normalidad e igualdad de varianzas y con un grado de confianza de 95 por ciento. También se realizó un análisis de comparación HSD.

**Selección de la concentración de promotor y medio de fermentación que promueve la mayor síntesis de carotenoides en *F. moniliforme*:** Para este experimento se prepararon los medios de fermentación: dextrosa A, dextrosa (sin precursor A), alcohol etílico y el medio control (PDB), todos se ajustaron a un pH inicial de 7 y se esterilizaron en autoclave a 121°C (15 Lbs) durante 15 minutos y a cada matraz con 125 ml de medio (3 matraces por tratamiento), se añadieron diferentes concentraciones de licor de maíz (promotor) (Tabla 2).

Todos los matraces se inocularon según la técnica descrita por Smith, (1963) [8], dentro de una campana de seguridad biológica y con material completamente estéril con 70 µl de solución de esporas (2415000 aproximadamente) obtenidas del cultivo madre, según la técnica descrita por Smith (1963) [8];

y se incubaron durante 7 días a temperatura ambiente, a 100 rpm y a 10 h de luz natural y 16 de oscuridad.

**Tabla 2.** Medios de fermentación con diferentes concentraciones de promotor.

NOMBRE	PRECURSOR (g/ml)*	PROMOTOR (ml de licor de maíz)					
		[0.0]	[0.1]	[0.25]	[0.5]	[0.75]	[1.0]
<b>Dextrosa A</b>	A [0.0001]	[0.0]	[0.1]	[0.25]	[0.5]	[0.75]	[1.0]
<b>Dextrosa</b>	Ninguno	[0.0]	[0.1]	[0.25]	[0.5]	[0.75]	[1.0]
<b>Alcohol etílico</b>	Ninguno	[0.0]	[0.1]	[0.25]	[0.5]	[0.75]	[1.0]
<b>PDB</b>	Ninguno	[0.0]	[0.1]	[0.25]	[0.5]	[0.75]	[1.0]

\* Mezcla de carotenoides provenientes de flor de Cempazuchil (*Tagetes* spp).

Para cuantificar la biomasa se tomaron alícuotas del 10% del volumen total de cada matraz (12.5 ml) y posteriormente se efectuó la prueba de SSV descrita anteriormente. El 90 por ciento restante del volumen total de cada matraz con diferentes medios de fermentación y diferentes concentraciones de promotor se sometió al proceso anteriormente descrito para la extracción de pigmentos. Las muestras obtenidas en la fase de extracción del pigmento se diluyeron (1:10) en una solución acetona/hexano (1:1) y se leyeron a una  $\lambda$  de 450 y 470 nm (para la detección de luteína y zeaxantina respectivamente). Con la ecuación de la recta, obtenida de las curvas de calibración anteriormente descritas, se obtuvo la concentración de luteína y zeaxantina de cada muestra.

Para evaluar las diferencias entre los promedios de producción de biomasa de *F. moniliforme* dependiendo de la concentración de promotor añadida a cada medio se realizó un ANOVA para cada medio de fermentación y sus tratamientos, bajo el supuesto de normalidad e igualdad de varianzas y con un grado de confianza de 95 por ciento. Para probar diferencias en el promedio de producción de biomasa de *F. moniliforme*, entre los cuatro medios de fermentación y sus tratamientos, también se realizó un ANOVA bajo el supuesto de normalidad e igualdad de varianzas y con un grado de confianza de 95 por ciento. Posteriormente se realizó un análisis de comparación *Honestly Significance Difference* (HSD) para identificar cual medio fue el que produjo la diferencia. En este experimento no se planeó con anticipación la comparación de medias, por tanto se utilizó dicho análisis ya que no reduce el nivel de confianza. Para determinar qué variables afectaron la media de producción de biomasa de *F. moniliforme* se realizó un análisis factorial, bajo el supuesto de normalidad e igualdad de varianzas, con un grado de confianza de 95 por ciento y tomando en cuenta los factores que se muestran en el siguiente cuadro (Tabla 3).

Con las concentraciones de cada pigmento se realizó un ANOVA para cada medio de fermentación, para evaluar diferencias en el promedio de producción de luteína y zeaxantina por *F. moniliforme*, dependiendo de la cantidad de promotor aplicada en cada tratamiento. También se realizó un análisis de comparación HSD para cada medio.

Con las concentraciones de cada pigmento y la biomasa de cada muestra se obtuvo el rendimiento, expresado en mg de pigmento (luteína o zeaxantina) por mg de biomasa y con el rendimiento obtenido para cada pigmento en cada medio de fermentación y sus tratamientos, se realizó un ANOVA con el fin de evaluar diferencias en el promedio de rendimiento de luteína y zeaxantina, dependiendo de la cantidad de promotor aplicada en cada tratamiento. También se realizó un análisis de comparación HSD para cada medio. Los análisis se realizaron con el programa computacional JMPIN<sup>®</sup> versión 3.2.1.

**Tabla 3.** Factores considerados en el análisis factorial para la producción de biomasa de *F. moniliforme* incubado en diferentes medios de fermentación con diferentes concentraciones de promotor.

Medio base	Sales			Papa		
Fuente de carbono	Dextrosa			Alcohol etílico		
Precursor	Ninguno			A (0.0001g/ml)		
Promotor (ml)	0.0	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0

### 3. Resultados y Discusión

**Selección de medio de cultivo:** El PDA fue el medio de cultivo que en promedio promovió el mayor crecimiento de *F. moniliforme* de los tres medios comparados en la presente investigación. El análisis de varianzas mostró diferencias significativas en los promedios de crecimiento dependiendo del medio de cultivo con un P-valor de 0.005. El análisis LSD mostró que el promedio de crecimiento (radio de elongación) de *F. moniliforme* en medio PDA (3.93 cm) es significativamente diferente y superior al crecimiento en YMA (3.33 cm) y en YGA (3.03 cm). La mayoría de autores que han trabajado con *F. moniliforme*, usan PDA como medio de crecimiento debido a que cuando es cultivado en este medio tiene una alta tasa de esporulación lo que sugiere un mayor crecimiento micelial ya que cada espora tiene la oportunidad de germinar y formar una nueva hifa [14. 15].

**Selección del medio de fermentación:** Los promedios de producción de biomasa obtenidos para cada medio de fermentación se muestran en la tabla 4. Se observaron diferencias significativas en el promedio de producción de biomasa de *F. moniliforme* en los diferentes medios de fermentación al final de 8 días de incubación (P-Valor = 0.0055). Según los resultados obtenidos del análisis HSD el promedio de producción de biomasa de *F. moniliforme* en el medio Alcohol etílico, es significativamente diferente e inferior al promedio presentado en los demás medios. Esto nos hace suponer que las recomendaciones para el uso de esta fuente de carbono en los medios de fermentación para la producción de biomasa pueden restringirse para *F. moniliforme* ya que necesita carbohidratos como la dextrosa o sacarosa para una mayor producción de biomasa. Como se puede observar en los resultados, los medios en los que se añadieron estos azúcares como fuente de carbono produjeron significativamente una mayor cantidad de biomasa. Esto se debe a que los azúcares son compuestos simples que se asimilan para dar lugar a más de un 50 % de la biomasa seca de los organismos [16].

Se observaron diferencias significativas en los promedios de producción de luteína por *F. moniliforme*, dependiendo del medio de fermentación en un periodo de 8 días ( $p = < 0.0001$ ) (Tabla 4). Según los resultados obtenidos del análisis HSD, el rendimiento, expresado en mg de luteína por mg de biomasa de *F. moniliforme* en el medio con dextrosa A como fuente de carbono, es significativamente diferente y superior al obtenido en los demás medios de fermentación.

Se observaron diferencias significativas en el promedio de producción de zeaxantina por *F. moniliforme*, dependiendo del medio de fermentación en un periodo de 8 días ( $p = < 0.0001$ ) (Tabla 4). Según los resultados obtenidos del análisis HSD, el rendimiento expresado en mg de zeaxantina por mg de biomasa de *F. moniliforme* en el medio con dextrosa A como fuente de carbono es significativamente diferente y superior al obtenido en los demás medios de fermentación.

La variación de la fuente de carbono y precursores afectó la producción de luteína y zeaxantina en *F. moniliforme*, en contraste a la producción de biomasa, lo que concuerda con los datos obtenidos por Morgado y Muñoz (1999) [6] quienes obtuvieron una mayor cantidad de luteína y zeaxantina cuando utilizaron dextrosa y precursor A que cuando utilizaron sacarosa y precursor B y sacarosa y precursor C,

debido a que el precursor A contiene una mayor cantidad de carotenoides que los precursores B y C ya que están diluidos. De acuerdo con varios autores [11, 17, 18, 19] los precursores son elementos que favorecen la síntesis de metabolitos secundarios dependiendo de las rutas metabólicas.

**Selección de la concentración de promotor y medio de fermentación que promueve la mayor síntesis de luteína y zeaxantina en *F. moniliforme*:** Los promedios de producción de biomasa obtenidos para cada medio y sus tratamientos se muestran en la tabla 5. Según los resultados del ANOVA, no se observaron diferencias significativas en los promedios de producción de biomasa de *F. moniliforme* al variar las concentraciones de licor de maíz en cada medio ( $p\text{-valor}_{\text{dextrosa}} = 0.3814$ ;  $p\text{-valor}_{\text{dextrosa A}} = 0.2544$ ;  $p\text{-valor}_{\text{alcohol etílico}} = 0.9025$ ;  $p\text{-valor}_{\text{PDB}} = 0.1526$ ).

Se observaron diferencias significativas en el promedio de producción de biomasa de *F. moniliforme* dependiendo del medio de fermentación y las diferentes concentraciones de promotor al cabo de 7 días ( $p = < 0.0001$ ). El promedio de producción de biomasa de *F. moniliforme* en cada medio es significativamente diferente. La mayor cantidad de biomasa producida se presentó en PDB (Tabla 6).

Tabla 4. Promedios de producción de biomasa y de las concentraciones de luteína y zeaxantina en *F. moniliforme* en los diferentes medios de fermentación.

Medio	Promedio (mg biomasa/ml)	LUTEÍNA (mg/ml)	ZEAXANTINA (mg/ml)
Alcohol etílico	1544.00	0.0495	0.0962
Sacarosa B	3800.00	0.2042	0.2281
Sacarosa C	3933.33	0.4842	0.5487
Dextrosa A	4754.67	1.2355	1.4302
PDB	3928.00	0.1141	0.1365

Tabla 5. Promedios de producción de biomasa (mg/ml) de *F. moniliforme* en los diferentes medios de fermentación y sus tratamientos.

Medio	Licor de maíz (ml)					
	0.0	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0
PDB	4736.00	3333.33	4312.00	3749.33	4304.00	4080.00
Dextrosa	2621.33	2829.33	2690.67	2576.00	2856.00	2914.67
Dextrosa A	1594.67	1168.00	2360.00	2152.00	1429.33	1920.00
Alcohol etílico	928.00	1493.33	1176.00	1053.33	1232.00	1197.33

Tabla 6. Promedios de producción de biomasa de *F. moniliforme* en cada uno de los medios de fermentación y sus tratamientos.

Medio	Promedio (mgbiomasa/ml)
PDB	4025.78
Dextrosa	2748.00
Dextrosa A	1770.67
Alcohol etílico	1180.00

Los factores que afectaron el promedio de producción de biomasa de *F. moniliforme* fueron: el medio base (sales y papa) ( $p = <0.0001$ ), la fuente de carbono (dextrosa y alcohol etílico) ( $p = <0.0001$ ). Ninguna de las concentraciones de promotor afectó la producción de biomasa ( $p = 0.7687$ ) ni el precursor (ninguno y A) ( $p = <0.6432$ ).

Los promedios de producción de luteína se pueden observar en la tabla 7. Según los resultados obtenidos en el ANOVA, se observaron diferencias significativas en la producción de luteína (mg/ml) dependiendo de la cantidad de promotor añadida a cada medio de fermentación ( $p\text{-valor}_{\text{dextrosa}} = <0.0001$ ;  $p\text{-valor}_{\text{dextrosa A}} = <0.0001$ ;  $p\text{-valor}_{\text{alcohol etílico}} = <0.0001$ ;  $p\text{-valor}_{\text{PDB}} = <0.0001$ ). La mayor producción de luteína se obtuvo cuando se agregaron 0.5 ml de promotor, al medio de fermentación, con dextrosa como fuente de carbono y precursor A.

Tabla 7. Promedios de las concentraciones de luteína producida (mg/ml) en *F. moniliforme* durante 7 días de incubación en diferentes medios de fermentación y con diferentes concentraciones de promotor

Medio	Licor de maíz (ml)					
	0.0	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0
<b>PDB</b>	0.0033	0.0109	0.0102	0.0114	0.0106	0.0128
<b>Dextrosa</b>	0.0347	0.0238	0.0245	-0.0087	-0.0106	-0.0068
<b>Dextrosa A</b>	0.0897	0.2257	0.2522	<b>0.3672</b>	0.3376	0.3235
<b>Alcohol etílico</b>	0.0894	0.1078	<b>0.1925</b>	0.0557	0.0669	0.0702

Los promedios de rendimiento para luteína en cada medio de fermentación y sus diferentes tratamientos se pueden observar en la tabla 8. Según los resultados obtenidos en el ANOVA, de igual manera se observaron diferencias significativas en los promedios de rendimiento para la luteína (mg de luteína por mg de biomasa de *F. moniliforme*) dependiendo de la cantidad de promotor añadida a cada medio de fermentación ( $p_{\text{dextrosa}} <0.0001$ ;  $p_{\text{dextrosa A}} = 0.0002$ ;  $p_{\text{alcohol etílico}} = <0.0001$ ;  $p_{\text{PDB}} = <0.0001$ ). En el medio de fermentación dextrosa A se obtuvo mayor rendimiento con 1.0 ml de promotor. En el medio alcohol etílico se obtuvo mayor rendimiento cuando se añadieron 0.25 ml de promotor

Los promedios de producción de zeaxantina se pueden observar en la tabla 9. Se observaron diferencias significativas en la producción de zeaxantina (mg/ml) dependiendo de la cantidad de promotor añadida a cada medio de fermentación ( $p_{\text{dextrosa}} = <0.0001$ ;  $p_{\text{dextrosa A}} = 0.0001$ ;  $p_{\text{alcohol etílico}} = <0.0001$ ;  $p_{\text{PDB}} = <0.0001$ ). La mayor producción de zeaxantina se obtuvo cuando se agregaron 0.5 ml de promotor al medio de fermentación con dextrosa como fuente de carbono y precursor A.

Los promedios de rendimiento para zeaxantina en cada medio de fermentación y sus diferentes tratamientos se pueden observar en la tabla 10. Según los resultados obtenidos en el ANOVA, se observaron diferencias significativas en los promedios de rendimiento para la zeaxantina (mg de zeaxantina por mg de biomasa de *F. moniliforme*) dependiendo de la cantidad de promotor añadida a cada medio de fermentación ( $p_{\text{dextrosa}} = <0.0001$ ;  $p_{\text{dextrosa A}} = 0.0001$ ;  $p_{\text{alcohol etílico}} = <0.0001$ ) excepto en PDB ( $p_{\text{PDB}} = 0.4582$ ). En el medio alcohol etílico se obtuvo mayor rendimiento cuando se añadieron 0.25 ml de promotor. En el medio de fermentación dextrosa A se obtuvo mayor rendimiento con 1.0 ml de promotor

El licor de maíz actuó como promotor en la biosíntesis de pigmentos en *F. moniliforme*, ya que se observaron variaciones en la producción de los pigmentos en los distintos medios de fermentación y no hay diferencias significativas en cuanto a la producción de biomasa en cada medio tomando en cuenta la variación de concentración de promotor. Esto concuerda con los reportes de varios autores [11, 17, 18, 19] en donde se observa que al igual que los precursores, los promotores son elementos que favorecen

la síntesis de metabolitos secundarios dependiendo de las rutas metabólicas y no la producción de biomasa que va enfocada más hacia las fuentes de carbono de los medios.

Tabla 8. Promedios del rendimiento (mg luteína/mg biomasa) de luteína observados para cada medio de fermentación y sus diferentes tratamientos

Medio	Licor de maíz (ml)					
	0.0	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0
<b>PDB</b>	0.00000	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
<b>Dextrosa</b>	0.00004	0.00003	0.00003	-0.00001	-0.00001	-0.00001
<b>Dextrosa A</b>	0.0001	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006	<b>0.0007</b>
<b>Alcohol etílico</b>	0.0003	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002

Tabla 9. Promedios de las concentraciones de zeaxantina (mg/ml) producida en *F. moniliforme* durante 7 días de incubación en diferentes medios de fermentación y con diferentes concentraciones de promotor

Medio	Licor de maíz (ml)					
	0.0	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0
<b>PDB</b>	0.0077	0.0101	0.0115	0.0110	0.0123	0.0141
<b>Dextrosa</b>	0.0658	0.0494	0.0522	0.0188	0.0161	0.0195
<b>Dextrosa A</b>	0.1221	0.2785	0.2890	<b>0.3816</b>	0.3521	0.3405
<b>Alcohol etílico</b>	0.1588	0.1888	0.2946	0.1004	0.1208	0.1324

Tabla 10. Promedios del rendimiento (mg zeaxantina/mg biomasa) de zeaxantina observados para cada medio de fermentación y sus diferentes tratamientos

Medio	Licor de maíz (ml)					
	0.0	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0
<b>PDB</b>	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
<b>Dextrosa</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
<b>Dextrosa A</b>	0.0002	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007
<b>Alcohol etílico</b>	0.0005	0.0007	<b>0.0009</b>	0.0003	0.0003	0.0004

#### 4. Conclusiones

El medio de cultivo que promueve el mayor crecimiento de *F. moniliforme* es el PDA. La producción de biomasa de *F. moniliforme*, no tiene relación con la cantidad de pigmento producido ya sea que se hable de luteína o zeaxantina.

El alcohol etílico es una fuente de carbono no recomendable para la formulación de medios para la producción de biomasa de *F. moniliforme* pero es una buena opción para la formulación de medios de fermentación para la síntesis de luteína y zeaxantina en *F. moniliforme*. El medio de fermentación que promueve la mayor síntesis de luteína y zeaxantina en *F. moniliforme* es el medio Dextrosa A. La concentración de licor de maíz que significativamente favorece más la síntesis de luteína en *F. moniliforme* es 0.1 ml cuando se combina con dextrosa y precursor A. La concentración de licor de maíz

que significativamente favorece más la síntesis de zeaxantina en *F. moniliforme* es 0.25 ml cuando se combina con alcohol etílico.

## 5. Referencias

- [1] Noonan, J. E. y Meggos, H. (1980). *Synthetic food colours*. CRC Handbook of Food Additives, 2ª ed. Vol II. CRC Press. EUA.
- [2] Peto, R., Doll R., Buckley, J. D. y Sporn, M. B. (1981). Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rates?. *Nature*. 290: 201-208.
- [3] Gordon, H. T. y Bouernfeind, J. C. (1982). Carotenoids as food colorants. *Crit. rev. Food Sci. Nutr.* 18: 59-65.
- [4] Morgado, M. M. y Martínez, O. M. (1999). Aproximación práctica en el escalamiento de biosíntesis de carotenoides por *Gibberella fujikuroi*. Reporte técnico. Centro de Biotecnología. ITESM.
- [5] Morgado, M. M y Muñoz, L. J. (1999). Biosíntesis de carotenoides por *Phaffia rhodozyma* y *Gibberella fujikuroi*. Reporte técnico. Centro de Biotecnología. ITESM.
- [6] Morgado, M. M y Rendón, C. A. (1999). Evaluación del efecto de la longitud de onda e intensidad luminosa sobre la producción de carotenoides por *Phaffia rhodozyma* y *Gibberella fujikuroi*. Reporte técnico. Centro de Biotecnología. ITESM.
- [7] Simpson, K. L. (1982). Carotenoids pigments in seafood. *Chemistry y Biochemistry of marine Food Products*. 115-136.
- [8] Smith, G. (1963). *Introducción a la Micología industrial*. ed Acribia. España
- [9] Britton, G. (1983). *The biochemistry of natural pigments*. Cambridge, Cambridge University Press. England
- [10] Domenech, C. E., Giordano, W., Ávalos, J. y Cerda-Olmedo, E. (1996). Separate compartments for the production of sterols, carotenoids and gibberellins in *Gibberella fujikuroi*. *Eur. J. Biochem.* 239: 720-725.
- [11] Avalos, J. y Cerda-Olmedo, E. (1986). Chemical modification of carotenogenesis in *Gibberella fujikuroi*. *Phytochemistry*. 25: 1837-1841.
- [12] DIFCO Laboratories. (1998). *DIFCO manual*. 11ª ed. Division of Becton Dickinson and Company. Sparks, Maryland. EUA.
- [13] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Días Santos. Madrid, España.
- [14] Stevens, R. B., editor. (1981). *Mycology guidebook*. University of Washington Press, Seattle.
- [15] Kues, U. (1995) Development in fungi – Knowledge from a century reserch. Book review: Reproduction in fungi: genetical and physiological aspects; by Charles G. Elliott. Systematics Association Annual newsletter. EUA.
- [16] Zabriskie, W. D., Armiger, B. W., Phillips, D. H. y Albano, P. A. (1994) *Traders guide to fermentation media formulation*. Traders Protein. EUA.
- [17] Bohinski, C. R. (1987). *Bioquímica*. 5ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana. EUA.
- [18] Brock, D. T., Madigan, T. M., Martinko, M. J. y Parker, J. (1994). *Biology of microorganism*. 7ª ed. Prentice Hall. EUA.
- [19] Avalos, J., Fernández-Martín, R., Mar P. M. y Cerda-Olmedo, E. (1999). Gibberellin biosynthesis in *Gibberella*. *Acta Bot. Gallica*. 146 (1), 55-65.



# Bioprocess Intensification: A simplified strategy for c-phycoerythrin production and release from *Spirulina maxima*

Marco Rito-Palomares and Mayra Cisneros

A simplified strategy for the potential production, release and primary recovery of c-phycoerythrin from *Spirulina maxima* in one single unit operation is discussed. The strategy exploited the use of a bioreactor loaded with solids (e.g. glass beads) and operated under define conditions as an attractive alternative to mimic a high speed bead mill. Selected operating parameters (e.g. glass beads diameter and loading, speed of agitation, CaCl<sub>2</sub> and biomass concentration) were evaluated to define the appropriate conditions for cell disruption. Once fermentation is terminated cell disruption was performed after broth conditioning, simultaneously primary recovery of the protein was achieved using aqueous two-phase extraction. The addition of the chemical forming phases (phosphate and PEG) directly to the fermentation device allowed the *in situ* recovery of c-phycoerythrin. The operating conditions established for the cell disruption step (i.e. glass beads of 0.8 - 1.0 mm diameter, speed agitation of 1,500 rpm, beads loading of 38% (v/v), 10g/L CaCl<sub>2</sub> and a 12g/L biomass concentration) together with those of the ATPS extraction (i.e. 7% (w/w) of PEG 1450 and 20% (w/w) phosphate) resulted in one-stage process for the potential recovery of c-phycoerythrin (with a purity of 1.7) from *Spirulina maxima*. Such primary recovery step can be further used for the development of a prototype purification process as a first step for the commercial production of c-phycoerythrin produced by *Spirulina maxima*.

*Keywords: c-phycoerythrin, Spirulina maxima, protein recovery*

## 1. Introduction

The increasing need to rapidly and economically bring new biopharmaceutical products to market using scalable and efficient technology has encouraged manufacturers to seek competitive advantage through bioprocess intensification. With the increasing commercial significance of colouring compounds used in food, cosmetic, detergent and molecular genetics industries<sup>1, 2</sup> there is a need to bring these products to market using biotechnological processes. In this context, the production of c-phycoerythrin (a blue coloured protein) by *Spirulina maxima* represents a very interesting case because both the industrial application and commercial value of this product are considerable.<sup>1</sup> The commercial value of food grade c-phycoerythrin (purity of 0.7, defined as the relation of 620nm to 280nm absorbances) is around \$0.13 USD/mg, whilst that of reactive grade c-phycoerythrin (purity of 3.9) varies from \$1 to 5 USD/mg.<sup>3</sup> In contrast, the commercial value of analytical grade c-phycoerythrin (purity greater than 4.0) can be as high as \$15 USD/mg.<sup>4</sup> c-Phycoerythrin is one of the two main biliproteins from the photosynthetic systems of *Spirulina maxima*. It is formed by two sub-units,  $\alpha$  and  $\beta$ , of 20.5 and 23.5 kDalton molecular weight, respectively<sup>5</sup> and its isoelectric point has been reported<sup>6</sup> to be around 5.8.

Marco Rito-Palomares, Associate Professor, Department of Food Science and Technology and Biotechnology Center  
Mayra Cisneros MSc student of the Environmental Engineering Program.

In order to recover c-phycoyanin from *Spirulina maxima* a protocol was proposed by Herrera *et al*<sup>3</sup>, that involves stages of; harvesting, drying, milling, extraction with salts (NaNO<sub>3</sub> and CaCl<sub>2</sub>), adsorption, ultrafiltration, precipitation, dialysis, gel filtration and chromatography of ion exchange. This procedure resulted in c-phycoyanin of two types; food grade (purity of 0.74) and reactive grade (purity of 3.9). However, this protocol has disadvantages primarily the negative effect of the excessive number of unit operations (i.e. ten unit operations) upon product yield. To overcome such disadvantage attributed to the proposed protocol, the development of a novel prototype process for c-phycoyanin recovery from *Spirulina maxima* was reported<sup>7</sup>. This novel process exploited the use of a two-stage extraction aqueous two-phase systems (ATPS), ultrafiltration and precipitation to reduce the number of unit operation to five and benefit from an increased yield of the protein product. As a result, a recovery process that produced a protein purity of 3.9 and an overall product yield of 29.5% was obtained. However, the scale up of the process described by Rito-Palomares *et al*<sup>7</sup> raises complications associated to the stage used for cell disruption. In this case, product release was achieved using milling by hand which resulted in process problems that limited the commercial application of this prototype process. Although, the use of a mechanical cell disruption device such as bead mill<sup>8</sup> can be easily implemented in the described process, alternative approaches in the light of bioprocess integration and intensification need to be explored.

The simplify approach of using a bioreactor loaded with solids (e.g. glass beads) and operated under define conditions as an attractive alternative to mimic a high speed bead mill for the recovery of c-phycoyanin produced by *Spirulina maxima* was suggested for the present research. This bioengineering strategy opens the opportunity to potentially perform the production of c-phycoyanin, the release and the primary recovery with ATPS in one single device. Once the fermentation has been terminated, the process conditions can be altered to promote both; *in situ* cell breakage and subsequently primary recovery with ATPS. However, no reports on the release of c-phycoyanin from *Spirulina maxima* in high speed bioreactor loaded with glass beads have been published. The research presented here aims to generate knowledge on the release behaviour of c- phycoyanin from *Spirulina maxima* in a glass bead loaded bioreactor tank operated at high speed. A simplify strategy was exploited to potentially obtain the product of interest, release it and extracted it in one single unit operation. Such approach resulted in the definition of the primary recovery step for the development of a downstream process for the purification of c-phycoyanin produced by *Spirulina maxima* with potential commercial application.

## 2. Materials and methods

### 2.1 Cultivation conditions and cell disruption

*Spirulina maxima* was cultivated in the culture medium described by Herrera *et al*.<sup>3</sup> The algae were grown in a batch culture (500ml Erlenmeyer flasks) at 20°C under natural light conditions, agitation was provided using a reciprocal shaker (LAB-LINE at 80 cycles/minutes). The cells were allowed to grow for 12 days until an OD<sub>560</sub> of 0.7 was reached and were harvested by centrifugation at 12,000 rpm for 10 minutes (Eppendorf 5415C). After cell harvesting, cellular disruption was performed in a in-house assembled device comprised of a 500ml flask with a turbine type agitator (3.8cm of diameter) and loaded with glass beads at different operating conditions (see section 2.2). Temperature was monitored throughout the process and controlled with a dry ice bath when necessary. Complete cellular fragmentation was verified using an optical microscope (Olympus CK2). In the case when complete cellular fragmentation was not achieved, the percent of cell disruption was estimated relative to the unbroken cells observed. Cell debris removal was achieved by centrifugation at 12,000 rpm for 10 minutes (Eppendorf 5415C) and the supernatant (referred to as crude extract) was used for analytical purposes (see section 2.3).

### 2.2 Influence of system parameters upon release of c-phycoyanin from *Spirulina maxima* and primary recovery

Experimental systems used to establish the operating conditions for the cell disruption process were prepared using biomass (1 to 6 g wet weight) from the fermentation and re-suspended in 500ml of fermentation broth or a solution contained CaCl<sub>2</sub> (10 to 20 g/L). In order to select the appropriate glass

beads, different diameters of beads (0.8 to 5 mm) were evaluated. Loading percent of the glass beads from 12 to 38% (relative to the total volume of the tank, 500ml) and three (800, 1000 and 1,500 rpm) speed of agitation of the system were also evaluated. During the cell disruption process, samples were carefully taken at certain intervals of time for analysis and subsequent estimation of the level of disruption and the protein content and purity. Once the optimal conditions for the cell disruption step were obtained. An *in situ* cell disruption and primary recovery with aqueous two-phase systems (ATPS) step was performed. Conditions for the ATPS extraction were taken from a previous report<sup>7</sup>. Predetermined quantities of solid PEG 1450 and potassium phosphate were mixed with the re-suspended biomass of *Spirulina maxima* (12g/L in a 10g/L CaCl<sub>2</sub> solution) to give a final composition of 7% and 20% (w/w) of PEG and phosphate, respectively. The pH was adjusted to 6.5 with orthophosphoric acid and the glass beads added to operate the cell disruption system. Samples were taken after the procedure was finished and centrifuged to achieved complete phase separation. Top phase was then used for analysis. Results reported are the average of three independent experiments and errors were estimated to be a maximum of  $\pm 10\%$  of the mean value.

### 2.3 Analytical procedures

Protein concentration in the samples was estimated by the method of Bradford<sup>9</sup>. The purity of phycocyanin was determined as the relation of the 620nm to 280nm absorbance (i.e purity of phycocyanin = Abs<sub>620nm</sub>/Abs<sub>280nm</sub>). Purified c-phycocyanin was available in our laboratory (obtained following the protocol described by Herrera *et al*<sup>3</sup> and used as standard to estimate the concentration of the protein.

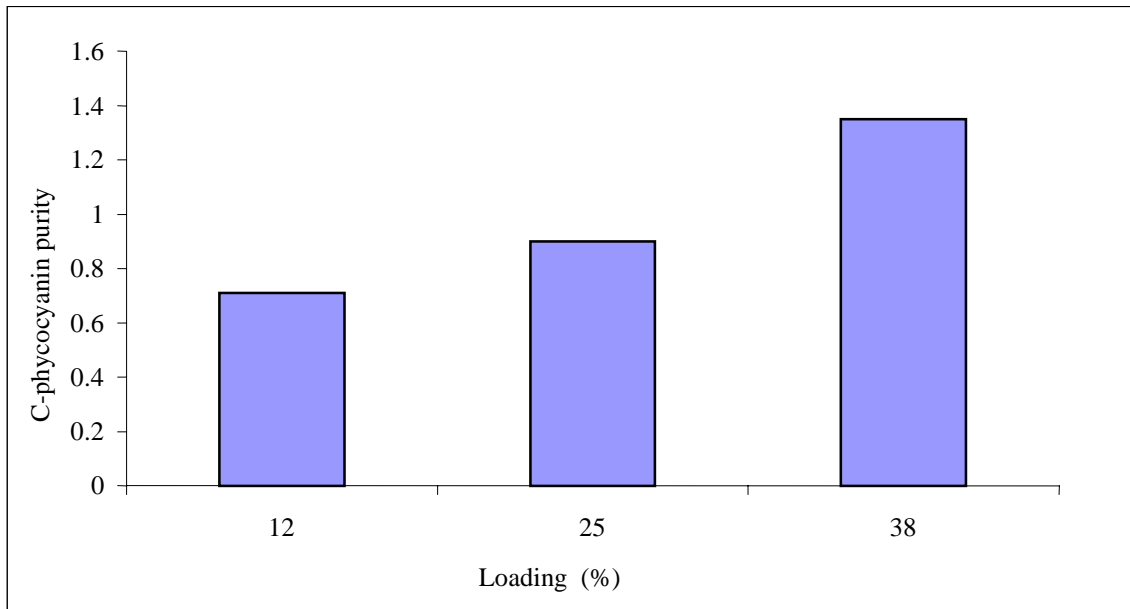
## 3. Results and discussion

### 3.1 Influence of system parameters upon release of c-phycocyanin from *Spirulina maxima*

The bioprocess intensification of the production of biotechnological products can result in the design of unit operation that allow the processing of an increased amount of feedstock material to obtain the desire product. Furthermore, process integration in biotechnology can also imply that the goals achieved by two or more discrete unit operations may be obtained by one single unit operation. In the context of bioprocess development, we have reported<sup>7</sup> a prototype process for the recovery of c-phycocyanin from *Spirulina maxima*. The potential commercialisation of the process is limited by the cell disruption step. This stage was performed by a manual method using a ceramic pot and glass beads. In order to overcome this limitation, the use of a fermentation flask that mimic a high speed bead mill for the cell disruption step is evaluated. In addition, this strategy opens the opportunity to perform the production of c-phycocyanin, the release and the primary recovery with ATPS in one single device. As a first step, the establishment of the optimal operating conditions for the release of c-phycocyanin from *Spirulina maxima* in a fermentation flask loaded with glass beads was attempted. Due to the commercial importance of the protein of interest, in this research the purity of the c-phycocyanin is used to evaluate the performance of the process. Preliminary cell disruption experiments (data not shown) demonstrated that the glass beads of 0.8 - 1.0 mm produced the maximal cell disruption (75%, estimated by observation with an optical microscopy), when the fermentation flask was loaded (up to 20% of the volume) with glass beads of different diameters. In the same experiments the speed of agitation of 1,500 rpm was selected for the turbine agitator of 3.8 cm of diameter, when different speeds of agitation were tested. In this case the selection of the speed of agitation was base upon the purity of the product released under the conditions studied. Once these operating conditions were selected, the definition of the percent of glass beads loading into the system was attempted.

Figure 1 depicted the effect of increasing glass bead loading to the system upon the purity of the c-phycocyanin released. It is clear that an increase in the glass bead loading from 12 % to 38 % (relative to the total volume of the flask) resulted in an increment in the purity from 0.7 to 1.25. Similar results for a different biological systems, using a bead mill have been reported by Ricci-Silva *et al*<sup>10</sup>. In this context, Chisti and Moo-Young<sup>11</sup> reported that an increase in the loading of the glass beads caused the rate of cell disruption to rise. Such phenomena was attributed to the fact that the percent of cell disruption is associated to the abrasive forces and the frequency of collision between the glass beads and the cells.

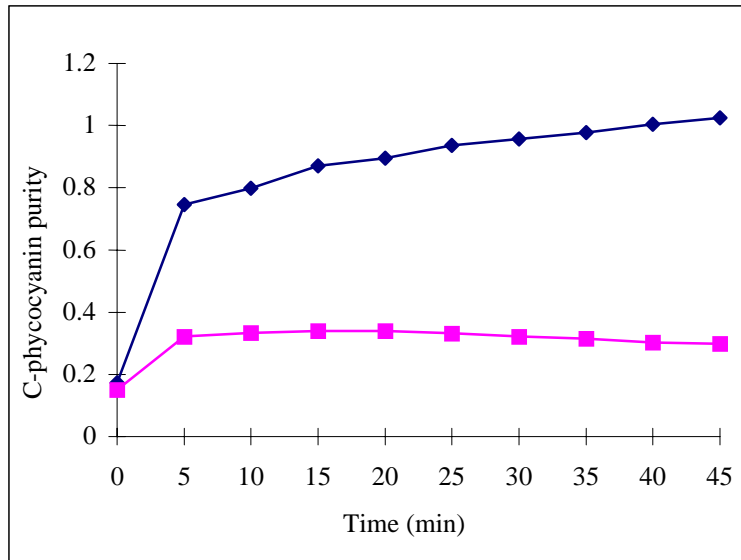
Furthermore, it has been reported that the frequency of collision rises exponentially with the increase in the glass bead loading<sup>12</sup>. Such trend can be observed in Figure 1 for the case of the purity of c-phycoerythrin released when the loading of glass beads is increased in the cell disruption system. Although, in bead mill a glass bead loading of 85% is recommended for the release of intracellular products<sup>13, 14</sup> in the present research and increase of the loading above 38% was not pursued because after 45 minutes of operation a cell disruption of 100% (estimated as the percent of cells broken observed in a optical microscopy) was not obtained.



**Figure 1. Influence of bead loading upon the purity of the c-phycoerythrin released from *Spirulina maxima*.** The purity of c-phycoerythrin released from the biomass (2g/L; wet w/v) re-suspended in a 10g/L CaCl<sub>2</sub> solution was estimated as the relation of absorbances (Abs<sub>620</sub>/Abs<sub>280</sub>) and is expressed relative to the loading percentage. The speed of agitation was 1,500 rpm and the system was operated for 45 minutes.

In order to facilitate the integration of fermentation and cell disruption steps, the disruption of the cells was attempted immediately after the fermentation was terminated without prior broth conditioning. Herrera *et al*<sup>3</sup> reported that a solution of 10g/L of CaCl<sub>2</sub> in the disruption system, favours the release of c-phycoerythrin with high level of purity. By considering these reported results, cell disruption was evaluated when CaCl<sub>2</sub> was added to the fermentation broth until a 10g/L concentration was achieved. As a comparison and to estimate the effect of the nature of the fermentation broth upon the cell disruption performance, disruption was also conducted with re-suspended biomass in a 10g/L CaCl<sub>2</sub> solution. This latest experiment took no account of the potential impact of components of the fermentation broth (e.g. salts, medium components, etc.) upon the release of the product of interest. Figure 2 illustrates the effect of the fermentation broth components upon the purity of the c-phycoerythrin released. The use of the fermentation broth as a medium for the cell disruption step severely affected the performance of the system (the purity of c-phycoerythrin was less than 0.4). It was visually observed that, when the CaCl<sub>2</sub> was added to the fermentation broth and excessive precipitation of salts was obtained at the end of the cell disruption. It is clear that such situation affected the solubility of the protein (and as a result its purity) in the system. In this context, the findings of Berns and MacColl<sup>15</sup> concerning that an increase in the concentration of salts in the medium caused c-phycoerythrin to aggregate and precipitate support the

explanation of the effect of the fermentation broth upon the performance of the disruption system. In contrast, the purity of the protein released from the system in which the cells were re-suspended in a 10g/L CaCl<sub>2</sub> solution was similar (within the 10% deviation from the mean value) to that achieved from the loading experiments (above 1.1±0.1 in Figure 2 and above 1.2±0.1 Figure 1). A further information of the samples from the two systems evaluated using an optical microscopy revealed that the percent of cell breakage was similar to both systems. Therefore, it is possible that the effect on the purity of the protein was due to aggregation and precipitation phenomena of the released protein. The results obtained from these experiments imply that a broth conditioning (which can be performed in the same equipment) is required before the cell disruption step.

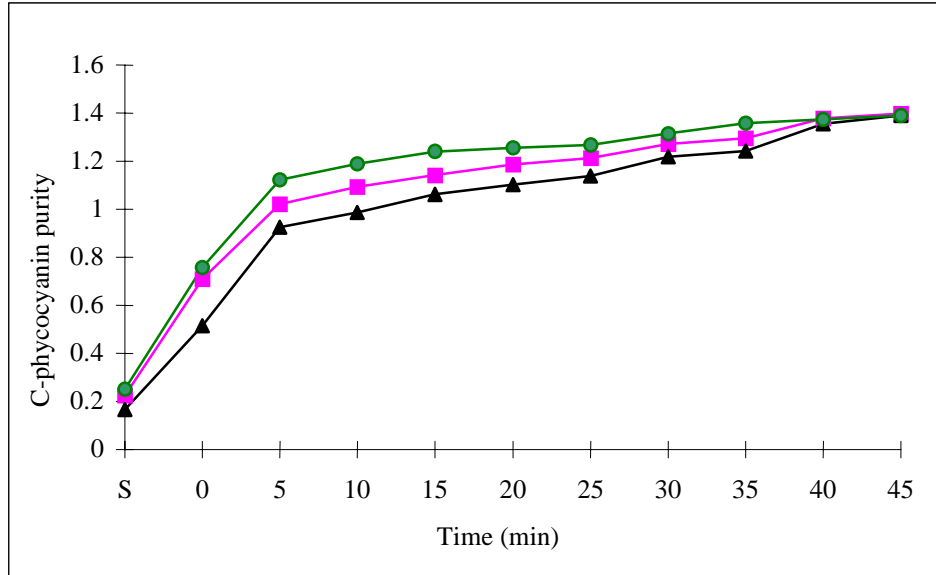


**Figure 2. Influence of the fermentation broth upon the purity of the c-phycoerythrin released from *Spirulina maxima*.** The purity of c-phycoerythrin released from the fermentation broth (■) and that from the biomass re-suspended in a 10g/L CaCl<sub>2</sub> solution (◆) was estimated as the relation of absorbances (Abs620/Abs280) and is expressed relative to the time of cell disruption. The cell disruption was performed using a biomass concentration of 2.0g/L (wet w/v) and glass beads of 0.8 – 1.0 mm diameter loaded at 38% (v/v) of the vessel capacity.

The use of CaCl<sub>2</sub> as a chemical agent for the cell disruption is favoured because caused changes in the osmotic pressure<sup>16</sup> and in the case of the c-phycoerythrin acts as a solvent for the protein<sup>3</sup>. In the present research the effect of the concentration of CaCl<sub>2</sub> upon the performance of the cell disruption was evaluated. It is clear that a change in the concentration of the salt from 10 to 20g/L in the cell disruption systems caused no significant change in the purity of the protein released (Figure 3). A possible explanation may involve the increase in the solubility of both the protein of interest and the contaminants released, as a result the purity of c-phycoerythrin remained almost constant for the different salt concentration used. For economic reasons it was decided to use the 10g/L concentration of CaCl<sub>2</sub> as the appropriate operating condition.

In order to evaluate the processing capacity of the systems the effect of an increase in the biomass concentration upon the performance of the cell disruption unit was evaluated. The concentration of the biomass in the disruption system was varied from 2 to 12 g/L. It has been reported before<sup>10, 13, 14</sup> that an

increase in the cell concentration does not affect significantly the percent release of intracellular products, when a bead mill equipment is used. However, in the case of the release of c-phycoerythrin an increase in the biomass concentration resulted in changes in both the percent of cell disruption and product yield, whilst the purity remained constant (see Table 1).



**Figure 3. Influence of CaCl<sub>2</sub> concentration upon the purity of the c-phycoerythrin released from *Spirulina maxima*.** The purity of c-phycoerythrin released from the biomass re-suspended in 10g/L CaCl<sub>2</sub> solution (○), 15g/L CaCl<sub>2</sub> solution (■) and 20g/L CaCl<sub>2</sub> solution (▲) was estimated as the relation of absorbances (Abs620/Abs280) and is expressed relative to the time of cell disruption.

The purity of c-phycoerythrin ( $1.3 \pm 0.1$ ) exhibited no changes, which may be associated to the fact that the ratio of the protein of interest to contaminants released remained constant when the concentration of the biomass increased. On the other hand, it seems that an increase in the biomass concentration (from 2 to 12g/L, wet weight/volume) affected the efficiency of system to break the cells (cell disruption percent decreased from 100 to 85%), as a result the product yield (expressed as mg of c-phycoerythrin/g of biomass, wet weight) decreased. From the results of Table 1, a selection base upon the whole parameters evaluated indicate that the system with 2g/L of biomass provided the best conditions for the cell disruption stage. However, such system implied the use of a diluted biomass (six times compared with that from the system with 12g/L biomass concentration) which will result in an excessive use of the disruption unit to process the biomass. As a result, it was decided that the system comprising glass beads of 0.8 - 1.0 mm diameter, speed agitation of 1,500 rpm, loading of 38% (v/v), 10g/L CaCl<sub>2</sub> and a 12g/L biomass concentration, provided the best conditions for an intensified process for the release of protein with maximum purity (i.e. 1.3) to evaluate the potential process integration for c-phycoerythrin production, release and primary recovery with ATPS from *Spirulina maxima*.

**Table 1 Influence of biomass concentration upon cell disruption of *Spirulina maxima* for the release of c-phycoerythrin**

Biomass concentration (g/L)	Cell disruption (%)	c-phycoerythrin purity	c-phycoerythrin yield (mg protein / g biomass)
2.0	100.0	1.3±0.1	14.4±1.4
6.0	90.0	1.3±0.1	7.7±0.8
12.0	85.0	1.3±0.1	7.0±0.8

Biomass concentration is expressed as wet weight per volume. The percentage of cell disruption was estimated by visual observation using an optical microscope (Olympus CK2) as described in Materials and Methods. The purity of c-phycoerythrin is expressed as the relation of the 620nm to 280nm absorbances. The yield of c-phycoerythrin is expressed relative to the initial wet weight of the biomass loaded to the systems.

### 3.2 Potential process integration for c-phycoerythrin production, release and primary recovery from *Spirulina maxima*

Once the conditions for the cell disruption were established the primary recovery with ATPS of c-phycoerythrin from *Spirulina maxima* using the disruption system was attempted. In the report that we presented a prototype process for c-phycoerythrin recovery<sup>7</sup>, the purity of the protein was increased up to 2.0 using discrete unit operations of cell disruption and ATPS extraction. In the present research, the cell disruption and ATPS extraction were performed simultaneously in the fermentation flask after the fermentation was terminated (following the operating conditions described in section 2.1) and the broth conditioned. In this case, once the fermentation was finished, the broth was replaced by a solution of 10g/L of CaCl<sub>2</sub> (conditioning of the broth). After the biomass was re-suspended in the CaCl<sub>2</sub> solution, solid PEG 1450 and phosphate were added until a 7% and 20% (w/w) concentration, respectively was achieved. The conditions for the ATPS extraction were taken from the previous report<sup>7</sup> without further modification. The operation of the disruption system was initiated to allow PEG and phosphate solid dissolution and cell disruption. The purity of the c-phycoerythrin obtained from the top PEG-rich phase derived from this system was 1.7±0.1. The decrease in the purity obtained compare to the that reported previously<sup>7</sup> (i.e. 2.0) can be attributed to the performance of the ATPS under the simultaneous conditions of the cell disruption and the extraction stages. Apparently the presence of the intracellular products and the operating conditions affected the partition behaviour of the protein and contaminants in a manner that can not be currently explained. In this context, similar results were reported by Rito-Palomares and Lyddiatt<sup>17</sup> for process integration of cell disruption and ATPS for the recovery of intracellular protein from yeast. However, the results reported here facilitate the potential process integration for the production, release and primary recovery of c-phycoerythrin from *Spirulina maxima* in one single unit operation. Furthermore, the commercial application of the prototype process as an alternative for the recovery of the protein of interest is raised.

## 4. Conclusions

This study reports a process strategy to potentially produce, release and primary recovery with aqueous two-phase extraction of c-phycoerythrin from *Spirulina maxima* in one single unit operation. It has been shown that after broth conditioning the release of c-phycoerythrin can be achieved in the same fermentation flask. Furthermore by adding the chemical forming phases of the ATPS, the cell disruption and the primary recovery of the protein can be performed simultaneously. It was demonstrated that a fermentation flask can be used as a cell disruption device by defining the appropriate operating conditions (e.g. glass beads diameter and loading, speed of agitation, CaCl<sub>2</sub> and biomass concentration). The operating conditions established for the cell disruption step together with those of the ATPS extraction resulted in one-stage process for the potential recovery of c-phycoerythrin (with a purity of 1.7) from *Spirulina maxima*. The recovery process developed involved the direct integration of cell disruption in a fermentation flask that mimicked a high speed bead mill device and ATPS extraction. Overall, the results reported here demonstrated the potential application of a process integration strategy for the recovery of c-phycoerythrin as a first step for the development of a commercial process.

## Acknowledgements

The authors wish to acknowledge the financial support of the International Foundation for Science (IFS, grant E2620-3)

## References

1. Cohen, Z. The chemical of *Spirulina* in *Spirulina platensis* (*Arthrospira*). Physiology, Cell Biology and Biotechnology. A. Vonshak, Ed., Taylor & Francis, London (1997).
2. Ciferri, O. *Spirulina*, the edible microorganism. *Microbiol. Rev.* **47**: 551-578 (1983).
3. Herrera, A., Boussiva S, Napoleone V. and Holberg A. Recovery of c-phycoerythrin from cyanobacterium *Spirulina maxima*. *J. Appl. Phycol.* **1**:325-331 (1989).
4. Prozyme. Catalog of products. 1999.
5. Ciferri, O. and Tiboni, O. The biochemistry and industrial potential of *Spirulina*. *Ann. Rev. Microbiol.* **39**:503-526 (1985).
6. Grossman, PD and Gainer JL. Correlation of aqueous two-phase partitioning of proteins with changes in free volume. *Biotechnol. Prog.* **4**:6-11. (1988).
7. Rito-Palomares M, Nuñez, L and Amador D. Practical application of aqueous two-phase systems for the development of a prototype process for c-phycoerythrin recovery from *Spirulina maxima* *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **76**, 1273-1280 (2001).
8. Rito-Palomares, M. and Lyddiatt, A. Practical implementation of aqueous two-phase processes for protein recovery from yeast. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **75**, 632-638. (2000).
9. Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem* **72**:248-254 (1976).
10. Ricci-Silva M E, Vitolo M and Abrahao-Neto J. Protein and glucose 6-phosphate dehydrogenase releasing from baker's yeast cells disrupted by a vertical bead mill. *Process Biochemistry.* **35**: 831 – 835 (2000)
11. Chisti Y and Moo-Young M. Disruption of microbial cells for intracellular products. *Enzyme Microbiol. Technol.***8**, 194- 203 (1986)
12. Jung, J, Xing Xin-Hui, Matsumoto, K. Kinetic analysis of disruption of excess activated sludge by Dyno Mill and characteristics of protein release for recovery of useful materials. *Biochemical Engineering Journal.* **8**:1-7.(2001)
13. Kula M-R and Schutte H. Purification of proteins and the disruption of microbial cells. *Biotechnol. Prog.*, **3**, 31-42 (1987)
14. Rito-Palomares M and Lyddiatt A. Impact of cell disruption and polymer recycling upon aqueous two-phase processes for protein recovery. *J. of Chromatogr. B*, **680**, 81-89 (1996)
15. Berns D. S. and MacColl R. Phycocyanin in Physical – Chemical Studies. *Chem. Rev.* **89**: 807-825, (1989).
16. Belter, P.A., Cussler, E.L., and Hu, Wei-Shou. Cell disruption in Bioseparations: downstream processing for biotechnology. Willey Interscience Publication, E.U.A. pp. 82-84. (1988)
17. Rito-Palomares M and Lyddiatt A. Process integration using aqueous two-phase partition for the recovery of intracellular protein. *Chem. Eng. J.* **87**: 313-319 (2002)



# <sup>1</sup>ESTUDIO DE LA NUTRICION DEL HIERRO EN LACTANTES MAPUCHES DEL SUR DE CHILE

**Nutr. Edith Franco Y\*** Dra. Eva Hertrampf D.\*\* Nutr. Julia Hazbún G.\* Nutr. Sylvia Segú S.\*  
T.M. Liliana Palacios S.\*\*\* Bioest. J. José Orellana C.\* Dr. José Rafael Borbolla E.\*\*\*\*

Se realizó un estudio, en 76 lactantes mapuches de 12 meses de edad, rurales, del sur de Chile, para caracterizar el metabolismo del hierro. Se los suplementó con 2 - 3 mg de hierro al día, en forma de solución de Sulfato Ferroso (Fer-In-Sol preparado comercial que otorgó 1.6 mg de hierro por ml de solución), durante 90 días. Se evaluó la nutrición de hierro antes y después de la suplementación, mediante: Hemoglobina, Hematocrito, Saturación de Transferrina (Fe/IBC) y Ferritina Sérica. Para confirmar la ingesta del suplemento, se tomó muestras de deposiciones para medir el hierro excretado. Para estudiar el aporte de hierro dietario, se aplicó la Encuesta Recordatorio 24 hrs. (ER) y Análisis Químico Proximal (AQP), en muestras de comidas. La prevalencia de anemia a los 12 meses, antes de iniciar la suplementación fué de 28.3 %, que desapareció completamente después de ella. El 65.3 % de los lactantes, aumentaron su Hemoglobina en 1 g o más, esto indica que eran anémicos al iniciar la suplementación. La alta prevalencia de anemia se debe fundamentalmente, a la baja ingesta de hierro dietético, que según la ER alcanza a  $2.8 \pm 1.2$  mg de Fe/día, versus  $4.8 \pm 4.0$  mg de Fe/día, según AQP. La diferencia entre ambos aportes demostró que hay un proceso de contaminación ambiental de los alimentos, por el uso de utensilios de hierro y el gran contacto con la tierra. Este hecho también se pudo comprobar por la alta excreción de Fe a través de las deposiciones (140 mg de Fe/100 g deposiciones), cifra más alta que en lactantes urbanos (30 mg de Fe/100 g deposiciones). Este método para medir la excreción de Fe suplementado, no discrimina entre la excreción de la ingesta y la contaminación ambiental. Sin embargo, en el grupo suplementado, la excreción fué más alta que en el grupo control, comprobando la ingesta de Fe. Para prevenir el desarrollo de anemia por carencia de hierro, en los lactantes, es imprescindible dar un alimento fortificado con hierro, a partir de los 6 meses de vida como complemento de la leche materna.

Palabras clave: Nutrición, Suplementación, Hierro, Lactantes, Mapuches.

## 1.- Introducción

La anemia por deficiencia de hierro constituye el déficit nutrimental de mayor prevalencia en la población mundial, aún en aquellos países que han erradicado otras carencias nutrimentales, la situación es más acentuada en países de menor desarrollo, por la dieta pobre en hierro biodisponible. Por los altos requerimientos y una dieta relativamente pobre en hierro, la lactancia (6 – 24 meses de edad) es el período más susceptible al déficit de hierro. En Chile en poblaciones de niveles socioeconómicos bajos, la anemia por deficiencia de hierro alcanza entre 25% – 45% de los lactantes a esa edad etapa que corresponde a la de mayor vulnerabilidad del sistema nervioso central [1-4].

La nutrición de hierro se caracteriza principalmente por la gran dependencia del hierro dietario, para la producción normal de eritrocitos durante los 2 primeros años de vida. Hay evidencias que la lactancia natural, protege del desarrollo de anemia por carencia de hierro, hasta por lo menos 6 meses de vida [5-16]. Esta protección, aún cuando no es completa, ha sido demostrada hasta los 9 meses de edad en lactantes, a nivel nacional e internacional [9-12, 14].

Se sugiere que la lactancia natural, estaría brindando una protección por un lapso más largo en los lactantes mapuches [17-18]. En este estudio realizado en Temuco, una lactancia natural prolongada, permitiría al 96% de los lactantes mapuches, llegar al año de edad sin desarrollar anemia ferropriva, mientras que alrededor del 30% de los lactantes chilenos urbanos,

---

\* Depto. Pediatría - Cirugía Infantil y Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de la Frontera. Temuco - Chile.

\*\* Unidad de Hematología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Chile. Santiago - Chile.

\*\*\* Consultorio Miraflores. Servicio de Salud de la Araucanía Sur. Temuco - Chile.

\*\*\*\* Director Asociado de Investigaciones Clínicas. Depto. Ciencias Médicas Básicas. Instituto Tecnológico de Monterrey. Monterrey - México.

de nivel socioeconómico bajo, alimentados con leche materna, ya se encuentran anémicos a esa edad. Llama la atención sin embargo, que la nutrición de hierro medida por el resto de los parámetros, está más deteriorada.

Por esta aparente discordancia, se decidió reevaluar la nutrición de hierro de un grupo de lactantes mapuches al año de edad, y luego estudiar su respuesta a una prueba de suplementación con hierro, hasta los 15 meses.

## **2.- Metodología**

Se estudiaron 76 lactantes mapuches de 12 meses de edad, sanos, eutróficos, provenientes de sectores rurales de la Provincia de Cautín. Se consideró mapuche a todo lactante que tuviese 2 apellidos de ese origen y cuyas madres se reconocieran como tales. Los lactantes fueron estudiados en el control de salud del año de edad, ingresando al estudio, previa entrevista a la madre, para informarla y evaluar su capacidad de cumplir con el protocolo. De un total de 94 lactantes ingresados, fueron eliminados 18; (muestra de sangre coagulada: 3, cambio de domicilio: 5, incumplimiento del protocolo: 10 ). Los sujetos fueron asignados al azar a un grupo suplementado ( GS; n:46 ) los cuales recibieron una solución de Sulfato Ferroso ( Fer-in-sol R), en una dosis diaria de 2-3 mg. de Fe elemental al día, durante 90 días. El Grupo Control (GC) estuvo constituido por 30 lactantes, los cuales recibieron un placebo, en las mismas condiciones.

Se realizó un seguimiento de los lactantes desde los 12 a 15 meses. Se registraron los antecedentes de salud materna, embarazo, parto, morbilidad del lactante, historia nutricional, evolución pondoestatural y otros, en una ficha precodificada. Se realizó un examen clínico para descartar patologías no detectadas previamente y la evaluación nutricional según patrones NCHS. Se analizó la alimentación mediante una Encuesta Recordatoria de 24 horas (ER), la cual se aplicó en 3 oportunidades y mediante Analisis Químico Proximal (AQP) [19], en muestras de comidas (en las visitas domiciliarias ). Se controlaron a todos los lactantes una vez al mes, en el Consultorio, para registrar la evolución pondoestatural, realizar el control de salud, controlar la ingesta del suplemento o placebo, mediante la medición del residuo en el frasco. Además se realizó una visita domiciliaria mensual, con el fin de asegurar el cumplimiento del protocolo, entregándose educación alimentaria y de higiene ambiental. Además se confirmó la ingesta del suplemento a través de la medición del residuo en el frasco y de la recolección de muestras de deposiciones, para determinar la cantidad de hierro excretado [19].

Se tomó una muestra de sangre venosa, de 10 ml. a los 12 y 15 meses, para medir hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto) mediante la técnica de Cianmetahemoglobina y Microhematocrito, Hierro Sérico (Fe) y Capacidad total de Combinación de Hierro (IBC), con cuyos parámetros se calculó la Saturación de Transferrina (Fe/IBC) [19] y por último la Ferritina Sérica (FS) [21].

Se definió como valores anormales  $Hb < 11 \text{ gr/dl}$ ,  $Fe/IBC < 10 \%$  y  $FS < 9 \text{ ug/l}$  [22]. El análisis estadístico consistió en la presentación de estadísticas descriptivas como promedios aritméticos , geométricos y desviación estándar. Además se realizaron pruebas estadísticas como Chi-2 y test T de Student para realizar inferencia.

El protocolo de este estudio fué aprobado por el Comité de Etica de la Facultad de Medicina de la U.F.R.O. de Temuco y del I.N.T.A. de la Universidad de Chile.

## **3.- Resultados**

Las características generales de los sujetos, entre el grupo suplementado y el grupo control, resultaron similares (tabla N° 1). A los 12 meses de edad, el 30 % de los lactantes recibían leche materna como única fuente láctea (lactancia exclusiva, pero con inclusión de alimentación complementaria sólida), el 29 % estaban destetados completamente y el 41 % recibía una lactancia mixta. La alimentación sólida se inició entre los 4 a 5 meses de vida en el 84 % de los casos. La alimentación no láctea, aportó un promedio de 2.8 mg. de hierro por día,

según la ER, mientras que el aporte de Fe diario fué de 4.8 mg. según el AQP. El aporte de ácido ascórbico resultó despreciable, según tablas de composición química de alimentos chilenos. En los gráficos N° 1-2 se observa el estado nutricional de los lactantes del estudio a los 12 meses de edad, según índices P/E y T/E de patrones NCHS. Llama la atención el alto porcentaje de niños con sobrepeso (22 %) a tan temprana edad, (P/E) y el alto porcentaje de lactantes con déficit estatural 36.2 % (T/E). El gráfico N° 3, muestra el estado de nutrición del hierro en el total de sujetos a los 12 meses de edad. El 29 % de ellos presentaban anemia ( Hb < 11 g/dl). Un aporte insuficiente de hierro a los tejidos, representado por una saturación de transferrina bajo 10% estaba presente en el 41% de los lactantes. El 64% tiene sus depósitos depletados de hierro a esta edad (FS < 9 ug/l). Al separar los lactantes en base al tipo de lactancia recibida, se encontró un porcentaje de anemia de 26.1% en el grupo con lactancia natural exclusiva, sin embargo en el grupo destetado el 54.5 % de los lactantes estaban anémicos (gráfico N° 4).

La tabla N° 2 muestra en detalle, los parámetros de la nutrición del hierro antes y después de la suplementación. Los promedios de Hb y de FS, aumentaron significativamente ( $p < 0.001$  y  $p < 0.01$  respectivamente) en el grupo suplementado, no así en el grupo control que recibió un placebo.

En el gráfico N° 5, se aprecia que todos los lactantes anémicos del grupo suplementado mejoraron, después de la intervención con hierro. Por otro lado, el grupo control, alrededor de la mitad de los anémicos mejoró a los 15 meses de edad (30% vs 16%). El gráfico N° 6 muestra la diferencia en la prevalencia de anemia, según criterio Hb < 11 g/dl y prueba de suplementación con hierro; se observa un 29 % y 65.3% respectivamente, en el grupo suplementado y no hubo diferencias en el grupo control. El gráfico N° 7, muestra la excreción de hierro a través de las deposiciones, y se observa una cifra considerablemente más alta en el grupo suplementado, 140 versus 45 mg/100 g de deposiciones en el grupo control.

**Tabla N° 1**

### Características generales de los sujetos.

	<b>Grupo Suplem.</b> N° = 46	<b>Grupo Control</b> N° = 30
➤ Edad (meses)	12	12
➤ Peso Nacimiento ( X+DS )	3.372 + 605	3.197 + 480
➤ Lactancia Natural ( % )		
- Exclusiva	26	37
- Mixta	46	33
- Destetados Completamente	28	30
➤ Edad introducción de alimentación Complementaria (meses)	5	5
<b>MADRES</b>		
➤ Edad ( X+DS ) (años)	28 + 6	29 + 6
➤ Paridad (X+DS)	3 + 3	3 + 1
➤ Educación Básica Incompleta (%)	65	80
➤ Analfabetismo (%)	9	13
➤ Control Embarazo (%)	98	87
➤ Atención Profesional Parto (%)	93	91
➤ Nivel Socioeconómico	Extrema pobreza	Extrema pobreza

Tabla N° 2

**Efecto de la prueba de suplementación con hierro en los indicadores hematológicos de los lactantes mapuches.**

	G.Suplementado (N°= 46)			G. Control (N°= 30)		
	12 m.	p	15 m.	12 m.	p	15 m.
Hemoglobina g/dl	11.3+1.2	0.001	12.9+ 0.9	11.4+1.2	NS	11.9+ 1.5
Sat.Transferrina %	15.1+ 11.3	NS	18.6+11.8	9.8 + 5.5	NS	10.3+ 5.0
Ferritina Sérica* ug/l	6 ( 8-42 )	< 0.01	15 ( 6-37 )	2 ( 0-49 )	NS	7( 2-18 )

- Promedio geométrico y rango de 1 DS.

En el gráfico N° 8 se aprecia la diferencia en el aporte de hierro de la alimentación complementaria (sólida) de los lactantes, mediante ER y AQP, 2.8 versus 4.8 mg/día. En el gráfico N° 9 se observa la modificación de la Hb de los lactantes después de la suplementación. En él se destaca un 65.3 % de ellos aumentó 1 g o más, lo que significa que eran anémicos antes de ser suplementados.

#### 4.- Discusión

La alta demanda de hierro de los lactantes y el bajo aporte de éste a la alimentación infantil, son algunas una de las causas más frecuentes de la alta prevalencia de anemia por carencia de hierro, a nivel nacional e internacional [4 -11, 13 -18].

Las limitaciones en la absorción del hierro o baja biodisponibilidad es una de las causas más importantes de anemia por déficit de éste mineral. La absorción del hierro no hemínico, se ve disminuida por la presencia de factores inhibidores y aumentada por factores favorecedores de su absorción, tales como el ácido ascórbico y la presencia de carne per se en la alimentación. La absorción del hierro no hem, depende no sólo de la composición de la alimentación, si no también de las reservas tisulares de los individuos. Es así como sujetos con anemia ferropriva y por ende con depósitos depletados, tienen una mayor absorción de hierro, que aquellos que tienen depósitos repletos, o que tienen una sobrecarga de hierro en la alimentación. Las diferencias de comidas con baja, mediana y alta absorción en sujetos con anemia, fluctúan entre 5 % a un 20 % de absorción del hierro no hem, versus entre un 2 % a un 4 % en sujetos sin anemia y con depósitos tisulares repletos de hierro [23-24].

La absorción del hierro hemínico, presente en las carnes, no se ve afectada por elementos de la alimentación, es absorbido directamente por las células de la mucosa intestinal, sin necesidad de liberarlo de su forma conjugada, sólo varía de acuerdo al grado de deficiencia de hierro en los depósitos de los sujetos; en aquellos que tienen anemia 35 %, en sujetos normales 15 % [23].

La alta prevalencia de anemia por déficit de hierro, fué corroborada una vez más en nuestro estudio en lactantes mapuches, quienes presentaron una prevalencia de anemia de 29%, cifra similar a resultados de estudios anteriores en lactantes mapuches destetados precozmente, [17-18] no mapuches urbanos chilenos [9-10, 14-16] y argentinos [11]. Sin embargo estos resultados no reproducen, el hallazgo de la baja prevalencia de anemia, encontrada en lactantes mapuches alimentados con leche materna y con características similares [17-18]. Al comparar los 2 grupos, la diferencia radica fundamentalmente en los valores promedios de Hb, 12.3 vs. 11.3 g/dl (grupo histórico [18] y grupo estudio actual), con prevalencia de anemia de 4.5% y 29% respectivamente. El resto de las mediciones no presentó diferencias significativas. Creemos, aún

cuando es imposible comprobarlo, que la medición de las concentraciones de Hb del primer grupo, pudiéseren contener un error sistemático.

Esta alta prevalencia de anemia en esta edad, se debe a la baja ingesta de hierro y ausencia de ácido ascórbico en la alimentación, factor fundamental para mejorar la absorción del hierro no hemínico, [23] que es la mayor parte del hierro ingerido por estos lactantes, (base de cereales, leguminosas y farináceos). El bajo aporte de hierro medido a través de la ER, aumenta considerablemente por el método de AQP debido a la contaminación ambiental de los alimentos: uso de utensilios de hierro para la preparación de ellos, los que desprenden partículas durante la cocción, pasándo a los alimentos [24-27]. También hay gran cantidad de tierra en las viviendas, debido que en un gran porcentaje de ellas, la cocina es una habitación separada del resto de la casa, con un fogón al centro, gran presencia de humo y piso de tierra; o en su defecto una ruca con características similares, como única habitación de la familia.

En un grupo de población urbana en Santiago [28] se demostró un mayor aporte de nutrientes según la ER, la que estaría sobreestimando los valores encontrados, ya que las tablas de composición química de alimentos, no contemplan la pérdida de algunos nutrientes por el proceso de preparación (cocción u otros), los aportes por ellos encontrados fueron globalmente más altos a los de nuestro estudio.

La excreción de hierro a través de las deposiciones, de los lactantes mapuches, es considerablemente más alta (140 mg de Fe/100 g de deposiciones), que las descritas en población urbana, (30 mg de Fe/100 g de deposiciones) [29], lo que estaría demostrando una influencia cultural, dada la alta contaminación de hierro a través del ambiente. Este método para estas poblaciones no discrimina entre excreción de la ingesta y la contaminación ambiental de hierro, que es extremadamente alta. Sin embargo se aprecia una notable diferencia, en mayor excreción en el grupo suplementado, lo que demuestra la ingesta del suplemento.

El 65 % de los lactantes, aumentaron su Hb, en 1 gr o más, después de la suplementación con hierro, indicando una alta prevalencia de anemia en el grupo estudiado, lo que significa, que mediante la prueba de suplementación, se encontró un 37% más de lactantes anémicos. Los lactantes de este estudio presentaron mayor diferencia en la prevalencia de anemia, según criterio de Hb <11 g/dl y la prueba de suplementación, que lactantes urbanos, quienes aumentaron a un 12 % según este último método [15].

En nuestro estudio se demostró la efectividad de la intervención, ya que desapareció la anemia después de la suplementación. En el grupo control se observó un efecto difícil de explicar, ya que de un 30 % de lactantes anémicos, se redujo a un 16 %, podría ser una explicación, la adecuada intervención en educación alimentaria, en los rigurosos controles en el consultorio y a través de las visitas domiciliarias, en ambos grupos.

La lactancia materna no estaría protegiendo a estos niños, durante todo el primer año de vida del desarrollo de anemia, ya que a esta edad, llegan con cifras similares, a las reportadas en otros estudios nacionales e internacionales [9-11]. En lactantes europeos alimentados con leche materna, se han encontrado prevalencias más bajas de anemia y de deficiencia de hierro [12, 30].

La nutrición adecuada del hierro no sólo previene la anemia en los niños, si no también se debe pensar en las consecuencias no hematológicas de ella, como problemas de desarrollo sicomotor, conductuales, rendimiento en educación física, lenguaje escrito entre otros, que pueden persistir hasta la edad escolar o más [31-35].

El Ministerio de Salud, sobre la base de una serie de estudios como éste, ha modificado el Programa de Alimentación Complementaria para lactantes menores de 1 año, incorporando una leche entera, fortificada con hierro, vitamina C, cobre y zinc, la que cubre las necesidades de hierro en estos niños. Para aquellos lactantes que estén imposibilitados de recibir leche materna y no puedan acceder a fórmulas de iniciación, se deberá indicar esta leche fortificada, reconstituída al 7.5 % con agregado de hidratos de carbono, ajustándose a las necesidades individuales de cada niño o niña. Dado que el hierro con el que ha sido fortificada esta leche, cubre las necesidades del lactante menor de 1 año, se deberá suplementar con hierro elemental

a los niños mayores de 6 meses que reciban leche materna y alimentación complementaria (carne, verduras, cereales, leguminosas, frutas) con 1 mg/kg/día. Y a los niños con bajo peso de nacimiento con 1 – 2 mg/kg/día de hierro elemental, desde que dupliquen su peso de nacimiento. A los lactantes que pesaron menos de 2 kg al nacer se les suplementará con 2 mg/kg/día. De ésta forma el Ministerio de Salud, se ha preocupado de establecer estas normas para disminuir la alta prevalencia de anemia por déficit de hierro en lactantes chilenos [ 36 ].

## 5.- Conclusiones

1. La suplementación con hierro demostró ser un tratamiento muy eficaz para la anemia, ya que desapareció completamente en los lactantes del estudio.
2. La suplementación con hierro como prueba terapéutica, es un método mucho más sensible que la Hb < a 11 g/dl, para la pesquisa de anemia ferropriva.
3. La lactancia materna protegería a estos lactantes del desarrollo de anemia hasta los 6 meses de vida.
4. Se debe prevenir la anemia por déficit de hierro en el 1º año de vida, para evitar sus consecuencias no hematológicas.

## 6.- Bibliografía

1. Olivares M., Walter T., Hertrampf E., Pizarro F.: Anaemia and iron deficiency disease in children. *Br Med.Bull.* 55: 534-543. (1999).
2. Ríos E., Olivares M., Amar M. et al: Evaluation of iron status and prevalence of iron deficiency in infants. En: *Nutrition: Intervention strategies in national development*. Ed. B. Underwood. Academic Press. N.Y. 35-42 (1983).
3. Calvo E., Gnazzo N.: Prevalence of iron deficiency in children aged 9-24 month from a large urban area of Argentina. *Am.J Clin.Nutr* 52: 534-540. (1990).
4. Dobbing J.: The later development of the brain and its vulnerability. Davis, J.A., Dobbing J. (Ed.), *Scientific foundation of pediatrics*, University Park/Baltimore. 744-759. (1982).
5. Saarinen, U., Siimes, M., Dallman, P.: Iron absorption in infants: High bioavailability of breast milk iron as indicated by the extrinsic tag method of iron absorption and by the concentration of serum ferritin. *J. Pediatr.* 91:36. (1977).
6. Picciano, M., Deering, R.: The influence of feeding regimes on iron status during infancy. *Am.J.Clin.Nutrit.* 33:746. (1980).
7. Owen, G., Gary, E., Hooper, E. et al: Iron nutritive of infants exclusively breast feeding in the first five months. *Pediatr.Res.* 99:237, (1981).
8. Siimes, M.A., Salonen, E., Perheentupa, J.: Exclusive breast feeding for 9 months: Risk of iron deficiency. *J.Pediatr.* 104:196-199. (1984).
9. Pizarro, F., Yip, R., Dallman, P.R., Olivares, M., Hertrampf, E., Walter, T.: Iron status with different infant feeding regimens: relevance to screening and prevention of iron deficiency. *J.Pediatr.* 118 (5):687-692. (1991).
10. Walter, T., Dallman, P.R., Pizarro, F., Velozo, L., Peña, G., Bartholmey, J., Hertrampf, E., Olivares, M., Letelier, A., Arredondo, M.: Effectiveness of iron-fortified infant cereal in prevention of iron deficiency anemia. *Pediatrics.* 91 (5):976-982. (1993).
11. Calvo, E.B., Galindo, A.C., Asprey, N.B.: Iron status in exclusively breast-fed infants. *Pediatrics.* 90 (3):375-379. (1992).

12. Haschke, F., Vanura, H., Male, C., Owen, G., Pietschnig, B., Schuster, E., Krobath, E., Huemer, C.: Iron nutrition and growth of breast and formula-fed infants during the first 9 months of life. *J.Pediatr.Gastroenterol.Nutr.* 16 (2):151-156. (1993).
13. Florentino F.: Prevalence of nutritional anemia in infancy and childhood with emphasis of developing countries. In: *Iron nutrition in infancy and childhood.* Ed.A.Stekel.Raven Press. New York. (1984).
14. Hertrampf E., Dinamarca M., Llaguno S., Stekel A.: Nutrición de hierro y lactancia natural en lactantes chilenos. *Rev.Chil.Pediatr.* 58: 193. (1987).
15. Hertrampf E., Olivares M., Walter T., Pizarro F., Heresi G., Llaguno S., Vega V., Cayazzo M., Chadud P.: Anemia Ferropriva en el lactante: erradicación con leche fortificada con hierro. *Rev.Méd.Chile.* 118: 1330-37. (1990).
16. Walter T., Lozzoff B., Pizarro F.: Prevention of iron deficiency anemia: Comparison of high- and low-iron formula in term healthy infants after six months of life. *J.Pediatr.* 132: 635-640 (1998).
17. Franco E., Rodriguez E., Espinoza R., Stekel A., Hertrampf E.: Prevalencia de anemia por déficit de hierro en lactantes mapuches alimentados con leche materna. *Rev.Chil.Pediatr.* 58: 361-65. (1987).
18. Franco E., Hertrampf E., Rodriguez E., Illanes J.C., Palacios L., Llaguno S., Letelier A.: Nutrición de hierro en lactantes mapuches alimentados con leche materna. II Etapa. *Rev.Chil.Pediatr.* 61 (5) : 248-52. (1990).
19. Association of Official Analytical Chemists Method. 13 th ed. Washington, DC. AOAC. 212. (1980)
20. Fischer, D.S., Price D.C.: A simple serum iron method using the new sensitive chromogen tripyridyl-s-triazine. *Clin.Chem.* 10:21-30. (1964).
21. Gamma Dab (125 I). Ferritin Radioimmunoassay Kit Clinical Assays, Division of Travenol Laboratories Inc.Cambridg. Mass. USA.
22. Dallman P.R., Reeves J.D.:Laboratory diagnosis of iron deficiency. In: Stekel A. ed. *Iron nutrition in Infancy and Childhood.* New York: Raven Press. 1984.
23. Monsen, E., Hallberg, L., Layrisse, M., Hegsted, M., Cook, J., Mertz, W., Finch, C.: Estimación de hierro utilizable de la dieta. *Am.J.Clin.Nutrit.* 31:134-150. (1978).
24. Hallberg L., Bjorn-Rasmussen E.: Measurement of iron. *Am.J.Clin.Nutrit.* 34 : 2808-15. (1981).
25. Mistry A.N., Britlin H.C., Stoecker B.J.: Availability of iron from food cooked in iron utensils. Abstract N° 4915. *Fed.Proc.* 46: 1161. (1987).
26. Helen C., Brittin Ph.D.,R.D., and Cheryl E., Nessaman M.S.: Iron content of food cooked in iron utensils. *J.of Am.Diet.Assoc.* 86 : 897-901. (1996).
27. Hallberg M.D., Bjorn-Rasmussen E., Rossander L., Swanik R., Pleehachinda R., Tuntawiroon M.: Iron absorption from some asian meals containing contamination iron. *Am.J.Clin.Nutrit.* 37 : 272-77. (1983).
28. Peña G., Pizarro F., Walter T., Hertrampf E.: Relación de nutrientes medidos por encuesta y análisis químico proximal. Presentado al IX Congreso Latinoamericano de Nutrición. La Paz , Bolivia. 20-25, Septiembre 1992.

29. Pizarro F., Amar M., Stekel A.: Determination of iron in stools and method to monitor consumption of iron fortified products in infants. *Am.J.Clin.Nutrit.* 45 : 484-87. (1987).
30. Lafuente-Mesanza, P., Ojembarrena-Martinez, E., Sasieta-Altuna, M., Pinan-Frances, MA., Urreta-Dolora, MJ., Lombardero-Jimenez, JL.: Anemia and depletion of iron reserves in healthy 12 month-old infants. *An.Esp.Pediatr.* 37 (1):24-28. (1992).
31. Rivera F., Walter T.: Efecto de la anemia ferropriva en el lactante sobre el desarrollo psicológico del escolar. *Rev.Chil.Pediatr.* 67 (4); 141-147. (1996).
32. Walter T.: Infancy: mental and motor development. *A.J Nutr.* 50:655-666. (1989).
33. De Andraca I., Walter T., Castillo M.: Iron deficiency anemia in infancy and its effects upon psychological development at preschool age: a longitudinal study: Annual report for the study of the problem of nutrition in the world. Nestle Foundation, Lausanne, Switzerland, 53-61. (1991).
34. Moore L., Lombardi D., White M.: Influence of parent's physical activity levels on activity levels of young children. *J.Pediatr;* 118:215-219. (1991).
35. De Andraca I., Salas I., De la Parra A.: Interacción madre-hijo y conducta del niño en preescolares con antecedentes de anemia por deficiencia de hierro en la infancia. *Arch. Latinoam. Nutr.*;43: 191-198. (1993).
36. Ministerio de Salud, República de Chile. Servicio de Salud Araucanía Sur. Departamentos técnicos DAP-DPP. C-73. (1999).



# ***Defecografía Dinámica: Técnica empleada en el Hospital San José Tec de Monterrey***

*Alvarez-Arrozola R A<sup>1</sup>, Carrillo-Martínez M A<sup>1</sup>, Sánchez-Avila M T<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Departamentos de Radiología e Imagen y <sup>2</sup>Gastroenterología, Hospital San José Tec de Monterrey.

## **Objetivos**

Describir la técnica de Defecografía dinámica empleada en el Hospital San José Tec de Monterrey.

Dar a conocer esta técnica al resto de la comunidad radiológica local y nacional para que puedan realizar defecografías.

## **Resumen**

Algunos trastornos de la Defecación son difíciles de diagnosticar y su tratamiento requiere de un diagnóstico preciso. Desde que fue descrita por Burhenne en la década de los 60s, la Defecografía ha sido una de las técnicas que se han usado para evaluar la región anorectal, sin embargo, había permanecido como un estudio poco utilizado y no se ha incorporado a la práctica radiológica rutinaria. Actualmente muy pocos gabinetes radiológicos de nuestro país ofrecen este estudio. La técnica que describimos utiliza una pasta baritada a base de puré de papa deshidratado, es sencilla, fácil de implementar y las imágenes obtenidas son de excelente calidad. La grabación en video de la fase defecatoria es muy importante ya que permite identificar trastornos dinámicos.

## Introducción

Dentro de las técnicas dinámicas que se han introducido para evaluar radiológicamente la región anorectal al momento de la defecación, se encuentran como variantes la proctografía evacuatoria o defecografía y la videodefecografía.

La Defecografía fue introducida por Burhenne en 1964, seguida de varias publicaciones sobre este tema durante la década de los 60's <sup>(1)</sup> Aunque desde entonces varios autores describieron la importancia de esta técnica en el estudio de los trastornos de la defecación (constipación, incontinencia fecal, sensación de evacuación incompleta, disquezia y descarga de moco) había permanecido como un estudio especializado no incorporado por completo a la practica radiológica rutinaria. <sup>(2)</sup>

La Defecografía dinámica documenta el acto de evacuación rectal voluntaria, proveyendo así, información anatómica y funcional del hueco pélvico, de la región anorectal y del piso pélvico, que el resto de los estudios diagnósticos no proporcionan. <sup>(2,15)</sup> Esta información es de vital importancia para elección de la terapéutica y puede incluso evitar cirugías innecesarias.

En años recientes ha resurgido el interés en el estudio de los trastornos funcionales anorectales por medio de esta técnica, <sup>(2,4,13)</sup> en parte por la nueva información que ofrecen los estudios fisiológicos de manometria y electromiografía y los estudios de imagen anorectales capaces de ofrecer evaluación dinámica de la región, así como por el interés en nuevas técnicas terapéuticas, tanto quirúrgicas como de reeducación anorectal. <sup>(6,7)</sup>

## Descripción de técnica

Se requiere de un equipo basculable de radiografía y fluoroscopia con capacidad para grabación en video; de un cómodo radiolúcido; medio de contraste (sulfato de bario); puré de papa deshidratada; jeringas de 60 ml con punta para catéter, una sonda para la inyección del medio de contraste en el recto y una marca radio-opaca para el canal anal. <sup>(6,7,8)</sup>

Preparación de la pasta de contraste: Se mezclan 120 ml de una suspensión de bario diluido (58 gr de sulfato de bario en 100 ml de agua) con 35 gr de puré de papa deshidratado marca knorr <sup>®</sup> hasta alcanzar la consistencia de heces fecales blandas. La pasta se aspira con 2 jeringas de 60 ml con punta para catéter a una de ellas se agrega además 10 ml de la suspensión líquida de sulfato de bario.

Dos horas antes del estudio se administran 300 ml de suspensión de sulfato de Bario por vía oral y un hora antes se le pide al paciente que se aplique un enema (fosfoenema) para evacuar el recto. Con el paciente en decúbito lateral, sobre la mesa de fluoroscopia en posición horizontal, se

introducen 100 – 120 ml de la pasta de baritada en el recto mediante una sonda para enema o irrigación de Harris calibre 24 French y se coloca una marca radio-opaca en el canal anal. <sup>(7,8)</sup>

Se pide al paciente se ponga de pie mientras se coloca la mesa en posición vertical, se acerca el cómodo radiolúcido montado sobre una silla y se sienta al paciente en proyección lateral, de tal manera que en las imágenes queden incluidas las siguientes estructuras: Pubis, Sacro, Cóxis y Periné. <sup>(1,3)</sup>  
[Fig. 1]



Fig 1. Colocación de la mesa y cómodo radiolúcido para estudio en posición fisiológica con haz horizontal.

Se toman radiografías estáticas del paciente en reposo (Fig. 6), contrayendo la musculatura del piso pélvico y esfínter anal (Fig. 7), pujando y durante la defecación, (Fig 8 a,b) además, se graba en video la parte dinámica del estudio (fase defecatoria). <sup>(3,7-9)</sup>

En las imágenes estáticas se determinan las líneas pubococcigea y bisquiática, el ángulo anorectal en las diferentes fases del estudio y su descenso.

En la fase dinámica se determina la apertura del canal anal, la relajación del músculo puborectal y patologías como: prolapso mucoso, procidencia mucosa interna, intususcepción rectal, rectocele, enterocele y hernias del piso pélvico. <sup>(3,7,14)</sup>



Fig 6. Imagen estática en Reposo

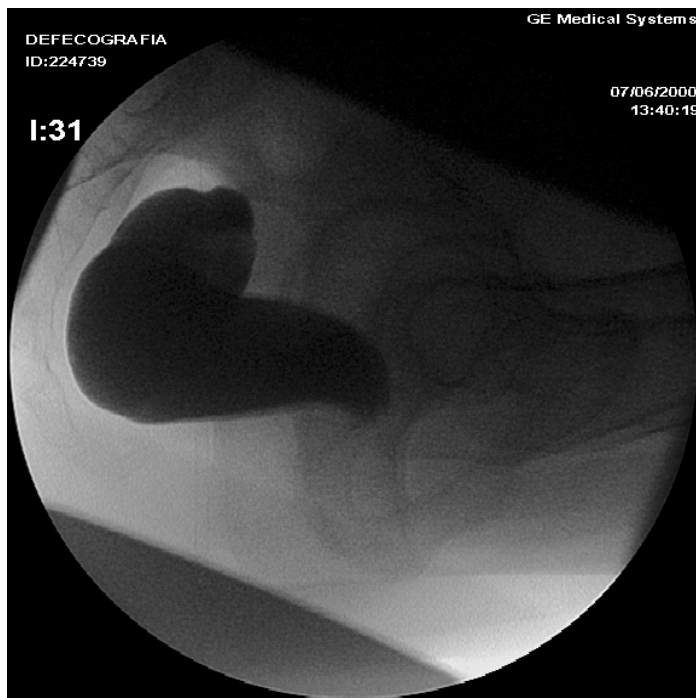


Fig 7. Imagen estática en contracción de musculatura del piso pélvico.

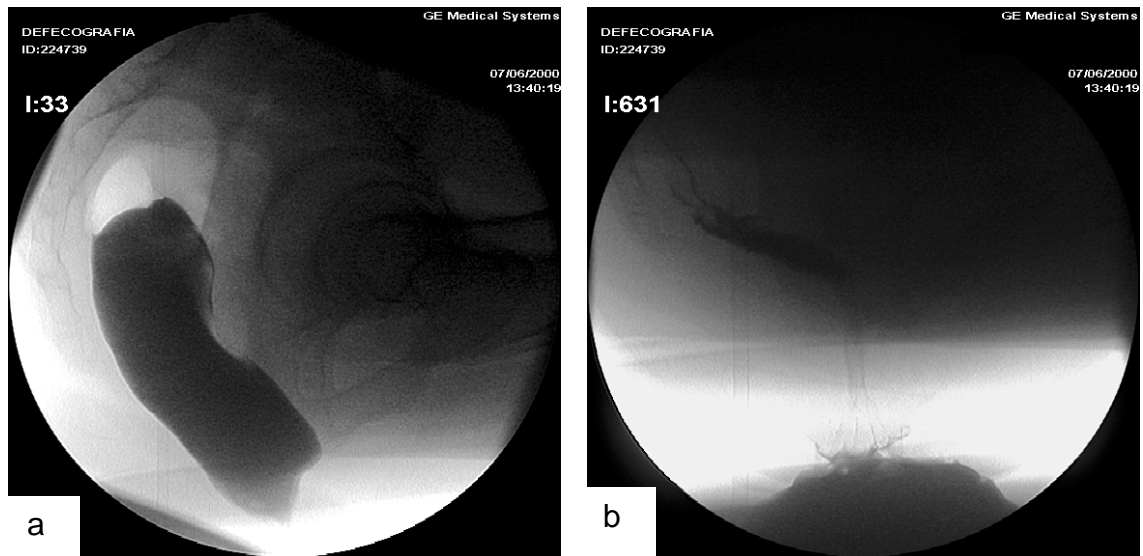


Fig 8 a y b. Imagenes estáticas con el paciente pujando y al final de la defecación.

## Discusión

Nuestra técnica es el resultado de la incorporación de algunas variantes a la técnica básica descrita por Mahieu en 1984 y que pensamos que nos facilita la realización y la interpretación del estudio. Las técnicas descritas en la literatura son similares en su parte básica y solo difieren, al igual que la nuestra, en algunos detalles.

Las condiciones fisiológicas de la defecación se simulan estudiando al paciente en la posición normal de defecación y mediante la inyección rectal de medio de contraste, para lo cual se han empleado diferentes preparaciones cuya viscosidad varía considerablemente (suspensión líquida de bario, mezclas de bario y almidón o preparados comerciales, tales como Anatrast (Lafayette Pharmaceuticals, Lafayette Ind.) y Evacuapaste (E-Z-Em, Westbury, NY).<sup>(5,6)</sup> Algunos investigadores han utilizado preparados de bario, adicionando agentes engrosadores como el carbomero 934P con hidróxido de sodio, metilcelulosa o cantidades arbitrarias de hojuela de papa deshidratada.<sup>(5,11)</sup> Existe controversia con relación a si la viscosidad del medio de contraste afecta substancialmente los hallazgos radiográficos.<sup>(5,13)</sup> Se ha descrito que el uso de preparados de bario de consistencia líquida estimula el cierre del canal anal e incremento en la actividad de los músculos puborectal y elevador del ano.<sup>(13)</sup>

La pasta de bario que utilizamos para la Defecografía es fácil de preparar y sus ingredientes son fáciles de encontrar, a diferencia de los preparados comerciales. La consistencia que se obtiene simula la de las heces fecales blandas. El volumen de contraste que administramos se limita a llenar el Recto (ocasionalmente se extiende hasta la porción más distal del Sigmoides) por lo que en forma ideal debe de administrarse una suspensión convencional de Sulfato de Bario (300 ml) vía oral una hora antes de la Defecografía para tener contraste en intestino delgado y demostrar la presencia de enteroceles.

Algunos autores marcan el canal vaginal con un gel radio-opaco y otros mas, marcan también la vejiga urinaria con contraste hidrosoluble <sup>(9,12,13)</sup>, sin embargo, nosotros no hemos incurrido en esa práctica que consideramos no estrictamente necesaria ya que el motivo de estudio de nuestros pacientes no ha sido de continencia urinaria ni prolapso genital.

Una variante que introdujimos en la técnica consiste en la inyección de 10 – 20 ml de una suspensión de sulfato de bario junto con la pasta baritada, con la intención de obtener un mejor detalle de la mucosa del Recto que nos permita identificar patologías como úlceras, procidencias e invaginaciones pequeñas.

En algunos pacientes utilizamos la técnica de sustracción digital, que fue descrita desde hace varios años <sup>(14)</sup> y que tiene el inconveniente de generar artificios cuando el paciente mueve mucho su pelvis. Sin embargo, decidimos abandonar la técnica ya que a nuestro juicio solo obtuvimos imágenes diferentes, pero sin aportación significativa al diagnóstico.

Las alteraciones dinámicas como la invaginación, no siempre quedan registradas en las radiografías a ciegas o incluso en radiografías al acecho. La grabación en video de la información dinámica permite registrar estos eventos y revisarlos mas tarde cuantas veces sea necesario en busca de patología. Además en algunos pacientes la evacuación es tan rápida que, aún con experiencia, es difícil evaluar el evento defecatorio en tiempo real. <sup>(10,14 - 16)</sup>

Es importante mantener una buena comunicación con el paciente y explicarle la importancia de que trate de evacuar de la misma manera como lo haría normalmente en su casa, permitiéndole incluso hacer las maniobras que en lo particular practica para lograr evacuar (movimientos de vaivén o rotación de la pelvis, opresión de la parte anterior del periné con la mano, pujo excesivo, toser, etc.) con el objeto de evaluar cada caso en sus condiciones particulares. Con el propósito de poder hacer mediciones adecuadas, es importante obtener imágenes en proyección lateral con el menor grado de oblicuidad posible. En ocasiones esto es difícil por que hay pacientes que se mueven mucho durante la defecación.

## **Conclusiones**

El estudio es bien tolerado por los pacientes.

Nuestra técnica es sencilla y utiliza materiales comunes disponibles en cualquier gabinete de radiología o fáciles de conseguir.

Las imágenes que obtenemos son de excelente calidad y comparables a las disponibles en la literatura.

Las imágenes estáticas nos permiten visualizar los puntos de referencia para obtener las medidas necesarias.

La grabación en video de la parte dinámica del estudio (fase defecatoria) es muy importante y permite revisar el estudio a posteriori en busca de patología dinámica como las invaginaciones, algunos enteroceles y las procidencias.

## Bibliografía

1. Bernier P, Stevenson G, Shorvon P. Defecography commode. *Radiology* 1988;166:891-892.
2. Goei R, Engelshoven J, Schouten H. Anorectal function: Defecographic measurement in asymptomatic subjects. *Radiology* 1989;173:137-141.
3. Mahieu P, Pringot J, Bodart P. Defecography.I. Description of a new procedure and results in normal patients. *Gastrointest Radiol* 1984;9:247-251.
4. Goei R, Kemerink G. Radiation dose in defecography. *Radiology* 1990;176:137-139.
5. Ikenberry S, Lappas J, Hana M, Rev D. Defecography in healthy subjects: Comparison of three contrast media. *Radiology* 1996;201:233-238.
6. Harvey C, Halligan S, Bartram C, Hollings N, Sahdev A, Kingston K. Evacuation proctography: A prospective study of diagnostic and therapeutic effects. *Radiology* 1999;211:223-227.
7. Karasick S, Karasick D, Karasick S. Functional disorders of the anus and rectum: Findings on defecography. *AJR* 1993;160:777-782.
8. Stoker J, Halligan S, Bartram C. Pelvic floor imaging. *Radiology* 2001;218(3):621-641.
9. Pomerri F, Zuliani M, Mazza C, Villarejo F, Scopece A. Defecographic measurements of rectal intussusception and prolapse in patients and in asymptomatic subjects. *AJR* 2001;176:641-645.
10. Jorge JM. Clinical applications and techniques of cinedefecography. *Am J Surg* 2001;182(1):93-101.
11. Goei R. Anorectal function in patients with defecation disorders and asymptomatic subjects: Evaluation with Defecography. *Radiology* 1990;174:121-123.
12. Archer B, Somers S, Stevenson G. Contrast medium gel for marking vaginal position during defecography. *Radiology* 1992;182:278-279.
13. Shorvon P, McHugh S, Diamant N, Somers S. Defecography in normal volunteers: results and implications. *Gut* 1989, 30, 1737-1749.
14. Smith L. Practical guide to anorectal testing. 2a. ed. Igaku Shoin Medical Publishers. 1995.
15. Ekberg O, Nylander G, Fork F. Defecography. *Radiology* 1985;155:45-48.
16. Halligan S, Malouf A, Bartram C, Marshall M, Hollings N, Kamm M. Predictive value of impaired evacuation at proctography in diagnosing anismus. *AJR* 2001;177:633-636.

# TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA DISMENORREA EN PACIENTES CON ENDOMETRIOSIS.

G. Iga, M. Luna, San Jose Hospital  
Technological Institute of Monterrey (ITESM), Monterrey.  
N.L. Mexico

**Objetivo:** Determinar la eficacia a largo plazo de la neurectomía presacra en relación a la ablación de ligamentos uterosacros para el manejo de la dismenorrea, comparar esta respuesta en pacientes sometidas a tratamiento con Zoladex , y establecer las complicaciones y efectos secundarios mayormente asociados a estos procedimientos.

**Resultados Principales:** El estudio incluyo a 42 mujeres en edad reproductiva con dismenorrea severa secundaria a algún grado de endometriosis, quienes ante la falla a respuesta con manejo médico para el control de la sintomatología, fueron sometidas, a neurectomía presacra o a ablación de ligamentos uterosacros, dependiendo de su historial clínico. Un total de 21 pacientes conformaron el primer grupo, mientras que las restantes 21 conformaron el segundo grupo. 4 pacientes sometidas a neurectomía presacra fueron sometidas además a ligamentopexia de Guillian . 6 Pacientes recibieron tratamiento a base de Zoladex durante un promedio total de 34 meses. Con la neurectomía presacra sin manejo médico adicional se reportó una reducción estadísticamente significativamente de la dismenorrea, dolor pélvico cíclico, y de la dispareunia a largo plazo ( un promedio de 42 meses). Obteniéndose un alivio total de la dismenorrea a un año de 96%, y a dos años de 90%, a 4 años se obtuvo un alivio total de 76%. Se obtuvo alivio leve a moderado a un año de 3%, y a dos años de 8%. Mientras que en el grupo que recibió tratamiento médico adicional se encontró una diferencia en el alivio total del dolor del 100 % a un año y de 100% a dos años. Comparando estos resultados con los obtenidos con la neurectomía de uterosacros, procedimiento que produjo un promedio de 11 meses de alivio total en 88%, y de alivio parcial en 12%. Los efectos secundarios producidos por ambos procedimientos no fueron comparativamente significativos. En relación a las complicaciones asociadas a los procedimientos, se produjo lesión de un vaso al realizar la ablación de uterosacros, produciendo un sangrado de aproximadamente 200 cc., el cual fue controlado con energía bipolar. La paciente fue reintervenida en otra institución, por referir dolor



abdominal importante, sin embargo se descartó la presencia de un hematoma como causante de la sintomatología.

**CONCLUSIONES:** La neurectomía presacra es un procedimiento efectivo para la dismenorrea severa asociada a endometriosis, obteniendo un alivio total del dolor con duración de mas de cuatro años. Mientras que con LUNA se logra una alivio temporal de aproximadamente 11 meses, observando una reaparición e incremento de la intensidad del dolor después de este periodo. Se observo un alivio adicional importante en las pacientes que recibieron ademas goserelina.

Estos resultados son preliminares.

## **DIAGNÓSTICO RADIOLÓGICO EN LA ENFERMEDAD POR REFLUJO EN PEDIATRÍA**

César A. Marrufo García, Departamento de Medicina Interna, HSJ-Tec de Monterrey; Everardo Fernández Rangel, Departamento de Medicina Interna, HSJ-Tec de Monterrey; Luis A. Morales Garza, Servicio de Gastroenterología, HSJ-Tec de Monterrey.

En la población pediátrica, la prevalencia de enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) varía entre el 8 y el 18%. Los estudios de imagen con contraste son una herramienta diagnóstica útil en este grupo de pacientes para detectar reflujo gastroesofágico (RGE) y demostrar anomalías anatómicas, y son recomendados antes de iniciar agentes procinéticos o hacer consideraciones quirúrgicas. La gamagrafía tiene mayor utilidad en la detección de aspiración pulmonar y retardo en el aclaramiento esofágico y vaciamiento gástrico. El objetivo es determinar la utilidad de la gamagrafía y el cine-esófagograma para el diagnóstico de ERGE en la población pediátrica de nuestro hospital. No se encontró correlación entre el grado de reflujo y los síntomas. En 6 casos se identificó retardo del aclaramiento esofágico y en 3 retardo del vaciamiento gástrico. Los síntomas relacionados a esofagitis fueron la causa más frecuente de estudio. De acuerdo a la literatura, el aclaramiento esofágico retardado es sugerente de trastorno motor primario o secundario a esofagitis, y en nuestros pacientes, aquellos que presentaron retardo en el aclaramiento, tuvieron un grado mayor de reflujo con episodios en mayor número.

## **LA ENDOSCOPIA E HISTOPATOLGIA EN ENFERMEDAD POR REFLUJO EN EL PACIENTE PEDIATRICO**

César A. Marrufo García, Departamento de Medicina Interna, HSJ-Tec de Monterrey; Everardo Fernández Rangel, Departamento de Medicina Interna, HSJ-Tec de Monterrey; Luis A. Morales Garza, Servicio de Gastroenterología, HSJ-Tec de Monterrey.

La prevalencia de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) en el niño es del 8 %. Ésta es diferente a la del adulto, sobre todo en los menores de 1 año, ya que presentan síntomas poco específicos y desde el punto de vista endoscópico es poco frecuente la presencia de esofagitis erosiva. Hasta el 40% de los pacientes con ERGE tienen una endoscopia normal por lo que el diagnóstico se realiza con phmetría o biopsia del esófago. Buscamos establecer la sensibilidad y especificidad de la endoscopia y la biopsia del esófago para el diagnóstico de ERGE en nuestra población pediátrica. El motivo del estudio más frecuente fue por síntomas asociados a esofagitis, seguido de regurgitaciones y faríngeos. Al comparar al estudio endoscópico contra la biopsia, mostró una baja sensibilidad y especificidad del procedimiento en nuestro medio, por lo que se justifica la realización de biopsias esofágicas aún en los casos donde visualmente no se evidencie la presencia de esofagitis.

**Área: Medicina y Biotecnología**  
**Coordinador de área: Dr. José Rafael Borbolla**  
**Escoboza**

**Avances en biotecnología y medicina clínica II**  
**Coordinadora de mesa: Ing. Martha Alejandra Morgado Munguía**

## Diferencias de Presión Intraocular Entre Dos Abordajes Distintos para Facoemulsificación

Dr. Med. Alfredo Piñeyro-Garza; Dr. René A. Cervantes-Castañeda; Dr. José Rafael Borbolla-Escoboza; Dr. Jesús S. Vidaurri Leal

*Propósito:* Comparar la diferencia de presión intraocular a los 3 meses, entre un abordaje por túnel esclerocorneal y cornea clara después de facoemulsificación.

*Pacientes y Métodos:* Se seleccionaron los pacientes operados por facoemulsificación desde Junio 1998 al Junio 2000. Se midieron presión basal, 24 hrs, 1 semana, 1 y 3 meses. Los pacientes fueron operados por el mismo cirujano y con el mismo equipo de facoemulsificación.

*Resultados:* 54 pacientes, a 32 de túnel esclerocorneal y a 22 de incisión por cornea clara. Se comparó la diferencia de presión intraocular basal con la presión intraocular a los tres meses. La presión intraocular basal media fue  $15.28 \pm 3.13$  mmhg (rango de 10 - 23 mmhg) grupo de túnel esclerocorneal y de  $14.27 \pm 2.71$  mmhg (rango 8-18 mmhg) en cornea clara. A los 3 meses la presión intraocular media fue  $13.87 \pm 3.66$  mmhg (rango 8 - 26 mmhg) en túnel esclerocorneal y  $13.50 \pm 3.62$  mmhg (rango 6 - 20 mmhg) en cornea clara.

*Conclusión:* En ambos grupos la presión intraocular a los 3 meses en comparación a la basal disminuyó, pero en los pacientes con el túnel esclerocorneal se obtuvo una disminución mayor ( $p < 0.054$ ).

Dr. Med. Alfredo Piñeyro-Garza. Profesor de cátedra del curso de especialidad en oftalmología, EGRAM, DCS, ITESM. Email: alfredopineyro@hotmail.com

Dr. René A. Cervantes-Castañeda, R3 especialidad en oftalmología, EGRAM, DCS, ITESM. Email: reneoft@hotmail.com

Dr. José Rafael Borbolla-Escoboza, Dirección asociada de investigación asociada, Escuela de Graduados, DCS, ITESM, campus Monterrey. borbolla@itesm.mx

Dr. Jesús S. Vidaurri Leal. Profesor de cátedra del curso de especialidad en oftalmología, EGRAM, DCS, ITESM. jviadurri@infosel.net.mx

**Introducción:**

Desde hace tiempo es conocida la relación entre la cirugía de catarata y la reducción postoperatoria de la presión intraocular<sup>1-3</sup>. Esto podría ser explicado al menos parcialmente por un aumento en la profundidad de la cámara anterior, evidenciándose con esto el efecto que podría tener sobre el trabéculo, una cámara estrecha<sup>4,5,6</sup> (como en el glaucoma primario de ángulo cerrado). Pero aún en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto se ha visto que existe reducción de las cifras de presión intraocular<sup>7</sup>. En el presente estudio se buscó la relación que pudiese existir entre los diferentes abordajes quirúrgicos para facoemulsificación y los niveles de presión intraocular post operatorios.

**Métodos:**

Se realizó un estudio retrospectivo de los pacientes intervenidos electivamente de cirugía de catarata por medio de facoemulsificación con colocación de lente intraocular en el Centro de Oftalmología San José y el Hospital San José TEC de Monterrey durante los años 1998 – 2000. Se excluyeron aquellos pacientes en los que hubo alguna complicación transquirúrgica, tenían alguna cirugía ocular previa y enfermedad de base ocular con tratamiento crónico. Los pacientes fueron operados por el mismo cirujano con el mismo equipo quirúrgico.

La presión intraocular se tomó usando tonometría de aplanación (Goldmann). Se dividieron los pacientes a los cuales se les practicó abordaje por túnel esclerocorneal o cornea clara. Se tomaron en cuenta las siguientes variables: edad, sexo, ojo involucrado, presiones basales y postoperatorias a las 24 hrs, 1 semana, 3 semanas y 3 meses. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Fisher exacta.

**Resultados:**

Se obtuvieron un total de 54 procedimientos, 22 hombres y 32 mujeres. El promedio de edad fue de  $66.15 \pm 11.89$  años (rango de 35-85 años) de los cuales 32 corresponden al abordaje por túnel esclerocorneal y 22 por cornea clara. No

existieron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos cuando estos se compararon como se muestra en la tabla 1.

La presión intraocular basal media fue de  $15.28 \pm 3.13$  mmhg (rango de 10 – 23 mmhg) en el grupo de túnel esclerocorneal y de  $14.27 \pm 2.71$  mmhg (rango 8-18 mmhg) en el abordaje por cornea clara.

La presión intraocular a las 24 hrs tuvo una media de  $16.22 \pm 6.62$  mmhg (rango 1-32 mmhg) en el grupo de túnel esclerocorneal, y de  $13.13 \pm 5.28$  mmhg (rango 1-22 mmhg) en el abordaje por cornea clara.

La presión intraocular a los 7 días tuvo una media de  $14.15 \pm 4.17$  mmhg (rango 10 - 29 mmhg) en el grupo de túnel esclerocorneal y de  $12.33 \pm 4.59$  mmhg (rango 1 - 22 mmhg) en el abordaje por cornea clara.

La presión intraocular a los 30 días tuvo una media de  $13.17 \pm 3.08$  mmhg (rango 6 - 18 mmhg) en el grupo de túnel esclerocorneal y de  $14.11 \pm 4.28$  mmhg (rango 6 - 22 mmhg) en el abordaje por cornea clara.

La presión intraocular a los 3 meses tuvo una media de  $13.87 \pm 3.66$  mmhg (rango 8 - 26 mmhg) en el grupo de túnel esclerocorneal y de  $13.50 \pm 3.62$  mmhg (rango 6 - 20 mmhg) en el abordaje por cornea clara.

En la tabla 2 se muestra el resumen de presiones.

En la grafica 1 se muestra la distribución de las presiones tomando como referencia la presión basal.

### **Discusión:**

En ambos grupos hubo una disminución significativa de la presión intraocular a los tres meses con respecto a la presión intraocular basal como fue demostrado en estudios realizados con anterioridad<sup>8-18</sup>. En el estudio actual encontramos una reducción aún mayor en los pacientes en cuyo abordaje se realizó mediante un túnel esclerocorneal.

Una probable explicación para esto sería que, el realizando el túnel podríamos estar en cierta forma manipulando la malla trabecular en una forma similar a la que se realizaría en una trabeculotomía, explicando de esta manera el que haya una menor

disminución de la presión con este abordaje, comparado con el abordaje por cornea clara.

En base a los resultados del presente estudio, sería interesante valorar la posibilidad de un estudio aleatorio, prospectivo y controlado para considerar este abordaje en pacientes en quienes se busque además de remover la catarata, disminuir la presión intraocular.



## REFERENCIAS

1. Link S, Haring G, Hedderich J. "Effect of phacoemulsification and posterior chamber lens implantation on intraocular pressure in patients with and without open-angle glaucoma". *Ophthalmologie* 2000 Jun;97(6):402-6
2. Matsumura M, Mizoguchi T, Kuroda S, Terauchi H, Nagata M. "Intraocular pressure decrease after phacoemulsification-aspiration+ intraocular lens implantation in primary open angle glaucoma eyes". *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 1996 Nov;100(11):885-9.
3. Jahn CE. "Lowering intraocular pressure by phacoemulsification and posterior chamber lens implantation". *Ophthalmologie* 1995 Aug;92(4):560-3
4. Steuhl KP, Marahrens P, Frohn C, Frohn A. Intraocular pressure and anterior chamber depth before and after extracapsular cataract extraction with posterior chamber lens implantation. *Ophthalmic Surg* 1992 Apr;23(4):233-7.
5. Katski W, Toczolowski J, Klonowski P. Evaluation of the anterior chamber depth and intraocular pressure before and after the operation of cataract in glaucoma patients. *Klin Oczna* 2000;102(1):37-40.
6. Cekic O, Batman C, Totan Y, Emre MI, Zilelioglu O. Changes in anterior chamber depth and intraocular pressure after phacoemulsification and posterior chamber intraocular lens implantation. *Ophthalmic Surg Lasers* 1998 Aug;29(8):639-42
7. Kim DD, Doyle JW, Smith MF. Intraocular pressure reduction following phacoemulsification cataract extraction with posterior chamber lens implantation in glaucoma patients. *Ophthalmic Surg Lasers* 1999 Jan;30(1):37-40.
8. Manoj B, Chako D, Khan MY. Effect of extracapsular cataract extraction and phacoemulsification performed after trabeculectomy on intraocular pressure. *J Cataract Refract Surg* 2000 Jan;26(1):75-8.
9. Hansen MH, Gyldenkerne GJ, Otland NW, Corydon L, Naeser K. Intraocular pressure seven years after extracapsular cataract extraction and

- sulcus implantation of a posterior chamber intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 1995 Nov;21(6):676-8.
10. Wishart PK, Atkinson PL. Extracapsular cataract extraction and posterior chamber lens implantation in patients with primary chronic angle-closure glaucoma: effect on intraocular pressure control. *Eye* 1989;3 ( Pt 6):706-12.
  11. Hansen TE, Naeser K, Nilsen NE. Intraocular pressure 2 1/2 years after extracapsular cataract extraction and sulcus implantation of posterior chamber intraocular lens. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1991 Apr;69(2):225-8.
  12. Cinotti DJ, Fiore PM, Maltzman BA, Constad WH, Cinotti AA. Control of intraocular pressure in glaucomatous eyes after extracapsular cataract extraction with intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 1988 Nov;14(6):650-3.
  13. Hansen TE, Naeser K, Rask KL. A prospective study of intraocular pressure four months after extracapsular cataract extraction with implantation of posterior chamber lenses. *J Cataract Refract Surg* 1987 Jan;13(1):35-8.
  14. Kooner KS, Dulaney DD, Zimmerman TJ. Intraocular pressure following extracapsular cataract extraction and posterior chamber intraocular lens implantation. *Ophthalmic Surg* 1988 Jul;19(7):471-4.
  15. Greve EL. Primary angle closure glaucoma: extracapsular cataract extraction or filtering procedure? *Int Ophthalmol* 1988;12(3):157-62.
  16. Calissendorff BM, Hamberg-Nystrom H. Pressure control in glaucoma patients after cataract surgery with intraocular lens. *Eur J Ophthalmol* 1992 Oct-Dec;2(4):163-8.
  17. Calissendorff BM, Hamberg-Nystrom H. Intraocular pressure after extracapsular cataract extraction with implantation of posterior chamber lenses. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1993 Jun;71(3):377-81
  18. Merkur A, Damji KF, Mintsoulis G, Hodge WG. Intraocular pressure decrease after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2001 Apr;27(4):528-32.

**Tabla 1. Características de los pacientes**

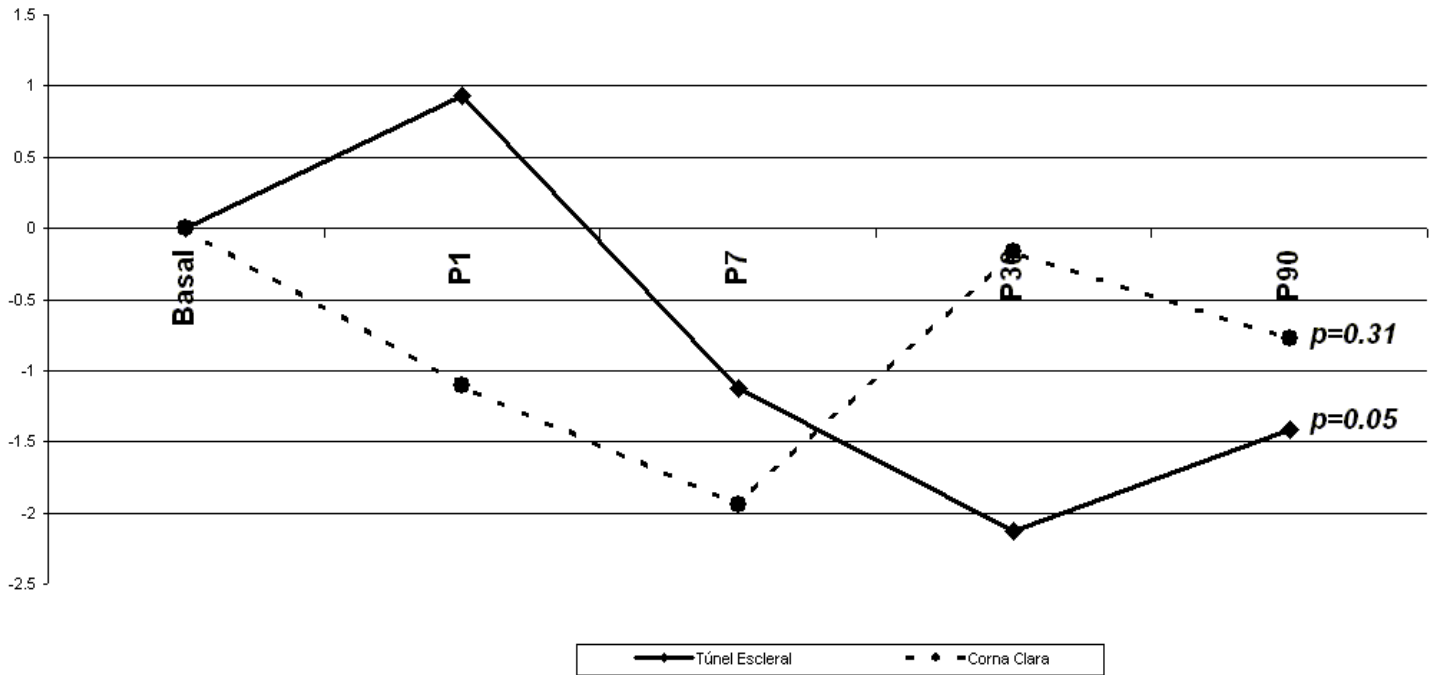
Características	Tipo de Abordaje		P
	<i>Esclerocorneal</i> (N = 32)	<i>Cornea Clara</i> (N = 22)	
Edad (años)			
Media (DS)	66.80(10.25)	65.67(14.16)	0.27
Sexo			
Masculino	15	7	0.18
Femenino	17	15	

DS: Desviación Estándar

**Tabla 2. Presiones**

	Tipo de Abordaje	
	<i>Esclerocorneal</i> (N = 32)	<i>Cornea Clara</i> (N = 22)
	<i>presión intraocular DS (Rango)</i>	<i>presión intraocular DS (Rango)</i>
Basal	15.28 ± 3.13 mmhg (10 - 23)	14.27 ± 2.71 mmhg (8-18)
24 hrs	16.22 ± 6.62 mmhg (1-32)	13.13 ± 5.28 mmhg (1-22)
1 Semana	17 ± 3.08 mmhg (6 - 18)	12.33 ± 4.59 mmhg (1 - 22)
1 mes	13.17 ± 3.08 mmhg (6 - 18)	14.11 ± 4.28 mmhg (6 - 22)
3 meses	13.87 ± 3.66 mmhg (8 - 26)	13.50 ± 3.62 mmhg (6 – 20)

Variación de las presiones intraoculares  
Entre dos tipos de cirugía de cataratas



# Eficacia Terapéutica de la Lodoxamida al 0.1% en Pacientes con Queratoconjuntivitis Límbica Superior de Theodore

## **AUTORES Y GRADOS:**

Dr. Alejandro Rodríguez-García,  
Profesor de Postgrado en Inmunología Ocular en el HSJ-Tec de Monterrey.  
Institución: Hospital San José-Tec de Monterrey  
Correo electrónico: centrooptico @att.net.mx  
Dirección de correo: Av. Universidad No. 574-102, Col los Maestros.  
Saltillo, Coahuila México.  
CP 25260  
Tel oficina. (833) 415-7798  
Fax: (844) 416-880

Yolanda Macías-Rodríguez.  
Residente de Oftalmología del HSJ-TEC de Monterrey  
Institución: Hospital San José-Tec de Monterrey.  
Correo electrónico: yomacias @hotmail.com  
Dirección de correo: Cabo Trafalgar No. 3609 Col Rincón de la Primavera.  
Monterrey, Nuevo León México.  
CP 64834  
Tel: (81) 83493598

## **DEPARTAMENTOS PARTICIPANTES:**

Departamento de Oftalmología. Servicio de Inmunología y Uveitis.  
Hospital San José Tec de Monterrey, Campus Monterrey  
Av. Morones Prieto No. 3000. Monterrey, N.L., Mexico.

Centro de Oftalmología Universidad.  
Av. Universidad No. 574-102, Col los Maestros.  
Saltillo, Coahuila México.  
CP 25260

Instituto de Oftalmología, S.C.  
Rio San Juan 103, Col. Miravalle. Monterrey N.L. México  
64660.

Resumen.

## **Eficacia Terapéutica de la Lodoxamida 0.1% en la Queratoconjuntivitis Límica Superior de Theodore.**

---

**Propósito.** : Estudiar la eficacia y la seguridad terapéutica de la Lodoxamida trometamina 0.1% en la queratoconjuntivitis límbica superior.

**Materiales y Métodos:** 28 ojos de 14 pacientes con queratoconjuntivitis límbica superior recibieron tratamiento con lodoxamida 0.1% cada 12 hrs hasta controlar la inflamación. Durante el estudio se registró: tiempo transcurrido para controlar la inflamación, número de recaídas e inducción de remisión. Se valoró la severidad de la enfermedad a través de un puntaje específico para queratoconjuntivitis límbica superior.

**Resultados.** 26 (93%) ojos se controlaron en un tiempo promedio de 2 meses. Recaídas: 6 (23%) ojos que se controlaron de manera similar, presentándose después de un año promedio de control. 19 (67%) ojos alcanzaron remisión.

**Conclusiones.** La lodoxamida representa una excelente alternativa terapéutica en el tratamiento de Queratoconjuntivitis Límica Superior mostrando un alto nivel de tolerancia y un excelente margen de seguridad.

**Palabras clave:** Lodoxamida; Queratoconjuntivitis Límica Superior

## **Efficacy of Lodoxamide 0.1% in the Treatment of Superior Limbic Keratoconjunctivitis of Theodore.**

---

**Purpose.** To determine the efficacy and safety of Lodoxamide 0.1% in the treatment of superior limbic keratoconjunctivitis.

**Methods.** 28 eyes of 14 patients with active superior limbic keratoconjunctivitis were treated with lodoxamide 0.1% twice a day until they reached control of inflammation. Therapeutic efficacy was measured by number of patients that achieved control of inflammation; the time taken to complete control of inflammation; number of disease relapses while on therapy; induction of remission. Eyes with superior limbic keratoconjunctivitis were divided according to disease activity in mild, moderate and severe.

**Results.** 26(93%) eyes were controlled of inflammation in a mean time of two months. 6 relapses occurred after one year control. 19(67%) eyes achieved complete remission.

**Conclusion.** Lodoxamide 0.1% is an efficacious therapeutic alternative for the treatment of Superior Límica Keratoconjunctivitis. It showed its safety and good tolerability.

**Key Words:** Lodoxamide ; Superior limbic keratoconjunctivitis ;

---

### INTRODUCCION

La queratoconjuntivitis límbica superior (QLS) de Theodore es una enfermedad inflamatoria crónica y recurrente de la conjuntiva tarsal, bulbar y limbal superior que responde a distintos tipos de tratamiento sin conocerse a fondo su fisiopatología (1) A través de ésta investigación se propone conocer la eficacia, torelancia y margen de

seguridad del tratamiento con lodoxamida trometamina 0.1% 2 veces al día, en pacientes con dicho desorden.

La queratoconjuntivitis límbica superior está caracterizada por una reacción papilar tarsal, engrosamiento y pliegamiento de la conjuntiva bulbar superior, proliferación de células epiteliales límbicas superiores y tinción puntiforme (con rosa de bengala) con presencia de filamentos adyacentes al limbo corneal superior.(1)

Esta enfermedad ocurre predominantemente en mujeres de 30 a 55 años con síntomas oculares persistentes.(1) A pesar de que la queratoconjuntivitis límbica superior ha sido reconocida como un problema relativamente común desde que fue por primera vez descrita por Theodore en 1963, (2) la causa exacta aún no se conoce. Se han propuesto varios mecanismos patogénicos de la dentro de los cuales destacan: la teoría mecánica de microtrauma, (3) la alérgica o mediada por mastocitos (4), desorden autoinmune (5) asociación con ojo seco por producción anómala de lágrima (6) o retracción palpebral con posible disfunción tiroidea (7) y deficiencia de vitamina A (8).

Hasta la actualidad se han empleado múltiples tratamientos, incluyendo: la aplicación tópica de solución de nitrato de plata, (9) resección de la conjuntiva bulbar superior (10) parches de presión con uso de lente de contacto blando (11), termocauterización (12) oclusión de puntos lagrimales (13) uso de vitamina A (8) y uso de suero autólogo (6). Existen reportes de tratamiento usando cromoglicato de sodio (14) y un reporte de tres casos en el que se utilizó lodoxamida trometamina 0.1% con buen éxito (4).

En este estudio evaluamos la eficacia y la seguridad terapéutica de la Lodoxamida trometamina 0.1% en la queratoconjuntivitis límbica superior, así como su tolerabilidad por parte del paciente.

## **PACIENTES Y METODOS**

Se diagnosticó QLS en 19 pacientes en el periodo de Julio de 1997 a Enero del 2002, de los cuales sólo 14 (73.6%) pacientes fueron incluídos en el estudio, ya que el resto presentó poca disponibilidad para acudir a sus citas y seguir el tratamiento. Se trataron 28 ojos de 14 pacientes con QLS, 13 (93%) pacientes fueron mujeres y un hombre, cuyas edades oscilaban entre los 19 y 68 años (promedio 45.64 años). Algunos tratamientos previos incluyeron lágrimas artificiales. Las enfermedades sistémicas asociadas fueron: hipertiroidismo en 2 (14.3%) pacientes, hipotiroidismo en 4 (28.57%)



pacientes, desordenes inmunes en 4 pacientes: artritis reumatoide en 4 (28.57%) pacientes, Síndrome de Sjörge en 2 (14.3%) pacientes, entre otros, y 7 (50%) pacientes no presentaron asociación alguna a enfermedades sistémicas.

Enfermedades oculares concomitantes encontradas: 7 (50%) pacientes con queratoconjuntivitis sicca, 2(14.3%) pacientes con blefaritis crónica, 2(14.3%) pacientes con alergia ocular y 1 paciente (7.1%) con rosacea . (Tabla 1.)

### **Examinación de la superficie ocular.**

#### **Examinación en lámpara de hendidura y determinación de la severidad de la QLS:**

Los pacientes fueron valorados en cada cita por un mismo examinador (ARG) con una lámpara de hendidura Topcon SL-7, empleando tinción con fluoresceína líquida. (Fluoresceína de Sodio (0.25%) e Hidroclorido de Benoxinato (0.4%) en solución oftálmica estéril. Clorambutanol (1%) como preservativo. De Akorn Inc. Buffalo Grove IL 60089.)

Rosa de bengala.

Anestésico tópico. Tetracaína 1 gota.

La severidad de la enfermedad se clasificó en leve, moderada y severa tomándose como parámetros la afección a la conjuntiva bulbar superior y el grado de epiteliopatía en limbo corneal superior. La sintomatología no fue incluida como parámetro evaluatorio del grado de severidad debido a la subjetividad de la misma. Se utilizaron como referencia los criterios descritos por Ohashi (7), modificados por nosotros, y se valoró de la siguiente manera:

Primero se les dió una puntuación de 0 a III en grados (cruces) a los siguientes parámetros (ver tabla 2):

Afección conjuntival limbal superior.

Epiteliopatía en limbo superior

En base a la puntuación se determinó la severidad:

Severa: Cuando se encontraba la presencia de un puntaje de 3 en alguno o los dos parámetros.

Moderada: Cuando se encontraba la presencia de un puntaje de 2 en alguno o los dos parámetros.

Leve: Cuando se encontraba la presencia de un puntaje de 1 en alguno o los dos parámetros

Ausencia: Cuando no se encontraron ninguno de los parámetros de puntuación

### **Disminución de los síntomas:**

Se tomó como medida la disminución o la desaparición en los siguientes síntomas: ardor, sensación de cuerpo extraño, fotofobia, resequead, parpadeo excesivo.

### **Determinación de tolerancia y seguridad:**

En cada cita se registró la tolerancia de los pacientes hacia el alomide y cualquier efecto secundario posiblemente asociado a el tratamiento fue consignado.

### **Estado de actividad de la enfermedad:**

Enfermedad activa: La enfermedad muestra los signos clásicos de QLS, con síntomas. Se puede determinar su severidad.

Control de la enfermedad: Se describe como una mejoría importante de la enfermedad tanto clínica como sintomatológicamente, en la que aun hay evidencia de la misma, pero ésta es mínima. Usualmente en tratamiento con Alomide bid.

Remisión de la enfermedad: Se describe como la ausencia de signos y síntomas relacionados con la enfermedad.

Recaída: Se refiere a la aparición de signos y síntomas después de un período de control.

### **Esquema de Tratamiento:**

De acuerdo a severidad el tratamiento inicial fue como se indica:

QLS moderada-severa: Lodoxamida 0.1%. Una gota cada 12 hrs. Acetato de Fluorometolona 1 gota cada 6 hrs por 10-14 días.

QLS Leve: Lodoxamida 0.1%. Una gota cada 12 hrs. Lubricante en ocasión necesaria.

QLS en control: Lodoxamida 0.1% cada 12 hrs. Lubricante en ocasión necesaria. Al cumplir el tercer mes de tratamiento con un buen control se suspendió la Lodoxamida. Si tenía actividad mínima se dejó indefinidamente.

QLS en Remisión : No recibía tratamiento o sólo lubricante.

Recaída: Se inicia el tratamiento ya descrito, según la severidad en la que se encuentre la recaída.

### **Tiempos evaluados y fechas de citas:**

Una vez iniciado el tratamiento el paciente fue citado entre la tercera y sexta semana de tratamiento. Posteriormente, ya logrado un control o remisión las citas se realizan cada 6 semanas.

En caso de que el paciente sufre una recaída se volvió a realizar valoración y se reinició el tratamiento.

Tiempo para lograr control inflamatorio: Tiempo que tardó el tratamiento en conseguir un control de la enfermedad desde el inicio del tratamiento.

Tiempo en control. Tiempo que el paciente estuvo bajo control (vigilancia mínima 3 meses)

Tiempo para lograr remisión: Es el tiempo que tardó el tratamiento en conseguir una remisión de la enfermedad desde el primer día que se da tratamiento

Tiempo en remisión: tiempo en el que el paciente estuvo en remisión (seguimiento mínimo 1 mes).

### **Análisis demográfico**

2

Se aplicó el análisis exacto de Fisher y el de Xi cuadrada para determinar si existía alguna relación entre el grado de severidad y las características demográficas de nuestra población, como lo era edad, enfermedades sistémicas y enfermedades oculares.

### **Tolerancia y seguridad del tratamiento.**

Durante cada consulta fue registrado la tolerancia del tratamiento, así como posibles efectos secundarios causados por el medicamento.

## **RESULTADOS**

### **Examinación de la superficie ocular.**

En cuanto al puntaje de grado inflamatorio, una total de 12 (42.85%) ojos presentaron una qls severa, mientras que 11 (39.28%) ojos presentaron una forma moderada y sólo 5 (17.85%) ojos una forma leve.

### **Disminución de los síntomas:**

Un total de 26 (93%) ojos presentaron reducción de la sintomatología al mantener tratamiento con lodoxamida y sólo dos ojos con forma severa no tuvieron mejoría significativa.

### **Estado de actividad de la enfermedad:**

Se observó que durante la realización del estudio 26 ojos de 28 (93%) alcanzaron un control absoluto de la enfermedad, y que sólo 2 ojos con forma severa no lograron un control adecuado. Con respecto a la remisión, ésta se logró en 19 (67%) de los ojos tratados. De los ojos que se encontraban bajo control, 6 (23%) sufrieron una recaída, de éstos 3 ojos estaban en remisión. Estos ojos se volvieron a controlar una vez reiniciado el tratamiento. Gráfico 2.

### **Tiempos evaluados y fechas de citas:**

Todos pacientes tuvieron un seguimiento mínimo de 3 meses con un promedio de 13 meses (rango 3-41 meses)

El Tiempo promedio para lograr control absoluto del proceso inflamatorio fue de 2.2 meses (rango 0.62- 6 meses).

Tiempo promedio en control. Tiempo promedio en que los pacientes permanecieron en control fue de 13.8 meses ( rango 3- 41 meses)

Tiempo promedio para lograr remisión: Los 19 ojos que alcanzaron remisión tardaron 3.55 meses en promedio para lograrlo ( rango 0.62 – 13 meses)

Tiempo promedio en remisión: tiempo en el que el paciente estuvo en remisión 17 meses (rango 2 - 41meses)

Los dos casos que no respondieron al tratamiento, no presentaron mejoría alguna a los dos meses de utilizar el tratamiento. Ambos casos presentaron una forma severa requiriendo resección conjuntival y cauterización con buen resultado.

### **Análisis demográfico**

Con el análisis exacto de Fisher y el de Ji cuadrada se determinó que sí existía relación estadísticamente significativa entre la edad del paciente y la severidad de la enfermedad, mientras que no se encontró asociación alguna comparando severidad con enfermedades oculares o sistémicas asociadas. Tabla 3.

### **Tolerancia y seguridad del tratamiento.**

Todos los pacientes toleraron sin ningún inconveniente el tratamiento con lodoxamida 0.1%. Un paciente reportó náusea durante un período de tiempo que usó el tratamiento, sin embargo éste mismo usó el tratamiento en otra ocasión y ya no se presentaron estos síntomas.

## **DISCUSION.**

Las características demográficas de nuestra población de pacientes que presentan QLS: edad, sexo, enfermedad tiroidea, ojo seco, enfermedades sistémicas y oculares, son

similares a las descritas en la literatura. Es importante tener en cuenta la edad del paciente ya que ésta sí se relaciona con el grado de severidad en que se presenta la QLS.

Al observar las gráficas 3 y 4 que relacionan tiempo con el control de la enfermedad y su severidad se observa que:

Sin importar el grado de severidad el 80% de los pacientes alcanzaron control de la enfermedad para los 2.2 meses de tratamiento y la remisión a los 3.2 meses, mientras que el otro 20% presentaron mejoría alcanzando control hasta unos meses después. Un hecho a destacar fue que una vez alcanzado el control o remisión de la inflamación los pacientes permanecen meses o años en este estado.

La lodoxamida 0.1% alcanzó una eficacia terapéutica del 100% en pacientes con QLS leve-moderada y hasta de un 83% en los casos severos. Esta capacidad terapéutica de la lodoxamida se vió también reflejada con la inducción de remisión de la QLS, la cual fue de un 50% para casos severos, 72% para casos moderados y 100% para leves.

Aunque desconocemos el mecanismo etiopatogénico que impera en la QLS de Theodore, el hecho de que ésta población de pacientes haya tenido una respuesta terapéutica tan favorable a la lodoxamida 0.1%, nos hace pensar en la posibilidad de que en esta enfermedad existe algún tipo de mecanismo de hipersensibilidad relacionada con mastocitos y/o eosinófilos o que quizás por otro lado, la lodoxamida tenga otros efectos moduladores anti inflamatorios que actuen en la fisiopatología de la QLS y que aun no conocemos.

## **CONCLUSIONES**

El presente estudio demuestra que la lodoxamida 0.1% es un tratamiento altamente eficaz en el control de la QLS, y puede ser usada como una alternativa en el tratamiento de QLS. Además de ser un tratamiento accesible, de fácil seguimiento por parte de los pacientes, no doloroso, no invasivo ni quirúrgico.

Podríamos sugerir que todo paciente que presente QLS, podría iniciar con un esquema de tratamiento a base de lodoxamida 0.1% cada 12 hrs por al menos 6 semanas, tiempo en el que muy probablemente se presente un control de la enfermedad, incluso la inducción de remisión. Hay que recordar que un 20% de los pacientes que iniciaron tratamiento pueden presentar mejoría de la enfermedad y tardar un poco más de 6 semanas para lograr el control.

## **REFERENCIAS:**

1. Nelson JD: Superior limbic keratoconjunctivitis, Eye 3:180-189,1989.
2. Theodore FH.: Superior limbic keratoconjunctivitis. Eye Ear Nose Throat Monthly 1963; 42:25-28.

3. Cher I.: Superior limbic keratoconjunctivitis: multifactorial mechanical pathogenesis 2000;28:181-184
4. Grutzmacher RD, Foster S, Feiler LS: Lodoxamide tromethamine treatment for superior limbic keratoconjunctivitis. Am. J. Ophthalmol 1995;120:400-401.
5. Eiferman RA, Wilkins EL [ Immunological aspects of superior limbic keratoconjunctivitis, Can J Ophthalmol 14:85-87, 1979
6. Goto E, Shigeto S, Shimazaki J, Tsubota K.: Treatment of Superior Limbic Keratoconjunctivitis by Application of Autologous Serum. Cornea 2001;20(8):807-810.
7. Ostler HB: Superior limbic keratoconjunctivitis. In Smolin G, Thoft RA, editors: The cornea, 296-298 Boston/Toronto, 1987, Little Brown
8. Ohashi Y, Watanabe H., Kinoshita S, Hosotani H, Umemoto M, and Manabe R.: Vitamin A eyedrops for superior limbic keratoconjunctivitis. Am. J. Ophthalmol 1988; 105:523-527
9. Corwin ME.: Superior limbic keratoconjunctivitis. Am. J. Ophthalmol 1968;66:338
10. Donshik TC, Collin HB, Foster CS, Cavanagh HD, Boruchoff SA.: Conjunctival resection treatment and ultrastructural histopathology of superior limbic keratoconjunctivitis. Am. J. Ophthalmol 1978;85:101-110.
11. Mondino BJ, Zaidman GW, Salamon SW. [ Use of pressure patching and soft contact lenses in superior limbic keratoconjunctivitis. Arch. Ophthalmol 1982;100:1932.
12. Udell IJ, Kenyon KR, Sawa M, Dohlman CH.: Treatment of superior limbic keratoconjunctivitis by thermocauterization of the superior bulbar conjunctiva. Ophthalmology 1986,93:162-6
13. Kabat AG.: Lacrimal occlusion therapy for the treatment of superior limbic keratoconjunctivitis. Optom Vis Sci 1998;75:714-718.
14. Confino J, Brown SI: Treatment of superior limbic keratoconjunctivitis with topical cromolyn sodium. Ann Ophthalmol 1987;19:129-31.

Tabla 1. Características Clínicas de los pacientes con Queratoconjunctivitis límbica superior.

No	edad	sexo	enf tiroidea	sistémica	ocular	Severidad	
						OD	OS
1	54	f	si, hipo	hta	blefaritis (2)	severo	severo

2	49	f	no	no	no (2)	moderada	moderada
3	46	f	no	no	qcs (2)	moderada	severa
4	55	f	si hiper	no	qcs(2)	moderada	severa
5	37	f	no	miast AA RF	qcs,(1 )	moderada	severa
6	67	f	si hipo	no	Blefaritis, rosacea (2)	moderada	severa
7	26	f	no	ar,fr,ana	qcs,(2)	severa	severa
8	22	f	no	no	no (2)	leve	leve
9	68	f	no	Ar sjoren	qcs (2)	leve	leve
10	19	m	no	no	no (2)	severa	severa
11	60	f	si hipo	ra-ss sjoren	qcs, filam (2)	severa	severa
12	56	f	no	rinoconjaler	blefaroplastia,sac(2)	moderada	moderada
13	53	f	si hipo	DM	pac,qcs (2)	leve	moderada
14	27	f	si hiper	no	sxerosivcoros (2)	moderada	moderada

Hipo:hipotiroidismo, Hiper:hipertiroidismo, hta:hipertesi3n arterial, miast:miastemia gravis, AA RF, ar,fr, ana: Artritis Reumatoide, DM: Diabetes mellitus, qcs:queratoconjuntivitis sicca, Sac:conjuntivitis estacional, pac: conjuntivitis perene.

Tabla 2 Puntaje del grado de severidad.  
Para la afecci3n a conjuntiva bulbar superior.

Grado	Descripci3n	Apariencia	No. Puntos
-------	-------------	------------	------------

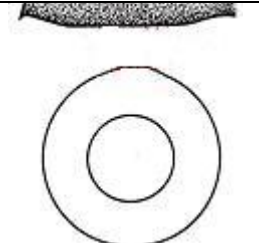
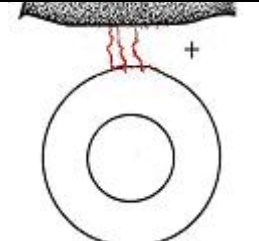
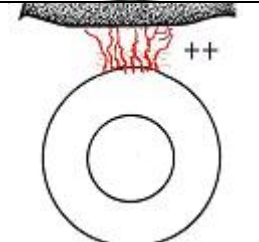
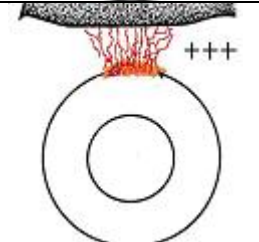
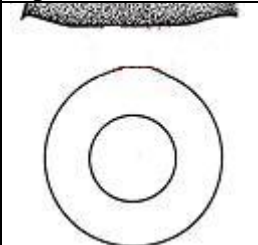
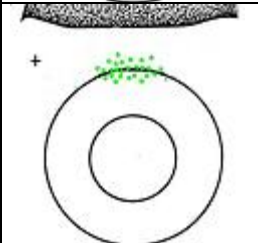
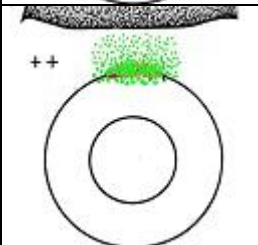
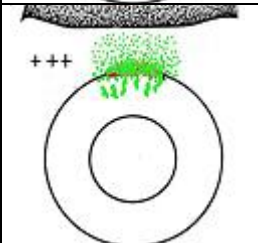
0	Ausencia de signos		0
I	Conjuntiva enrojecida leve		1
II	Conjuntiva enrojecida con edema		2
III	Conjuntiva cabalgada Enrojecimiento de la conjuntiva Edema		3

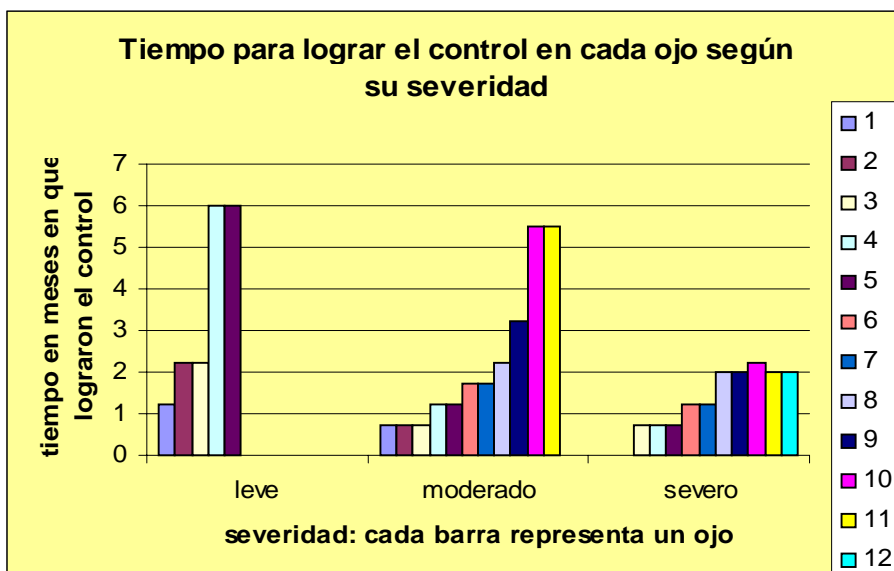
Tabla 2 Puntaje del grado de severidad (continuación)  
Para epitelopatía en limbo superior.

Grado	Descripción	Apariencia	No. Puntos
0	Ausencia de signos		0
I	Tinción discreta con rosa de bengala		1
II	Tinción positiva para rosa de bengala		2
III	Filamentos corneales Tinción positiva para rosa de bengala		3

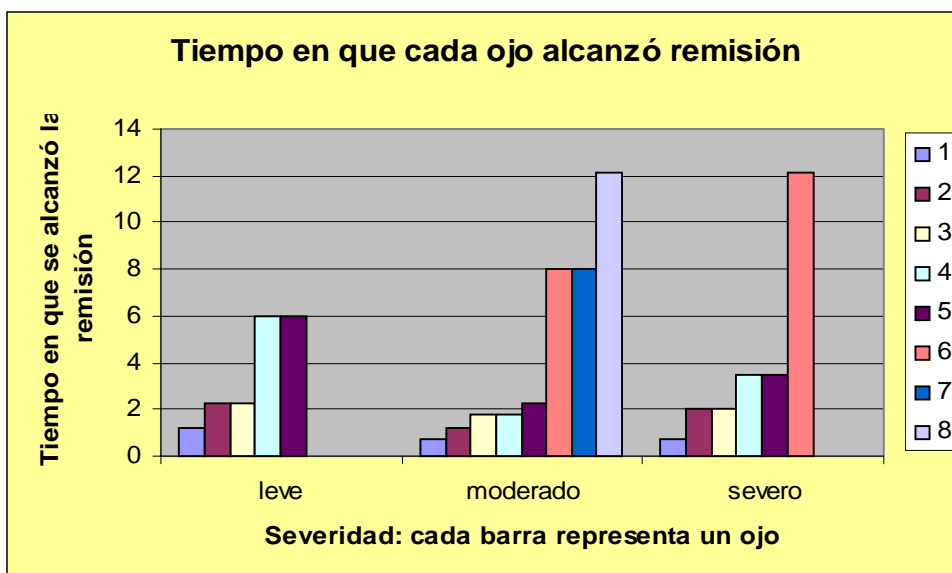
**Tabla 3**  
**Resultados de las pruebas de independencia de los tipos de enfermedad (sistémica, tiroidea, KCS) contra el grado de severidad.**



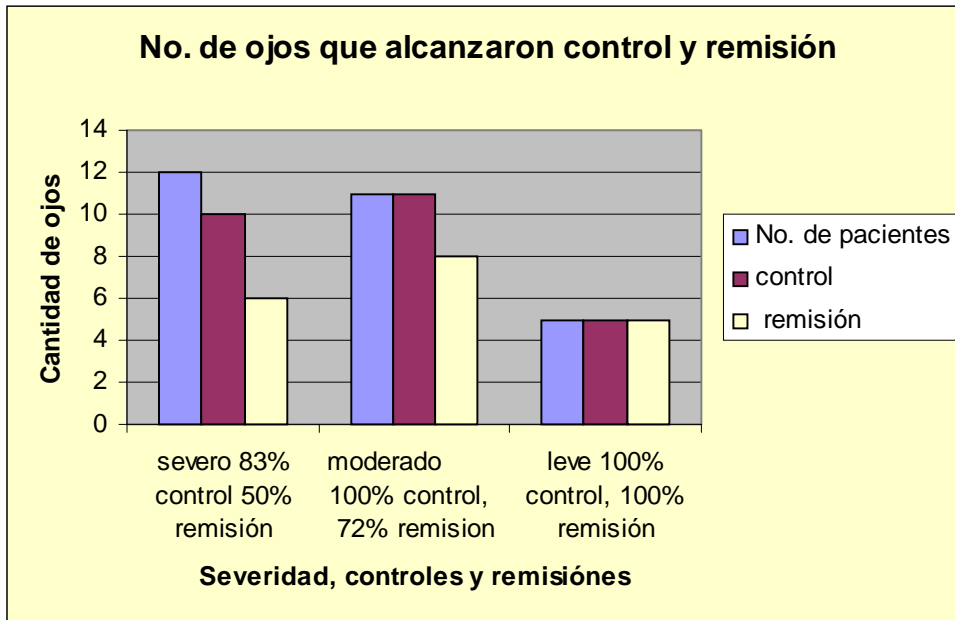
Tipo de Prueba	Prueba	p valor	Interpretación
<b><i>Ji cuadrada</i></b>	Edad y Grado	0.0236	<b>Existe evidencia estadística de que la edad y el grado de severidad estén relacionados.</b>
	Grado y Tiroidea	0.5099	<b>No existe evidencia estadística de que exista relación entre el grado de severidad y la enfermedad tiroidea.</b>
	Grado y Sistémica	0.5088	<b>No existe evidencia estadística de que exista relación entre el grado de severidad y la enfermedad sistémica.</b>
	Grado y Ocular	0.7281	<b>No existe evidencia estadística de que exista relación entre el grado de severidad y la enfermedad ocular.</b>
<b><i>Exacta de Fisher</i></b>	Edad y Grado	0.0236	<b>Existe evidencia estadística de que la edad y el grado de severidad estén relacionados.</b>
	Grado y Tiroidea	0.5432	<b>No existe evidencia estadística de que exista relación entre el grado de severidad y la enfermedad tiroidea.</b>
	Grado y Sistémica	0.6048	<b>No existe evidencia estadística de que exista relación entre el grado de severidad y la enfermedad sistémica.</b>
	Grado y Ocular	0.8282	<b>No existe evidencia estadística de que exista relación entre el grado de severidad y la enfermedad ocular.</b>



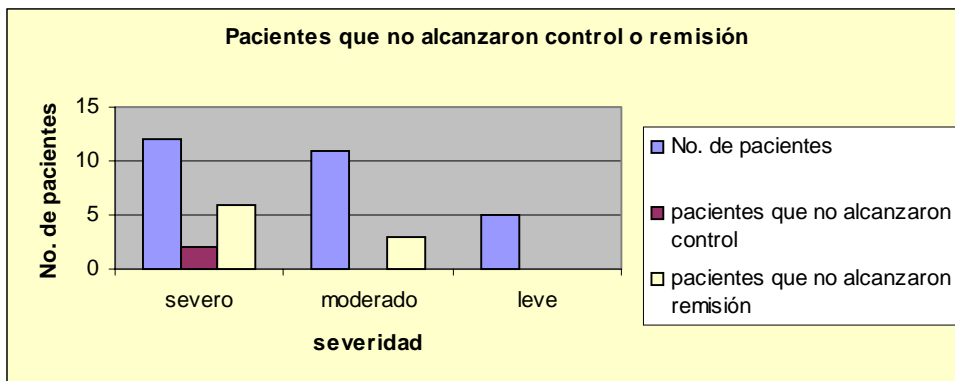
Grafica 3. Esta gráfica muestra la relación que existe entre el tiempo necesario para lograr el control en los pacientes que lo lograron, según el grado de severidad.



Gráfica 4. Esta gráfica muestra la relación que existe entre el tiempo necesario para lograr una remisión en los pacientes que lo lograron, según el grado de severidad



En esta gráfica observamos para cada grado de severidad el porcentaje y número de los ojos que alcanzaron el control y remisión durante nuestro estudio.



## Queratectomía Fotorefractiva en Astigmatismo Miópico.

Dr. Jorge E. Valdez, Dra. Lourdes Moreno, Dr. Raul Suarez, Zenia A. Villarreal A, Hector J. Morales

1

### Resumen:

Este es un reporte del estudio efectuado a 50 ojos con miopía astigmática en donde se llevo a cabo una ablación tórica con el MEL 60 Aesculap-Meditec excimer láser. El propósito de este estudio es el de analizar la eficacia de este método en el tratamiento de pacientes con miopía astigmática comparando aquellos con un componente esférico (miopía) alto (media-9.57 D) contra aquellos con un componente esférico bajo o moderado (media -4.18 D). En ambos grupos el componente cilíndrico fue de -3.55 D y -4.00 D respectivamente. Los pacientes fueron observados por los siguientes 6 meses después de este reporte. En el tercer mes, los pacientes con un componente esférico alto la media disminuyo en un 90% con una disminución del 83% en el componente cilíndrico. En el otro grupo con pacientes de un componente miopico bajo la disminución del componente esférico fue de 124% y el del componente cilíndrico en un 90%. La mejor agudeza visual corregida se mantiene igual o mejor hasta 3 líneas en el 70% de los pacientes en ambos grupos. La haze fue mayor en el grupo con un componente esférico alto. Nuestros hallazgos sugieren que la técnica puede ser segura y efectiva para corregir el astigmatismo miopico. Sin embargo, es necesario un mayor seguimiento para tener una conclusión correcta.

### Introducción

Con los avances en la queratectomía fotorefractiva, la corrección del astigmatismo miopico es ahora posible. En un principio, el astigmatismo era corregido con anteojos y lentes de contacto, aunque la corrección quirúrgica fue propuesta desde el 1869.<sup>1-2</sup>

La llegada del láser trajo consigo el potencial de mejorar la visión en muchos individuos con miopía y astigmatismo <sup>2-7</sup>. Los rayos ultravioleta que el láser emite, ablacionan el estroma superficial modificando así la curvatura de la cornea superficialmente. Este procedimiento, PRK, es seguro, preciso y con buenos resultados.<sup>8-10</sup> Sin embargo, la queratectomia fotorefractiva astigmática se mantiene en controversia y los resultados después de una queratectomia fotorefractiva dependen en la severidad del componente miopico y astigmatico además de la edad del paciente.

Son pocos los estudios que han reportado la corrección de astigmatismo por la queratectomía refractiva (PARK). <sup>9-10</sup> El propósito de este estudio es el de analizar la efectividad del astigmatismo comparando aquellos con un alto componente esférico contra aquellos con un

---

<sup>1</sup> Servicio de Oftalmología HSJ Tec de Monterrey, EGRAM, DCS, Campus Monterrey, ITESM

componente esférico bajo o medio.

### **Materiales y Métodos**

El estudio fue realizado en una manera prospectiva con pacientes del departamento de cornea del Instituto de Oftalmología "Fundación Conde de Valenciana" que presentan astigmatismo miopico. En todos los casos se realizó cirugía fotorefractiva con el láser de excimeros Aesculap Meditec Mel 60. En todos los casos los pacientes fueron examinados oftalmológicamente para descartar cualquier patología diferente al motivo de la cirugía. Se realizó también una valoración topográfica y paquimétrica previa a la cirugía.

Los grupos fueron evaluados al mes, después de dos meses y en el sexto mes posterior a la operación. Los participantes se clasificaron en dos grupos de acuerdo con el grado del componente esférico miopico. El grupo I: representa a los pacientes que poseen un componente miopico alto y el grupo II: que representa a los pacientes con un componente esférico miopico bajo.

### **Resultados**

Los resultados fueron variados dentro de los dos grupos presentados. En el grupo I (componente esférico alto) la media del componente fue de  $-9.57$  D, y el componente cilíndrico fue de  $-3.55$  D. En el grupo II (componente esférico de bajo a moderado) la media del componente esférico y del cilíndrico fue de:  $-4.18$  D. y  $-4.00$  D. respectivamente. (ver tabla 1)

Durante el seguimiento del tercer mes los siguientes resultados fueron obtenidos: en el primer grupo, los pacientes mostraron una disminución del componente esférico en un 90% y de 83% en el componente cilíndrico. En el mismo período de tiempo, en el grupo II: el componente esférico disminuyó el 124% y en un 90% en el componente cilíndrico (ver tabla 2). En ambos de los grupos el BCVA se mantuvo sin cambio alguno o con una mejoría, dependiendo del paciente, por no más de 3 líneas en el 70% de los casos. Hubó una mejora en el haz en ambos grupos pero fue mayor en el primer grupo (grupo I).

### **Discusión**

Hace algunos años, un estudio de esta magnitud era considerado insuficiente para crear conclusiones válidas, y el futuro se veía como una oportunidad para resultados prometedores.<sup>11</sup>

Ahora, es bien sabido que el resultado de la agudeza visual después de la queratectomía fotoastigmática es buena.<sup>12</sup>

Otros investigadores han demostrado que el PRK es tan predecible como la queratotomía radiada en ojos con menos de 6 dioptrías de miopía, pero que es más predecible en la queratotomía radiada para ojos con miopía más alta. La queratectomía fotorefractiva, tiene la ventaja de mantener el ojo sin un daño estructural, y sin variación del foco diurno.

En el intento de probar que la queratectomía fotorefractiva es realmente exitosa en pacientes con astigmatismo miópico, se han realizado muchas investigaciones. En este estudio lo que se intenta analizar, es la diferencia entre los resultados de pacientes con un componente esférico distinto en la queratomía fotorefractiva. Para esto, se usaron dos grupos con diferente media en los componentes miópicos y se realizó la operación. Los resultados fueron observados al pasar tres meses.

En ambos grupos observados, la operación disminuyó exitosamente los componentes esféricos y cilíndricos. Se notaron porcentajes más altos en el segundo grupo. El haz fue más alto en el primer grupo. Con estos resultados obtenidos se puede sugerir que la queratectomía fotorefractiva para astigmatismo miópico es segura y que consiste en un método eficaz para corregir el astigmatismo miópico.

	Componente esférico	Componente cilíndrico
Grupo I	-9.57 D	-3.55 D
Grupo II	-4.18 D	-4.00 D

Tabla 1

	Componente esférico	Componente cilíndrico
Grupo I	90%	83%
Grupo II	123%	90%

Tabla 2



## Referencias:

1. Boreas LD, Myers W, Cwden J. Radial keratotomy: an analysis of the American experience. *Ann Ophthalmol* 1981;13:941-948.
2. Fyodorov SN, Durnev VV. Surgical correction of complicated myopic astigmatism by dissection of circular ligament of cornea. *Ann Ophthalmol* 1981;13:115-118
3. Krasnov, MM.: Photorefractive Keratectomy by excimer laser for correcting myopia and myopic astigmatism. *Vestn Oftalmol* 1998; 16: 8
4. Hadden, OB.; Morris, AT. Excimer laser surgery for myopia and myopic astigmatism. *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology*. 1995; 23: 183-8.
5. Lawless MA, Cohen P, Rogers C. Excimer laser photorefractive keratectomy: first Australian series (letter). *Med J Aust* 1992; 156:812.
6. Macguire LJ, Zabel RW, Parker P, Lindstorm RL, Topography and raytracing analysis of patients with excellent visual acuity 3 months after excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. *Refract corneal surg* 1991; 7:122-128.
7. McDonald MB, Liu JC, Byrd TJ, et al. Central photorefractive keratectomy for myopia; partially sighted and normally sighted eyes. *Ophthalmology* 1991; 98: 1327-1337.
8. Seiler T, Kahle G, Kriegerowski M. Excimer laser (193 nm) myopic keratomileusis in sighted and blind human eyes. *Refract Corneal Surg* 1990; 6: 165-173.
9. McDonnell PJ, Garbus J, Hertzog L, Campos M. Photorefractive keratectomy for naturally-occurring and postkeratoplasty astigmatism. *ARVO abstract* 334. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992; 33:761.
10. Alío JL, Ismael MM, Artola A. Laser epithelium removal before photorefractive keratectomy (letter). *Refract Corneal Surg* 1993; 9: 395.
11. Goggin, M.; Kenna, F.: Photoastigmatic Refractive Keratectomy for Compound Myopic Astigmatism with a Nidek Laser. *Journal of Refractive Surgery* 1997; 13:2.
12. Gothard, T.: Correcting compound myopic astigmatism with the excimer laser. *Ocular surgery news*. 1996.

# INDICE DE TOPOGRAFIA CORNEAL EN PACIENTES CON SOSPECHA DE QUERATOCONO

Dr. Jorge E. Valdez, Dra Judith Morales Lozano

## 1. INTRODUCCION

El queratocono es una entidad ampliamente conocida y estudiada, que pertenece al grupo de patologías corneales caracterizadas por ectasia de la superficie corneal anterior, ésta afección se denomina comúnmente cornea cónica; puede ser congénita pero generalmente aparece en la pubertad o poco después. Tiene tendencia a progresar durante seis u ocho años y luego permanecer estable; sin embargo, pueden existir exacerbaciones de su progresión en cualquier momento. El vértice del cono se desplaza generalmente en sentido nasal inferior. Es bilateral pero pueden encontrarse formas “fruste” o “cono abortivo” en ojos contralateral de cono o miembros de la familia del paciente (1).

El problema óptico es un astigmatismo irregular que puede ser demostrado por diferentes métodos.

Se describen dos tipos de cono; uno en forma de pezón, Redondo cuyo sentido se orienta inferior y nasal a pocos milímetros del eje visual. El otro cono es oval o sagital menos común, más grande, y se ubica en el cuadrante temporoinferior este se asocia más frecuentemente con miopía o hidrops corneal y su centro está más frecuentemente por fuera del eje visual, esa es más cercano a limbo lo que dificulta adaptación de lente de contacto o corrección quirúrgica (2).

### Cuadro clínico

1. Signo de Munson que es una convexidad del párpado inferior ocasionada por la deformidad corneal en la Mirada hacia abajo
- Trastornos visuales debido a astigmatismo irregular
  - Líneas de Vogt que son líneas verticales que aparecen en la profundidad del estroma corneal y algunos autores las consideran endoteliales
  - Aumento de la visibilidad de los nervios corneales
  - Anillo de Fleisher que es acumulo de pigmento de hemosiderina en espacios irregulares del epitelio y localizado en la base del cono.
  - Medidas Queratométricas altas
  - Sombras retinoscópicas “aberrantes”
  - Imágenes topográficas con patrón característico
  - Adelgazamiento corneal central o paracentral

El queratocono se puede encontrar asociado a otras patologías tales como retinitis pigmentosa, ectopia lentis, catarata congénita, aniridia, microcornea y esclera azul, conjuntivitis primaveral, atopia, osteogénesis imperfecta hipotiroidea, síndromes de Down, Marfan, Apert, Duane, Little, Noonan, y Crouzon (3-13)

### TRATAMIENTO

La visión del paciente con queratocono debe corregirse mientras sea posible con lentes de contacto, la utilización de estos no influye de ninguna manera sobre la evolución del queratocono (14). El manejo médico deberá decuarse a las manifestaciones clínicas del paciente.

La queratoplastia penetrante es la alternativa terapéutica final cuando los intentos de adaptación de lentes de contacto (incluyendo Piggy-Back) han fracasado y el deterioro visual sin corrección es importante (15,16).

La epiqueratofaquia se ha mencionado por algunos autores como otra alternativa terapeutica (17).

Dadas la repercusiones visuales que el queratocono como entidad patologica tiene, han sido muchos los intentos para tratar de detectar en estadios mas tempranos esta patologia; puesto que con el advenimiento de las tecnicas quirurgicas actuales para la correccion de defectos refractivos, y la frecuencia con la que el queratocono se asocia a estos defectos, es importante detectarlo en la forma mas incipiente posible y evitar un acto quirurgico que pudiera traer repercusiones importantes en la evolucion postoperatoria de estos pacientes. Asi pues desde Amsler en 1946 mediante topografoscopy intento detectar cambios tempranos en la evolucion del queratocono y el mismo en ese año clasifico en estadios la evolucion de la patologia, desde un Queratocono "frustre" hasta un queratocono con todas las manifestaciones clinicas antes descritas (18).

Brown y cols. en 1981 descubrieron hallazgos importantes videoqueratoscopicos en los que mencionaron que los principales cambios ocurren en el cuadrante temporal inferior y luego evoluciona el adelgazamiento y el aumento de la curvatura hacia las demas areas corneales (19).

El intento de mejorar las imagenes videoqueratoscopicas ha traído como consecuencia una cascada de aparatos de topografia corneal cada vez mas sofisticados que permitan diagnosticos mas precisos.

En 1989 Robinowitz y McDonell describieron datos videoqueratoscopicos que sugieren el diagnostico de queratocono publicando los que conocemos en la actualidad como indices de Robinowitz los cuales son:

- 1).- Poder central corneal mayor de 47.00 dioptrias
- 2).- Valor inferior-superior mayor de 3.00 dioptrias
- 3).- Diferencia en el poder central de ambos ojos mayor de 1.00 dioptria (20).

Algunas otras características topograficas del queratocono, ya publicadas son:

- Anillos queratoscopicos ovoides, piriformes que varian de acuerdo al grado de evolucion del queratocono.
- Anillos mas proximos entre si en la parte inferior de la cornea
- Asimetria en el poder central, superior o inferior o franca excentricidad
- Asimetria en el poder central entre los dos ojos
- Imagen en espejo entre los dos ojos, cuando el queratocono esta en el mismo estadio de evolucion, en ambos ojos pero la imagen es antagonica es decir, no permite superponer las imagenes de ambos ojos tambien llamado Enaticismo.
- Ejes astigmaticos oblicuos e irregulares
- Area de maximo poder en la cornea inferior y en estados avanzados poderes maximos en la periferia o en toda la cornea dependiendo del tipo de queratocono
- Altos poderes corneales globales a medida que evoluciona el queratocono
- Alto grado de asfericidad
- Area de analisis menor por aumento de la curvatura o distorsion de la superficie (21).

## JUSTIFICACION

Es importante la deteccion de indices topograficos mas tempranos para un diagnostico oportuno de alteraciones corneales que contraindicarian cualquier procedimiento quirurgico.

## PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Se conocen con certeza los hallazgos videoqueratoscopicos tempranos que pudieran darnos pauta para el diagnostico de queratocono?

## OBJETIVO

Comparar los resultados videoqueratoscopicos de ojos con queratocono manifiesto contra ojo contralateral de queratocono monocular, ojos con sospecha clinica de queratocono y ojos normales con astigmatismo miopico simple o compuesto.  
Y determinar que imagines topograficas de ojos considerados como normales pudieran estar en un estadio incipiente de patologia corneal.

## **2. METODOLOGIA**

Se realizo un estudio prospectivo, descriptivo y transversal en el Instituto de oftalmologia "Fundacion Conde de Valenciana" en el departamento de cornea y cirugia refractiva, centro de estudios avanzados en cornea, en el que se incluyeron pacientes que llenaron los requisitos para su participacion e integrar los grupos de estudio necesarios para la comparacion.

El periodo de estudio fue entre enero de 1993 y enero de 1994, se creo un formato de recopilacion de la informacion el cual contenia datos tales como: Nombre, edad, sexo, AV con y sin correccion, Refraccion, Queratometrías, Fundoscopia bajo dilatacion, Topografia corneal, Hallazgos Biomicroscopicos y Diagnostico.

Todo aquel paciente usuario de lentes de contacto se le suspendio su uso entre una y tres semanas hasta la estabilizacion de la topografia corneal.

Se integraron tres grupos de pacientes:

GRUPO I: Cornea sana de queratocono contralateral

GRUPO II: Sospecha clinica de queratocono

GRUPO III: Diagnostico clinico y topografico de queratocono

GRUPO IV: Astigmatismo miopico compuesto mayor de 5.00 dioptrias

### **CRITERIOS DE INCLUSION**

Pacientes de cualquier edad y sexo

Valoracion en el servicio de cornea entre 1993-1994

Consentimiento por escrito del paciente para su participacion

### **CRITERIOS DE EXCLUSION**

Pacientes con patologia ocular agregada

### **CRITERIOS DE ELIMINACION**

Pacientes con datos sugestivos de degeneracion marginal pelucida

Pacientes que no cumplieran con el seguimiento

### **DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

Edad: Variable independiente, cuantitativa de intervalo. Se anoto la edad en años cumplidos referida por el paciente.

Sexp: Variable independiente, cualitativa, dicotomica. Se anoto el fenotipicamente aparente.

AV sc y cc: Variable independiente, cantitativa, ordinal. Se midio con la cartilla de Snellen a 20 pies de acuerdo a lo estipulado para su valoracion y se consigno en terminus de 20/20.

Refraccion: Variable independiente, cuantitativa, de intervalo. Se evaluo mediante esquiascopia y subjetivo y se determino la refraccion con la que se obtuviera la mayor agudeza visual.

Queratometria: Variable independiente, cuantitativa, de intervalo. Se tomo con queratometro de Javal y se anotaron las medidas queratometricas en dioptrias de cada uno de los ejes, anotando el eje del meridiano mas plano.

Fundoscopia: Variable independiente, cualitativa, nominal. Se anotaron hallazgos clinicos en caso de encontrar alteraciones o referido como normal si asi lo fuere.

Topografia Corneal: Variable independiente, cuantitativa, intervalo. Se consideraron:

1.- Poder central anotado en dioptrias

2.-Valor inferior-Superior: Se midieron 5 puntos superiores y 5 puntos inferiores a 1.5mm del eje visual a 45, 60, 90, 120, y 135 grados en la porcion superior y en los grados correspondientes en la porcion inferior, se sumaron los puntos superiores y los inferiores independientemente, se resto el valor obtenido superior e inferior y se anoto en dioptrias el valor obtenido. (Grafica 1)

3.- Diferencia de poder central entre ambos ojos. Anotado en dioptrias de diferencia.

Biomicroscopia: Variable independiente, cualitativa, nominal. Se anotaron los hallazgos biomicroscopicos.

Diagnostico: Variable dependiente, cualitativa, nominal. Se anoto el diagnostico integrado con datos de revision clinica y se incluyo el paciente en el grupo correspondiente de acuerdo l diagnostico integrado.

Grupo I: Se incluyeron pacientes con dagnostico de queratocono monocular y se considero como ojo para el analisis el ojo contralateral. (Grafica 3)

Grupo II: Se integro con pacientes que presentaban sospecha clinica de queratocono documentada por valores queratometricos altos, sombras retinoscopicas aberrantes, astigmatismo mioptico simple o compuesto irregular. (Grafica 2)

Grupo III: Fueron pacientes con diagnostico de queratocono y el ojo con el diagnostico fue el considerado para el analisis. (Grafica 4)

Grupo IV: Se incluyeron pacientes sin ectasia corneal, con diagnostico de astigmatismo mioptico simple o compuesto mayor de 5.00 dioptrias. (Grafica 5)

## ANALISIS ESTADISTICO

El analisis se efectuo mediante la utilizacion de paquetes estadisticos como el SPSS y EPI-INFO y EPISTAT, se calcularon frecuencias simples, proporciones, medidas de tendencia central, t-Student, analisis de varianza (ANDEVA), significancia estadistica con un nivel de confiabilidad del 95%.

## 3. RESULTADOS

Se incluyeron un total de 150 pacientes, 65 masculinos (43.43%) y 85 femeninos (56.66%), se distribuyeron los grupos como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 1

Grupo	No. Pacientes	%	No. Ojos
I	30	20	30
II	20	13.33	40
III	50	33.33	70
IV	50	33.33	100

El promedio de edad encontrado fue de 22.3 años (SD 10.3). Debido a no encontrar diferencias estadísticamente significativas en los diferentes grupos en cuanto a edad y sexo, para fines de análisis de estas variables se consideraron en su totalidad  $p > 0.05$ .

Las variables de control como AV, Refracción, Queratometrías, Fundoscopia y biomicroscopia se consideraron solo para integrar diagnóstico y seleccionar al paciente para su grupo correspondiente por lo que no se mencionan los hallazgos en los resultados por no corresponder a los objetivos del trabajo.

En cuanto a los datos topográficos encontrados se distribuyeron como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 2

Grupo	Poder Central (K)	Valor I-S
I	46.55 Dp (SD 2.51)	1.81 Dp (SD 1.45)
II	47.74 Dp (SD 2.74)	2.93 Dp (SD 1.84)
III	55.45 Dp (SD 7.59)	4.58 Dp (SD 3.72)
IV	43.39 Dp (SD 1.61)	.61 Dp (SD 0.23)

$P < 0.05$  (ANDEVA) Se compararon todos los valores entre sí.

Se encontró diferencias estadísticamente significativas mediante la prueba de ANDEVA entre todos los valores obtenidos de los diferentes grupos como se muestra en el cuadro 2, mediante el análisis de desviación, se encontró que los grupos I y II presentaban una desviación hacia la derecha, es decir se parecían más los valores al grupo de queratocono que al de ojos normales.

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados nos demuestran que los valores de topografía corneal encontrados en ojos contralaterales de queratocono monocular y los ojos con sospecha clínica de queratocono se parecen más a los ojos con diagnóstico de queratocono, esto apoya la hipótesis de que existen valores que no son los reportados en la literatura (Rabinowitz ref. 20) y son valores menores que debemos considerar como sugestivos de la enfermedad por lo que son pacientes que deberán mantenerse en vigilancia antes de decidir cualquier procedimiento quirúrgico sobre todo refractivo. Concluimos que valores aun menores de 47.00 dioptrías (hasta 45 dioptrías) en el poder central y valores Inferior-Superior menor de 3.00 dioptrías deberán someterse a un seguimiento topográfico para valorar la posible progresión a un Queratocono clínicamente manifiesto, sobre todo en pacientes con queratocono monocular y pacientes con sospecha clínica de queratocono.

El seguimiento de estos pacientes es lo que nos dará la pauta de poder concretar ciertos valores de topografía corneal que al correlacionarlos con datos clínicos y antecedentes oculares nos orientaran a realizar diagnósticos más tempranos y más precisos de esta entidad.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Grayson M. Enfermedades de la cornea. 1985; 2da. ed. cap. 11: 281-290
2. Perry HD, Buxton JN, Fine BS. Round and oval cones in keratoconus. *Ophthalmology* 1980; 87:905
3. Duke-Elder S, Leigh AG. Corneal Dystrophies: Estatic conditions. In Duke-Elder S editor: *System of Ophthalmology. Diseases of the outer eye, pt 2. Cornea and sclera*, St. Louis 1965, the CV Mosby CO.
4. Gasset AR. Fixed dilated pupil following penetrating keratoplasty in keratoconus (Castroviejo síndrome). *Ann Ophthalmol* 1977; 9:623
5. Copeman PWM. Eczema and keratoconus. *Br Med J Ophthalmol* 1950; 34:621
6. Spencer WH, Fisher JJ. The association of keratoconus with atopic dermatitis. *Am J Ophthalmol* 1968; 63:1137

7. Greenfield G, Romano A, Estein R, et al. Blue sclera and keratoconus: Key features of distinct disorder of connective tissue. *Clin Genet* 1973; 4:8
8. Slusher MM, Laibson PR, Mulberger KD. Acute keratoconus in Down's syndrome. *Am J Ophthalmol* 1968; 63:1137
9. McKusick VA. Heritable disorders of connective tissue ed 4. St. Louis 1972. The CV Mosby CO.
10. Holtz JS. Congenital ocular anomalies associated with Duane's retraction syndrome. *Am J Ophthalmol* 1974; 77: 729.
11. Geeraets W. Ocular syndromes. Philadelphia 1976: LEA & Febiger.
12. Schwartz DE. Noonan's syndrome associated with ocular abnormalities. *Am J Ophthalmol* 1972; 73:955.
13. Walter JR. Bilateral keratoconus in crouzon's syndrome with unilateral hydrops. *Ann Ophthalmol* 1976; 14:141.
14. Hartstein J, Becker B. research into patogenesis of keratoconus. *Arch Ophthalmol* 1970;84:728.
15. Davis PD, Ruben M. The parietic pupil: its incidence and etiology after keratoplasty for keratoconus. *BR J Ophthalmol* 1975; 59:223.
16. Grayson M. Acute keratoglobus. *Am J Ophthalmol* 1963; 56:306.
17. Kaufman HE, Werblin TP. Epikeratophakia for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1982; 93:342.
18. Amsler H. Corneal topography in keratoconus diagnosis. *Am J Ophthalmol* 1960; 2:26-28.
19. Brown G, et al. keratoconus and corneal topography. *Am J Ophthalmol* 1982;20:312-15.
20. Robinowitz G, McDonell R. Robinowitz indicators for keratoconus diagnosis: Corneal topography. *Am J Ophthalmol* 1990; 12:125-30.
21. Gutierrez MA. Clinica Barraquer, Bogota. 1989: 101-109.
22. Edmund C. Corneal topography and elasticity in normal and keratoconic eyes. A methodological study concerning the patogenesis of keratoconus. *Acta Ophthalmol Suppl (Copen)*; 1989; 193:1-36.

# IMPACTO DE LA CORRECCIÓN DE ESTRABISMO EN NIÑOS CON TRASTORNOS NEUROMOTORES ESTÁTICOS

Juan Homar Paez Garza, Carmen Piñeyro Garza

## RESUMEN

El 50% de los niños con trastornos del desarrollo, específicamente con trastornos neuromotores no progresivos presentan alguno de los siguientes problemas oftalmológicos: estrabismo, ambliopía o defectos refractivos. (1,2)

El propósito de este estudio fue valorar objetivamente con el Test PDMS 2 (Peabody Developmental Motor Scales), la mejoría funcional en el ambiente escolar y vida diaria de niños con trastorno neuromotor no progresivo y diagnóstico de estrabismo tratados quirúrgicamente.

Se estudiaron 14 niños con diagnóstico de parálisis cerebral y estrabismo en un rango de edad entre 1 y 7 años. Fueron valorados durante la última semana previa a la cirugía con el Test PDMS 2, y revalorados a los 2 y 4 meses después de la misma.

Todos los niños involucrados en este estudio obtuvieron cambios favorables en todas las áreas valoradas (locomoción, percepción visual, prensión, estacionario, manipulación). El mayor logro alcanzado fue en el área de manipulación de objetos, y la de menor logro en la de locomoción, lo cuál puede ser atribuible al diagnóstico de parálisis cerebral que implica un retraso en el desarrollo motor de estos pacientes.

## 1. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente el 50% de los niños con trastornos del desarrollo, específicamente trastornos neuromotores no progresivos, presentan alguno de los siguientes problemas oftalmológicos: estrabismo, ambliopía o defectos refractivos. (1,2)

El propósito de este estudio fue valorar objetivamente con la Prueba PDMS 2 (Peabody Developmental Motor Scales), el progreso psicomotor de un grupo de niños con algún tipo de trastorno neuromotor no progresivo y estrabismo tratados quirúrgicamente para la corrección del mismo; y compararlos con un grupo de niños con características similares sin tratamiento quirúrgico

La Prueba PDMS 2 valora las siguientes áreas: Estacionario (control de su cuerpo dentro de su centro de gravedad), Locomoción (movimientos de desplazamiento de lugar), Manipulación de objetos (lanzar, atrapar, rebotar y patear), Prensión (Uso de la mano como herramienta) e Integración visual-motor (percepción visual de una imagen)

Dr. Juan Homar Paez Garza. Director del Servicio de Oftalmología HSJ TEC-MTY  
Dra. **Error! Bookmark not defined.** Garza. Médico Residente 4º año de Oftalmología HSJ TEC-MTY  
Dra. Fabiola Barrón. Director del Instituto Nuevo Amanecer, A. C.



## **2. METODOLOGIA**

Estudio comparativo retrospectivo-prospectivo, en el cual valoramos a un grupo de 12 niños con algún tipo de trastorno neuromotor no progresivo y estrabismo tratados quirúrgicamente con la Prueba PDMS 2 y lo comparamos con otro grupo de 12 niños con características similares sin tratamiento para el estrabismo. Se realizaron 3 pruebas a intervalos iguales (2 meses); a los niños intervenidos quirúrgicamente se les realizó la primera prueba durante la semana anterior a dicha cirugía.

El primer grupo consta de 7 mujeres y 5 hombre en un rango de edad de 21 a 93 meses (media de 46 meses), con diagnóstico de cuadriplejía espástica en 5 niños, hemiplejía espástica en 5 niños, diplejía espástica en 1 niño y retraso psicomotor en 1 niño. (Tabla 1)

El segundo grupo o grupo control consta de 7 hombres y 5 mujeres en un rango de edad de 18 a 59 meses (media de 43 meses), con diagnóstico de cuadriplejía espástica en 5 niños, hemiplejía espástica en 3 niños, diplejía espástica en 2 niños y retraso psicomotor en 2 niños. (Tabla 2)

**TABLA 1.** Grupo de niños con trastorno neuromotor no progresivo y estrabismo tratados quirúrgicamente.

Edad = en meses

Sexo = M (masculino) F (femenino)

<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>EDAD</b>	<b>SEXO</b>
CUADRIPLEJÍA ESPÁSTICA	21	M
CUADRIPLEJÍA ESPÁSTICA	67	F
CUADRIPLEJÍA ESPÁSTICA	29	F
CUADRIPLEJÍA ESPÁSTICA	43	F
CUADRIPLEJÍA ESPÁSTICA	59	F
HEMIJPLEJÍA ESPÁSTICA	36	F
HEMIJPLEJÍA ESPÁSTICA	93	M
HEMIJPLEJÍA ESPÁSTICA	29	M
HEMIJPLEJÍA ESPÁSTICA	34	M
HEMIJPLEJÍA ESPÁSTICA	77	F
DIPLEJÍA ESPÁSTICA	45	M
RETRASO PSICOMOTOR	45	F

**TABLA 2.** Grupo control de niños con trastorno neuromotor no progresivo y estrabismo sin corrección quirúrgica.

Edad = en meses

Sexo = M (masculino) F (femenino)

DIAGNÓSTICO	EDAD	SEXO
CUADRIPLÉJIA ESPÁSTICA	25	F
CUADRIPLÉJIA ESPÁSTICA	56	M
CUADRIPLÉJIA ESPÁSTICA	57	F
CUADRIPLÉJIA ESPÁSTICA	47	M
CUADRIPLÉJIA ESPÁSTICA	34	F
HEMIPLÉJIA ESPÁSTICA	45	M
HEMIPLÉJIA ESPÁSTICA	38	F
HEMIPLÉJIA ESPÁSTICA	53	M
DIPLEJÍA ESPÁSTICA	58	M
DIPLEJÍA ESPÁSTICA	59	M
RETRASO PSICOMOTOR	18	M
RETRASO PSICOMOTOR	35	F

### **3. RESULTADOS Y DISCUSION**

El progreso psicomotor evaluado en estos niños con el Test PDMS 2 fue mayor en el grupo de niños tratados quirúrgicamente, siendo el área de mayor progreso la de manipulación de objetos y la de menor progreso la de prensión. (Gráficas 1-5)

En el área de estacionario, el progreso después de la tercera prueba fue de 15.6% en los pacientes tratados quirúrgicamente y de 7.4% de los no tratados, como podemos observar en la gráfica 1.

En el área de locomoción, el progreso fue de 13% en los pacientes operados y de 6.3% en los no operados. En la gráfica 2 se observan estos datos

En la gráfica 3 podemos observar el área de mayor progreso, que es la manipulación de objetos, siendo de 62.3% en los pacientes operados comparado con un 0% en los no operados.

El área de menor progreso fue la prensión, y se observó un 9% de progreso en los pacientes operados comparado con un 5.8% de los no tratados. Gráfica 4.

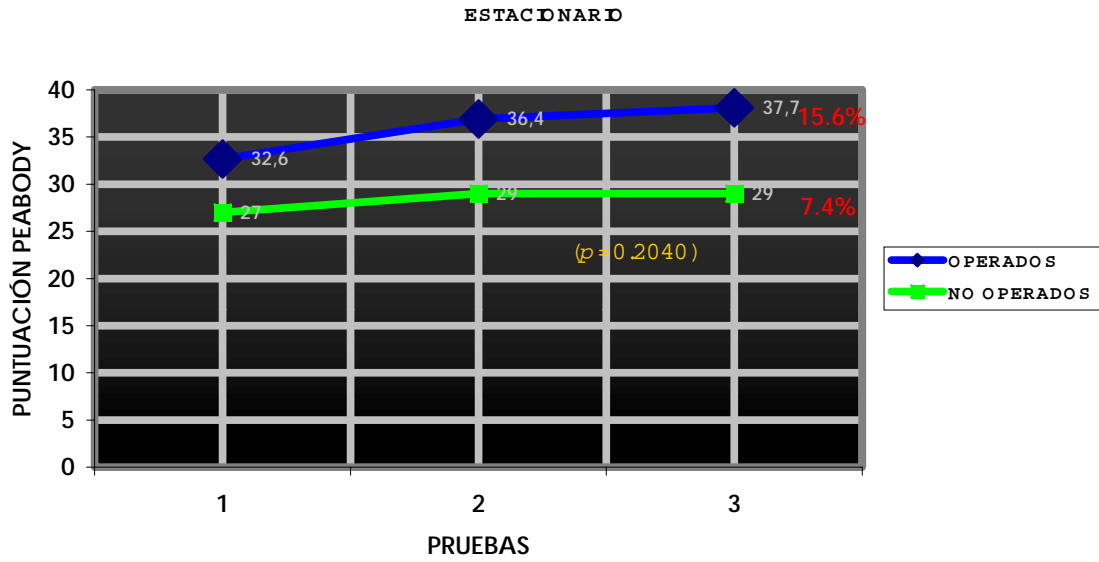
Por último, otra área de gran progreso fue la de integración visual motor, donde se obtuvo un 24.5% de avances en los pacientes operados y un 0% en los no operados. Se observa en la gráfica 5

### **4. CONCLUSIONES**

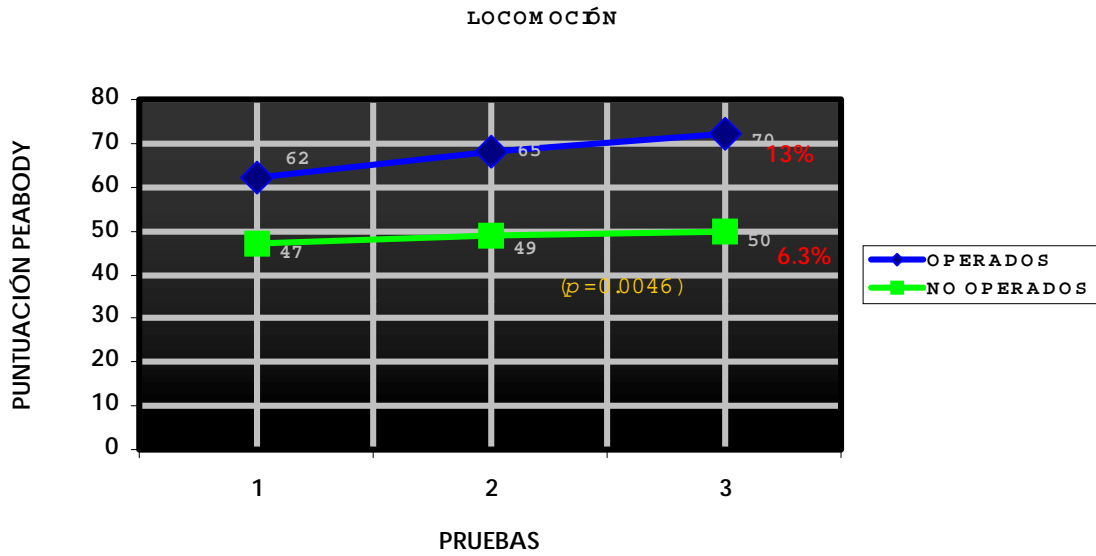
Es una muestra pequeña de pacientes, pero fundamenta sólidamente un estudio de mayor extensión, abre múltiples opciones de análisis y la posibilidad de un estudio multicéntrico

## **5. REFERENCIAS**

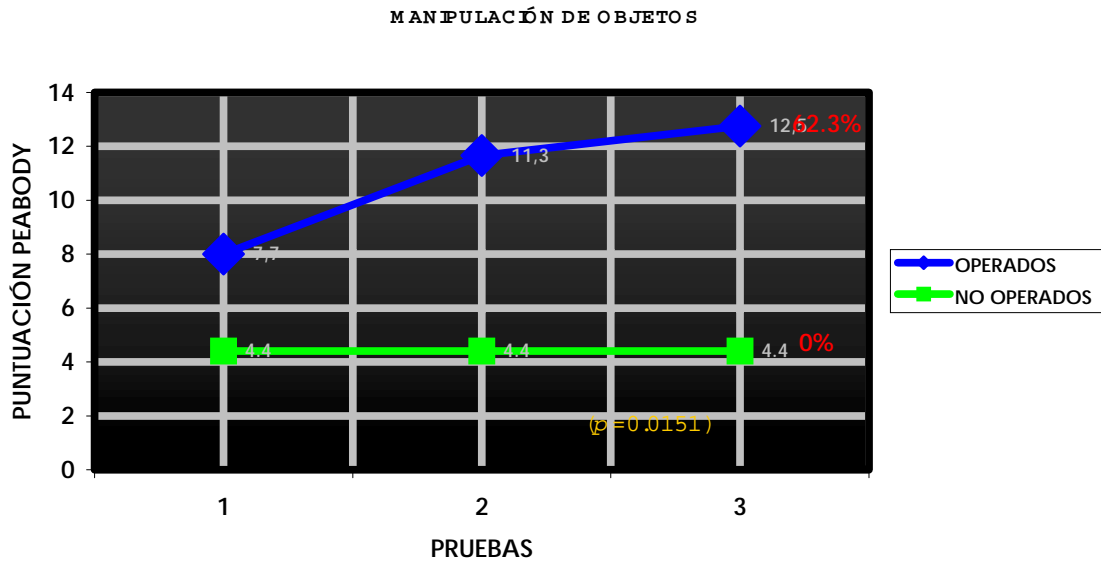
1. Arroyo-Yllanes, M, Manzo-Villalobos, G. Strabismus in Patients with Cerebral Palsy. American Orthoptic Journal, 1999; 49: 141-147
2. Arroyo-Yllanes, M, Benitez-Nava, M. Ophthalmologic Changes in Patients with Cerebral Palsy. American Orthoptic Journal, 1998; 48: 104-111
3. Roper-Hall, G, Exotropia in Neurological Disease. American Orthoptic Journal, 1992; 42: 74-81



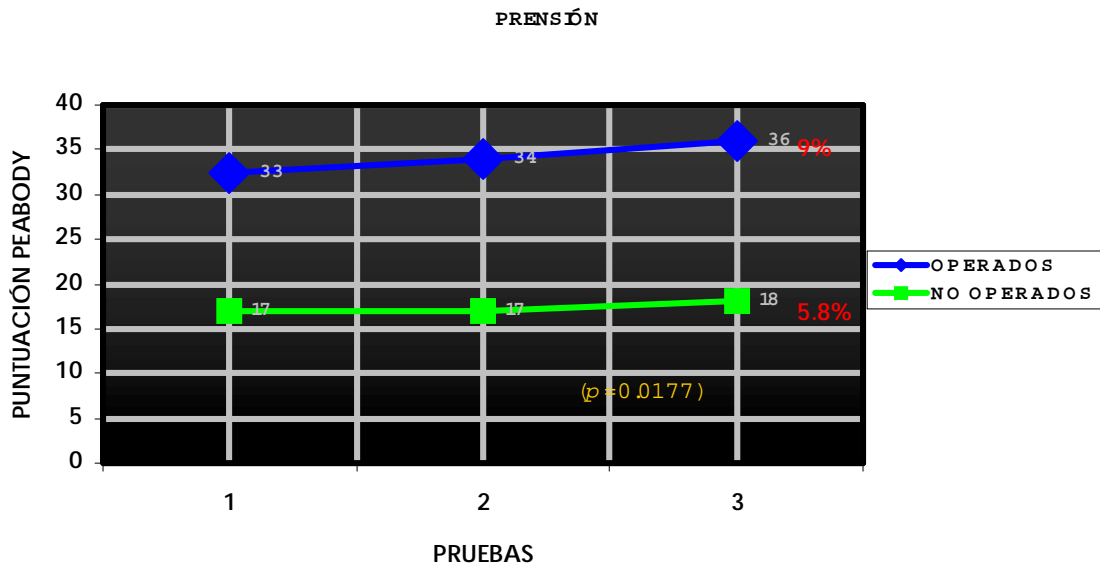
Gráfica 1. Valoración del área de estacionario



Gráfica 2. Valoración del área de locomoción

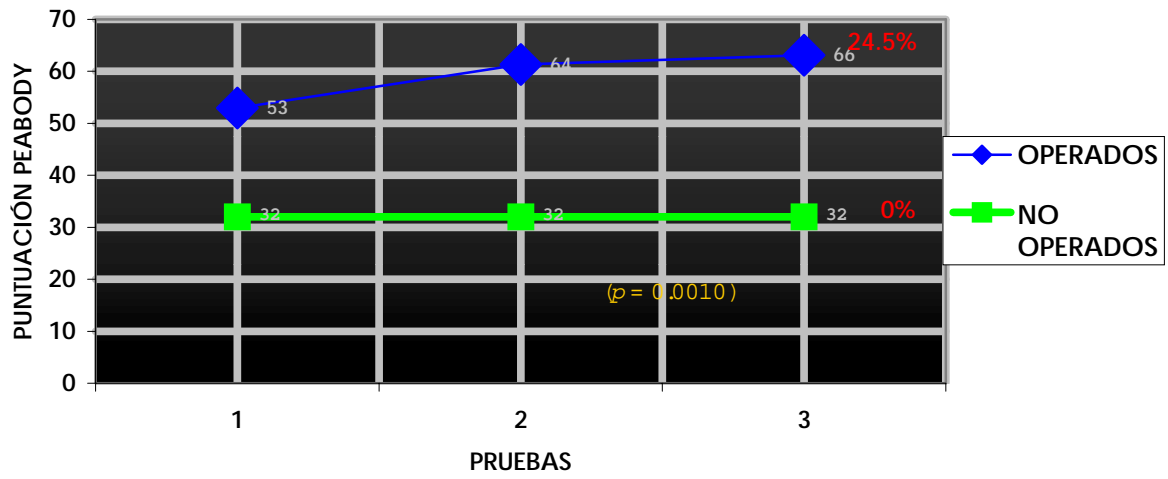


Gráfica 3. Valoración del area de manipulación de objetos



Gráfica 4. Valoración del area de prensión

### INTEGRACIÓN VISUAL MOTORA



Gráfica 5. Valoración del area de integración visual-motor

# ENVASES BIOPOLIMERICOS DE ALMIDÓN Y HARINA DE SORGO ACTIVOS EN NISINA ANTE *Lactobacillus delbrueckii* ATCC 11842.

Alessandra Schause, **Cecilia Rojas de Gante.**

Departamento de Tecnología de Alimentos-Centro de Biotecnología. División de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. Av. Eugenio Garza Sada 5201 Sur. Col. Tecnológico, Monterrey, N.L. e-mail: [crd@itesm.mx](mailto:crd@itesm.mx)

El envasado de alimentos es de importancia fundamental para la conservación de estos, aumentando la vida de anaquel y la disponibilidad de los alimentos al consumidor. Los envases plásticos de origen fósil han sido los más problemáticos debido a que causan problemas de impacto ambiental. Para disminuir lo anterior, se han desarrollado envases biopoliméricos empleando proteínas como la zeína de maíz, caseína de leche, proteínas aisladas de soya, albúminas de huevo, entre otras; carbohidratos como almidón, celulosa, gomas, entre otros; lípidos como las ceras y ácidos grasos y las mezclas entre estos. Debido a que el costo de obtención de los biopolímeros purificados es alto, este trabajo se enfocó en obtener películas a partir de harina refinada de sorgo, una vez que ésta es una mezcla de varios biopolímeros, siendo los principales almidón y proteínas de bajo costo de producción en comparación con otras materias primas. Por otro lado, desde el punto de vista legal existe la problemática de los conservadores adicionados directamente al alimento, que en determinadas dosis pueden ser tóxicos. Para evitar la adición de conservadores directamente al alimento y evitar que estos sean ingeridos, en este trabajo se planteó la posibilidad de incorporar un agente antibacteriano en la matriz biopolimérica que esté activo en el envase. El agente antibacteriano utilizado fue una bacteriocina (nisina) que es considerada por la FDA como sustancia GRAS. Para ello, se obtuvo harina de sorgo con una granulometría de 150 por molienda seca con un rendimiento de 32.34% .

Se desarrolló la formulación y condiciones de proceso para obtener envases a partir de harina de sorgo por el método de colada utilizando concentraciones de nisina de 125, 250 y 500ppm sobre el peso de harina o almidón. La actividad de las películas obtenidas se determinó usando como microorganismo de prueba *Lactobacillus delbrueckii* por el método de difusión en agar. La incorporación de nisina en la solución biopolimérica alteró el pH. A mayores concentraciones de nisina se observó una disminución en el pH de las soluciones de colada. El espesor de las películas no fue afectado por la adición de nisina en la matriz biopolimérica. Las películas obtenidas a partir de harina y de almidón presentaron actividad por ambas caras de la película y en resiembras sucesivas. Fue factible producir películas biopoliméricas con nisina a partir de harina refinada y almidón de sorgo.

Palabras clave: biopelículas, sorgo, nisina.

## 1. INTRODUCCIÓN

Películas biopoliméricas flexibles han sido obtenidas a partir de diferentes biopolímeros ó fuentes alimentarias entre los que se encuentran polisacáridos, proteínas y lípidos. El uso del sorgo *Sorghum bicolor Moench* como fuente de almidón para obtención de películas fue reportado por primera vez por Álvarez [1] pero no así el empleo de harina de este cereal.

El sorgo es un cereal con una composición similar al maíz. Entre los principales componentes se encuentra el almidón de 70 a 90% seguido de las proteínas con un contenido entre un 7.1 a 14.2%. Aproximadamente 50% de las proteínas son prolaminas principalmente kafirinas, proteínas solubles en alcohol. El sorgo se usa en México exclusivamente para la alimentación animal, es un producto de bajo costo y alto rendimiento en zonas áridas [2] [3] [4].

Los envases para alimentos tienen una función de protección y de barrera principalmente. Para alimentos altamente perecederos se están utilizando varias sustancias adicionadas directamente en los envases para incrementar su calidad sanitaria y su vida útil, el envase activo. El envase activo puede tener funciones que vayan desde el monitoreo de oxígeno, la actividad antimicrobiana, el monitoreo de humedad, de etileno, emisores de etanol y entre otros. Cuando los agentes antimicrobianos son incorporados en los polímeros, el envase limita ó previene el crecimiento microbiano. Entre las sustancias antimicrobianas que pueden

incorporarse a los envases se encuentran ácidos orgánicos y sus sales, sulfitos, nitritos, fungicidas, bacteriocinas y alcoholes [5] [6].

La bacteriocina nisina consiste de un polipéptido con acción antibacteriana o bacteriocina la cual es producida por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* que inhibe organismos Gram positivos como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Clostridium botulinum*. Consiste de 34 amino acid con anillos lantioninos característicos [7] [8].

La molécula de nisina tiene una naturaleza ácida y presenta una gran estabilidad bajo condiciones ácidas. Así mismo es resistente a elevadas temperaturas y a baja actividad de agua. Se inactiva por las enzimas digestivas en el intestino. Es una sustancia usada como aditivo y reconocida como GRAS (generalmente reconocida como segura) para uso en alimentos [7] [9].

Se ha reportado la obtención de películas comestibles a partir de aislados proteicos de soya, de gluten de trigo, de albúmina de huevo y de proteína de suero de leche adicionados todos ellos con nisina [7], pero no así de proteínas de sorgo. El empleo del sorgo como materia prima se basó en que este cereal es de relativo bajo costo, México es un gran productor, prácticamente no es utilizado para la alimentación humana y es posible darle un valor agregado a este cultivo.

El objetivo de este trabajo fue determinar la factibilidad de obtener biopelículas flexibles a partir de harina de sorgo y compararlas con las obtenidas a partir de almidón, empleando nisina como agente antibacteriano y obtener una película activa-reactiva frente a bacterias Gram positivas del género *Lactobacillus*.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### *Materias primas*

El sorgo (*Sorghum bicolor* Moench) se obtuvo del Campo Agrícola Experimental de Apodaca del ITESM. El almidón de sorgo se obtuvo por molienda húmeda y la harina de sorgo decortizando al 25% el sorgo usando un equipo Square D de México S.C.D.G.E. 4364, y molienda posterior pasando por un tamiz No. 100 en un molino Chopin CD1 Serie 383. Una segunda molienda en un molino Thomas-Willey Lab Mill Model 4 Arthur-Thomas Company hasta obtener un tamaño de partícula No. 150 [1] [4].

Se usó glicerol como agente plastificante (Fermont, Productos Químicos Monterrey S.A. de C.V, Mexico), y Nisaplin, como fuente comercial de nisina de Aplin & Barrett Ltd., England.

### *Análisis de harina de sorgo*

La harina de sorgo se caracterizó en cuanto a humedad, proteínas, cenizas, grasa y fibra cruda mediante los métodos de la A.O.A.C. 925.10 (1992), 978.02 (1992), 923.03 (1992), 920.85 (1992), 962.09 (1992), respectivamente y llevando a cabo cada análisis por triplicado.

### *Preparación de las películas antibacterianas a partir de almidón y harina de sorgo*

Las películas activas a partir de almidón se obtuvieron por proceso de colada empleando soluciones al 2% de almidón y 0.6% de Glicerina (P/V). Se prepararon soluciones acuosas a 80°C incorporándose el almidón y el glicerol con agitación continua, se vaciaron 35 ml en cajas Petri y secó a 75°C en una incubadora Shellab mod. 1535. Fueron incorporadas concentraciones de Nisina a 125, 250 y 500ppm durante la agitación [1]. Debido a la insolubilidad en agua de las principales proteínas del sorgo presentes en la harina, se prepararon soluciones acuosas de etanol entre 50 a 70% para obtener una solución de colada que pudiera secarse. Se estudiaron diferentes concentraciones de harina y de plastificante con el fin de obtener películas homogéneas y flexibles a partir de harina de sorgo; para lo cual se evaluaron concentraciones de 2, 3 y 4 (P/V) del biopolímero, y del plastificante 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 y 1.8% (V/V). El volumen de colada se varió entre 28, 30, 32 y 35ml y determinar con cual se obtiene una película homogénea.

### *Efecto de la nisina sobre el pH de las soluciones de colada*



La nisina es una molécula de naturaleza ácida y es más estable y soluble bajo condiciones ácidas y su actividad antibacteriana es más efectiva en películas comestibles a pH 3.0 [7] [9].

Con objeto de conocer la influencia de la adición de nisina sobre el pH de las soluciones y de este en la capacidad de formar películas, se determinó este por medio de un Potenciómetro Beckman 50.

#### *Determinación del espesor*

El espesor de las películas de harina y almidón de sorgo con y sin la bacteriocina se determinó con un micrometro digital (Digimatic Outside Micrometer Mitutoyo) realizando 9 mediciones en cada película.

#### *Microorganismos y medios*

*Lactobacillus delbrueckii* ATCC 11842 se usó como microorganismo de prueba. Para el crecimiento del mismo se usó medio Lactobacilli MRS Broth (Difco Laboratories, Detroit, USA) en todo el experimento y Agar Lactobacillus acc. de DE MAN, ROGOSA y SHARPE (MRS) Agar (Merck, Germany) fue empleado para llevar a cabo el método de difusión en placa.

#### *Actividad Antibacteriana*

La habilidad de la nisina presente en las películas para inhibir a *Lactobacillus delbrueckii* se midió a través del método de difusión en agar con el objetivo de saber si había sido fijada homogéneamente y particularmente, si presentaba actividad. Una suspensión de bacterias en medio MRS Broth ( $10^6$  CFU/g) 500  $\mu$ l fue inoculada en placas de agar MRS, en la cual un área conocida de la película se depositó sobre las bacterias en placa. Se determinó evaluando ambos lados de la película (opaco y brillante). Las placas se incubaron durante 72 horas a 37°C y a una atmósfera de 5% de dióxido de carbono. La área de inhibición se midió con un micrómetro digital (Digimatic Outside Micrometer Mitutoyo) para cada tratamiento se realizaron 9 replicas.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSION**

#### *Análisis de la harina de sorgo*

La harina de sorgo obtenida presentó los siguientes valores en cuanto a su composición: humedad 10.42%  $\pm$  0.032, proteína 6.45%  $\pm$  0.321, 1.03%  $\pm$  0.017 de cenizas, 0.85%  $\pm$  0.338 de grasa y 0.03%  $\pm$  0.026 de fibra cruda. El almidón de sorgo obtenido presentó 10.29%  $\pm$  0.02 de humedad, 0.1617%  $\pm$  0.005 de proteína, 0.2073%  $\pm$  0.006 de cenizas. Como puede apreciarse la diferencia entre ambas es que la harina posee 40 veces más proteína que el almidón.

#### *Obtención de películas de harina antibacterianas*

Las películas activas se lograron obtener mediante el proceso de colada a partir de soluciones de harina de sorgo al 2%, 0.6% de Glicerol y 125, 250 y 500ppm de nisina y sin nisina. Lo anterior se obtuvo a partir de soluciones de etanol al 50% y calentadas a 82°C y una agitación continua a 250rpm durante 10 minutos. Se elevó la temperatura a 89°C adicionándose la nisina con agitación constante a 250 rpm durante 30 minutos, la solución se llevó entonces a 60° y 35 ml de la solución se vació en cajas Petri y se secaron a 75°C en una estufa Shellab mod. 1535.

Las películas obtenidas a partir de harina de sorgo con nisina presentaron un color amarillo contrariamente a las de almidón que fueron blancas. Ambas películas presentaron flexibilidad. Las películas presentan dos caras: una opaca y otra brillante.



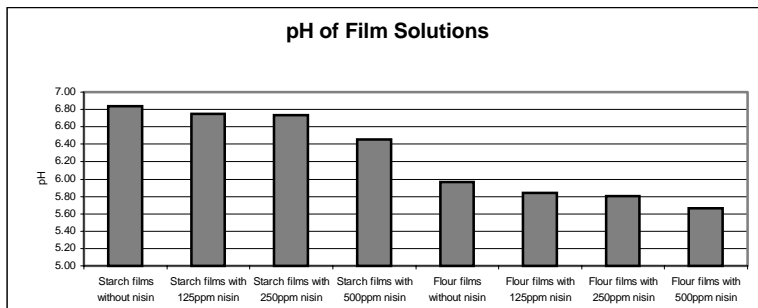
**Figura 1** Película de almidón sin nisina



**Figura2** Película de harina con nisina

*Efecto de la nisina incorporada sobre el pH de las soluciones.*

El pH de las soluciones de película fueron diferentes dependiendo de la concentración de nisina adicionada. A medida que la concentración de nisina incremento, el pH de la solución de película disminuyo. A pesar de esa diferencia en el pH, la actividad antibacteriana de la nisina no varió.



**Figura 3** Efecto de la concentración de la nisina sobre el pH de las soluciones de películas

*Espesor de las películas*

Los espesores de las películas de almidón y harina fueron diferentes para mismo volumen de colada. Lo anterior debido a la diferencia que existe en la concentración de sólidos, teniendo para las películas de harina soluciones de película más concentradas que para las películas de almidón. La Tabla 1 muestra las diferencias en espesor obtenidas.

	Espesor (mm)	Desviación Std.
Films de harina sin nisina	0.159	0.007
Films de harina 125ppm nisina	0.161	0.006
Films de harina 250ppm nisina	0.162	0.005
Films de harina 500ppm nisina	0.154	0.007
Films de almidón sin nisina	0.116	0.004
Films de almidón 125ppm nisina	0.119	0.005
Films de almidón 250ppm nisina	0.120	0.005
Films de almidón 500ppm nisina	0.120	0.005

**Tabla 1** Espesor de las películas de almidón y harina de sorgo obtenidas.

*Actividad antibacteriana*

Películas con 125, 250 y 500ppm de nisina mostraron una zona de inhibición en placas de agar alrededor de las películas de sorgo. Se presentaron diferencias en el tamaño de la zona de inhibición tal

como se muestra en la Tabla 2, donde a mayor concentración de nisina mayor zona de inhibición. Películas sin nisina no mostraron dicha zona de inhibición (Figura 4), lo cual indica que la nisina adicionada es la responsable de dicha inhibición de crecimiento de la bacteria. No se encontraron diferencias significativas entre la inhibición de un lado u otro de la película (opaca ó brillante), indicando que la nisina se distribuyo homogéneamente en toda la película. También, se observó una zona de inhibición en las películas de almidón. A pesar de las diferencias en el pH de las soluciones de cada biopolímero, este no tuvo una influencia sobre la actividad de la nisina.



**Figura 4** Ausencia de zona de inhibición en películas sin nisina



**Figura 5** Presencia de una zona de inhibición en películas con nisina

	Zona de Inhibición (mm)	Desviación Std.
Sin nisina lado inferior opaco	0.000	0.000
Sin nisina lado superior opaco	0.000	0.000
125ppm nisina lado inferior opaco	3.409	0.920
125ppm nisina lado superior opaco	3.381	1.095
250ppm nisina lado inferior opaco	4.767	1.084
250ppm nisina lado superior opaco	4.754	0.636
500ppm nisina lado inferior opaco	6.021	1.082
500ppm nisina lado superior opaco	6.102	1.470

**Tabla 2** Zonas de inhibición de actividad antibacteriana en placas

#### 4. CONCLUSIONES

Se establecieron las condiciones óptimas de formulación y proceso para obtener películas flexibles activas-reactivas a partir de harina.. Se logró la inmovilización de nisina en las películas, permaneciendo activa la bacteriocina, en consecuencia se logró la inhibición de *Lactobacillus delbrueckii*, una bacteria Gram positiva.

Al obtener biopelículas a partir de harina de sorgo se podrán obtener reducciones en costos tanto de materia prima como menores etapas de proceso comparando con las películas obtenidas de aislados proteicos y/o de almidón por separado debido a la presencia de la proteína en la harina que actúa como agente reticulante de la matriz biopolimérica.

## 5. REFERENCIAS

1. L.Y. Alvarez, *Películas Flexibles a Base de Sorgo (Sorghum bicolor Moench) como Alternativa a Envases Plásticos y Evaluación de sus Propiedades Barrera y mecánica*. Maestría en Ciencias. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (1999).
2. J.H. Hulse, *Sorghum and the Millets: Their Composition and Nutritive Value*. Academic Press, 10-12, 521 (1980).
3. K. Kulp, G. Joseph, J.R. Ponte and M. Dekker, *Handbook of Cereal Science and Technology*. 2<sup>nd</sup> edition revised and expanded, 149, 153-154, 158 (2000).
4. S. Serna, *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales*. AGT Editor S.A. México, 205-214 (1996).
5. J.H. Han, Antimicrobial Food Packaging. *Food Technology*, **54** (3), 56-65 (2000).
6. J.H. Hotchkiss, Current and Future Trends in Active Packaging. *Memorias II Congreso RISEA-2000*, 39-51 (2000).
7. S. Ko, M.E. Janes, N.S. Hettiarachchy and M.G. Johnson, Physical and Chemical Properties of Edible Films Containing Nisin and Their Action Against *Listeria Monocytogenes*. *Journal of Food Science*, **66**, 1006-1011 (2001).
8. N.L. Rose, P. Sporns, M.E. Stiles and L.M. McMullen, Inactivation of Nisin by Glutathione in Fresh Meat. *Journal of Food Science*, **64** (5), 759-762 (1999).
9. J. Delves-Broughton. NISIN and Its Uses as a Food Preservative. *Food Technology*, **11**, 100-117. (1990)

# Relación entre defecton refractivo preoperatorio y los efectos secundarios postoperatorios en LASIK.

Jorge Eugenio Valdez García<sup>1</sup>, Miguel Angel García<sup>2</sup>, Gonzalo Bautista Carmona, Adriana Valle García, Cecilia Rámirez Assad, Teresa García Romero

## RESUMEN

- Propuesta: Establecer si existe relación entre el número de dioptrías preoperatorias de los pacientes sometidos a la cirugía correctiva LASIK, y la cantidad de efectos posteriores a la cirugía.
- Metodos: En un estudio retrospectivo , se encuestó a 20 pacientes seleccionados aleatoriamente cuyas edades se encontraron entre los 18 a 60 años . El instrumento utilizado fue un breve cuestionario que indagaba sobre datos como el grado de dioptría preparatoria, la presencia o ausencia de molestias postoperatorias, los tipos de molestias mas comunes que presentaron (Resequedad, destellos dificultad para ver de noche, vista cansada , sensible a la luz, ardor, dolor al parpadeo, sensible al polvo) asi como la actitud del paciente previa a la cirugía y su actitud despues del procedimiento
- Resultados : Se encontró un coeficiente de correlación de  $P=0.65$  entre el grado de dioptría preoperatoria y el número de molestias postoperatorias referidas por el paciente. De tal forma se considera que existe una relación de moderada a buena entre las variables estudiadas (Grado de dioptría, numero de molestias post lasik). El valor de correlación entre variables fue comprobado como de magnitud suficiente al obtenerse una  $T=3.62$  (prueba t de dos colas ).

Palabras clave: Cirugía Refractiva, LASIK, Laser, Cornea,Oftalmología

## 1. Introducción

En el tratamiento de los defectos refractivos la técnica LASIK (Laser Assisted In Situ Keratomileusis) ha tomado importancia en los últimos años por los resultados tan efectivos que arroja en el tratamiento de la miopía. Una de las grandes ventajas de LASIK es la escasa cantidad de efectos secundarios y la gran accesibilidad a la operación. Sin embargo existen pequeñas molestias postoperatorias dignas de considerar y que se podrían relacionar con la severidad de la miopía preoperatoria. Las estadísticas indican que LASIK tendrá un mayor auge y todo el material novedoso relacionado a este proceso quirúrgico correctivo será de gran utilidad. Sin embargo existen pocos estudios sobre el efecto en la calidad de vision y en particular sobre los efectos secundarios qyue puede ocasionar este tipo de procedimiento.

---

<sup>1</sup> Dr. Jorge E. Valdez García, Profesor División Ciencias dela Salud, ITESM, Campus Monterrey,

<sup>2</sup> Miguel Angel García Gonzalo Bautista Carmona, Adriana Valle García, Cecilia Rámirez Assad, Teresa García Romero Alumnos Escuela de Medicina División Ciencias de la Salud, ITESM, Campus Monterrey

El propósito de este estudio es establecer una relación entre la magnitud del defecto refractivo tratado y la prevalencia a largo plazo de efectos secundarios indeseables.

---

## **2. Metodología**

En un estudio retrospectivo se eligieron aleatoriamente a 20 pacientes, de los cuales se desconocía su grado de dioptría preoperatoria, que se sometieron a Lasik en un periodo no mayor de un año y se encontraban en un rango de edad de 18 a 60 años . Se utilizó una encuesta comprendida por 11 preguntas en las que se pedían datos como el grado de dioptría preoperatoria clasificada en dos subgrupos (alta miopía para aquellos pacientes con un grado  $\geq 5$  y baja miopía  $<5$  utilizándose para el estudio ojo de cada paciente que presentaba mayor grado de dioptría) , se cuestionó sobre la presencia o ausencia de molestias , los tipos de molestias que presentaba tipificadas postoperatorias menores tales como, resequedad, destellos dificultad para ver de noche, vista cansada , sensible a la luz, ardor, dolor al parpadeo, sensible al polvo, así mismo se incluyeron preguntas que tenían el objetivo de evaluar la actitud del paciente antes y después del procedimiento.

---

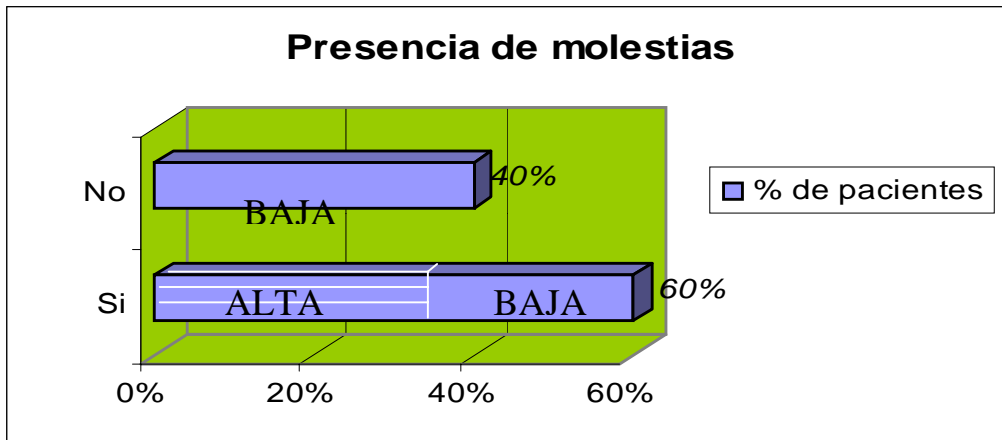
## **3. Resultados**

Los 20 pacientes encuestados se distribuyeron de la siguiente manera de acuerdo al grado de dioptría preoperatoria, en el subgrupo de baja miopía en un 65% y en el subgrupo de alta miopía en un 35%. Así mismo la muestra refirió un 40% no haber tenido molestia postoperatoria alguna, cabe mencionar que todos pertenecían al subgrupo de baja miopía, el 60% restante conformado por un 25% de pacientes del grupo de baja miopía y un 35% del de alta refirió molestias postoperatorias , la mayor frecuencia de molestias se presentó en pacientes con alta miopía (Tabla 1), las molestias postoperatorias más referidas fueron resequedad y visión nocturna afectada. A pesar de que el 60% de los pacientes presentaron molestias postoperatorias todos tuvieron una actitud positiva hacia el procedimiento antes y después del mismo .

La investigación arrojó una correlación entre el grado de dioptría preoperatoria y el número de molestias postoperatorias de  $P=0.65$  que indica una correlación de moderada a buena entre las variables de estudio . La magnitud del valor de correlación fue aceptable al obtenerse una  $T=3.62$  (prueba t de dos colas)

Paciente	Dioptías	Número de molestias
1	4	0
2	2	0
3	6	3
4	2	0
5	5.5	1
6	3.8	0
7	4	0
8	5	2
9	7	3
10	2.75	2
11	7.5	2
12	4.5	1
13	4.5	0
14	3.5	0
15	4	1
16	2.8	1
17	4.25	1
18	4.5	2
19	7	5
20	7	1

**Tabla 1.** Relacion de pacientes , grado de defecto refractivo y presencia de molestias visuales



**Fig. 1** Prevalencia de molestias de acuerdo a la magnitud del defecto refractivo

#### 4. Conclusiones

Lasik es un procedimiento que sin dunda alguna enumera multiples ventajas terapeuticas para la corrección de los diferentes grados de defectos refractivos especialmente altos grados **1,2,3,4** . Sin embargo existe la posibilidad de que la cirugia cause efectos postoperatorios severos tales como refiere Aras y sus colaboradores en su estudio donde establece una posible asociacion entre el desprendimiento de la retina y el procedimiento (Lasik)**9**. Por otro lado diversos estudios han concluido que no existe una relación de significancia entre lasik y un daño clínico de consideración hacia el endotelio corneal , el cual pudiese ser dañado por este tipo de procedimiento .

En lo referente a efectos que pudiesen ser catalogados como menores, Nakamura refiere en un estudio prospectivo de una muestra de 33 pacientes subclasificados en grupos de alta miopia (>6) y baja miopia (<6) que aquellos que tienen una dioptria de 6 o mas grados pueden presentar una notable disminucion en la agudez visual (CVA) en un 15% a 2.5% en cualquier periodo postoperatorio mientras que pacientes pertenecientes al grupo de baja miopia tuvieron una disminucion del CVA del 15% una semana despues de la operacion, la cual recobraron un

mes después. Y pacientes con una disminución de 2.5% a las 5 semanas postoperatorias tuvieron una recuperación del 100% de su CVA a los 3 meses **6**. En suma a ello Gierek describe en su estudio la presencia de cambios estructurales de la cornea como la disminución de la densidad de keratocitos en el stroma anterior **9**.

Otro de los estudios que relaciona de manera importante el grado de miopia preoperatoria con la presencia del efecto postoperatorio mas frecuentemente referido por los pacientes de nuestra investigacion es el de Aras C quien utilizando una muestra de 28 pacientes con miopia entre 6.37-18.25 sometidos a cirugia lasik unilateral , teniendo el otro ojo del paciente como control encontro una relación entre el grado de resequedad del ojo con un mayor grado de miopia . De esta forma el ojo operado tardaba un promedio de 21.0+/-3.55 segundos en lagrimear ante un estimulo en la cornea , mientras que el ojo control tardaba un promedio de 21.27+/-6.79 seg. El estudio concluyo que la secreción lagrimal disminuia despues de lasik probablemente en respuesta a la disminución de la sensibilidad corneal **5**.

En un estudio reciente sobre Laser in situ keratomileusis, Hori-Komai reporto una relación ente Lasik y un aumento del ancho de la fisura parpebral **7** .

Existen pocos estudios que relacionen la presencia de molestias postoperatorias menores con el grado de dioptría preoperatoria de los pacientes , sin embargo basados en estudios previos ya citados pareciese existir una tendencia entre el grado de dioptrias y la agudez de ciertos efectos postoperatorios **9,7,5** .

---

## 5. Referencias

1. Pallikaris IG, Siganos Ds. Excimer laser in situ Keratomileusis and photorefractive keratectomy for correction of high myopia. J Refract Corneal Surg 1994;10:498-510.
2. Fiander DC, Tayfour F. Excimer laser in situ keratomileusis in 124 myopic eyes. J Refract Surg 1995;11 (Suppl):234-238
3. Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Stathi EZ, et al. Laser in situ keratomileusis. Lasers Surg Med 1990; 10:463-8.
4. Perez-Santonja jj, Bellot J, Claramonte P, et al. Laser in situ keratomileusis to correct high myopia. Y Cataract Refract Surg 1997;23:372-85.
5. Author Aras C, Ozdamar ABahcecioglu H, Karacorlu M, Sener B, Ozkan S. Refract Surg 2000 May-Jun;16(3):362-4 Decreased tear secretion after laser in situ keratomileusis for high myopia.
6. Nakamura K, Bissen-Miyajima H, Toda I, Hori Y, Tsubota K. Effect of laser in situ keratomileusis correction on contrast visual acuity. Mar;27(3):357-61. J Cataract Refract Surg 2001 Mar;27(3):357-61
7. Author Hori-Komai Y, Toda I, Tsubota K. Laser in situ keratomileusis: association with increased width of palpebral fissure. Feb;131(2):254-5. Am J Ophthalmol 2001 Feb;131(2):254-5
8. Author Aras C, Ozdamar A, Karacorlu M, Sener B, Bahcecioglu H. Retinal detachment following laser in situ keratomileusis. Ophthalmic Surg Lasers 2000 Mar-Apr;31(2):121-5
9. Author Gierek-Ciaciura S, Mrukwa-Kominek E, Rokita-Wala I, Wygladowska-Promienska D. Structural changes in the cornea after LASIK-u during the early postoperative period, Source Klin Oczna 2000;102(5):335-8.



## Endothelial Changes in Deep Intra-Stromal Photorefractive Ablation

Jorge E. Valdez, MD, MA, Mario Castillo-Sang,

### ABSTRACT

**Purpose:** In a previous preliminary report we found some changes in the endothelial morphometry apparently related to the deep of the ablation during the photorefractive procedure. The aim of this study was to asses endothelium behavior after a laser in situ keratomileusis (LASIK), procedure in which the ablation depth is significant.

**Setting:** Instituto de Oftalmología, Fundación Conde de Valenciana, Mexico City.

**Methods:** All cases of LASIK were evaluated prospectively with contact specular microscopy (Cooper VisionPro-Cem 4v) preoperatively at the first month, third and sixth months of postoperative follow up. The endothelial cell layer morphometry was analyzed with the Bioptics-BAMBI system. Ultrasound pachimetry was obtained at the same time intervals. In all cases the LASIK procedure was realized in the same way. The first step was to obtain a 150 microns cap with an automated microkerotome. The ablation was performed in the stromal bed with an excimer laser Aesculap Meditech Mel 60 (Germany).

**Results:** We studied 48 cases with a mean age of 24 years (sd 7.1) and a preoperative manifest refraction of  $-10.98$  of spherical component and  $-2.58$  of cylindrical component. The mean preoperative pachimetry was  $543\mu\text{m}$  (sd 53.3), at the first month was  $472\mu\text{m}$ , during the third month was 504 and at the sixth was 508. The average planed ablation was  $85\mu\text{m}$ . The cell densities (cells x sq.mm) were as follow: preoperative 2773 (sd 314), at the first month 2695 (sd 273), third month 2600 (sd 294) and 3690 at the sixth month. The endothelial cell loss was not statistically significant ( $p=0.35$ , ANOVA). Three cases of high endothelial cell loss occurred due to complicated procedures.

---

<sup>1</sup> Jorge E. Valdez García. Profesor División Ciencias de la Salud ITESM Campus Monterrey

<sup>2</sup> Mario Castillo-Sang. Alumno División Ciencias de la Salud ITESM Campus Monterrey

**Conclusions:** Our data suggest that although, the ablation during LASIK is significantly deep (235 $\mu$ m approx.) the endothelial loss is not significant. Our opinion is that the LASIK procedure may be a safe way to treat moderate-high myopia. @

## 1. Introduction

Laser In Situ Keratomileusis is being used more frequently for the correction of high degrees of myopia due to its high positive outcomes and low risks for the patients. With the more continuous use of Laser In Situ Keratomileusis (LASIK), knowledge of its effects and of the evolution of the cornea after the treatment becomes a priority. Many investigators in clinical trials have studied the effects on the corneal endothelium. Changes have been reported by some studies<sup>1,2</sup> while others have reported insignificant variation after the use of Laser In Situ Keratomileusis (LASIK) technique.<sup>3-6</sup>

In a previous preliminary report<sup>7</sup> we found some changes in the endothelial morphometry apparently related to the depth of the ablation during the photorefractive procedure. Laser In Situ Keratomileusis will become the most used resource in the treatment of myopia. The fact that the Laser In Situ Keratomileusis (LASIK) technique requires significantly deep ablation would suggest that the risk of damage to the corneal endothelium is large. Nonetheless, this idea is refuted not only by our study but also by others, whose results point to LASIK as being a safe procedure in the treatment of myopia.

The aim of our investigation was to assess the behavior of the corneal endothelium after the use of the LASIK technique to treat high myopia. The technology and techniques have improved since the first publications showing the results of clinical trials, which studied the effects on corneal endothelium of LASIK.

We measured three parameters: cell densities, pachimetry and endothelial cell morphometry.

## 2. Patients, Materials and Methods

A cohort of 48 patients who met the inclusion criteria for a clinical trial was assembled. The patients were of different sex; older than 18 years of age, and with a preoperative refraction of  $-10.98$  of spherical component and  $-2.58$  of cylindrical component. Only patients suffering from corneal pathologies or other ophthalmic abnormalities were excluded from the study. All patients were selected from the cornea department of the Instituto de Oftalmología "Fundación Conde de Valencia", and granted their informed consent.

These patients underwent Lasik to correct their myopia. All patients were evaluated preoperatively with contact specular microscopy (Cooper VisionPro-Cem 4v). A preoperative pachimetry was also performed on all the patients.

The LASIK procedure was carried out in the same way on all 48 patients of the study. The first step was to obtain a cap of 150 microns with the use of an automated microkeratome. A mean of 4,402 pulses (N=24, sd 1,294) was used, an a mean ablation depth of 85 (N=29, sd 24) was performed. After that, the ablation was performed in the stromal bed with an excimer laser Aesculap Meditech Mel 60 (Germany). The average programmed ablation was  $85\mu\text{m}$ .

One month after the surgical intervention all 48 patients were evaluated again with contact specular microscopy (Cooper VisionPro-Cem 4v); the endothelial cell layer morphometry was analyzed using a Bioptics-BMBI, (Ar. Mass) system; ultrasound pachimetry was also carried out on each patient. These three studies were repeated on all the members of the cohort in the third and sixth month after the LASIK treatment.

### **3. Results**

Mean pachimetry in the first month after the photorefractive ablation was  $472\mu\text{m}$ . In the third month this same measurement was  $504\mu\text{m}$  and by the sixth month it changed to  $508\mu\text{m}$ . The values show that though in the first month the pachimetry figures decreased, by the sixth month they had risen (Table 1.1). The cell densities, which preoperatively had a mean of 2773 cells x sq.mm, resulted in 2695 cells x sq.mm (sd 273) in the first month after the ablation. In the third month the cell density changed to 2600 cells x sq.mm (sd 294) and finally in the sixth month

the value was 3690 cells x sq.mm (Table 1.2). There was an immediate decrease in the cell densities following the ablation; this decrease continued by the third month and finally, in the sixth month, it returned to a value higher than that prior the ablation.

Poligonality measured as the percentage of hexagonal cells yielded results of 59% in the first month, 58% in the third month, and finally 59% again in the sixth month. The variation coefficient of endothelial cells was 10.12 in the first month, 11.3 in the third month, and 9.2 in the sixth month. Meanwhile the preoperative value was of 11.32. The endothelial morphometry demonstrated no significant changes in the structure of the corneal endothelium.

We found that the endothelial cell loss was not statistically significant with a  $p=0.35$ . ANOVA. Three of the 48 patients presented endothelial loss as a result of complications during the procedures.

#### **4. Discussion**

The data resulting from our investigation suggests that endothelial loss has no statistical significance after laser in situ keratomileusis, even though ablation is deep in the procedure. Based on these results we believe that LASIK is a safe procedure to be used in the treatment of moderate to high myopia. Similar outcomes were found by Jones et al in their work,<sup>8</sup> after which they concluded that LASIK appears not to cause of any significant adverse effect on the corneal endothelial cell densities nor on their morphology. Nonetheless our study has the advantage of covering a longer period of follow-up of the patients (Jones et al's only followed patients for 12 weeks). It must be said, however, that different parameters were taken into consideration in these studies.

On the other hand a study on the same subject by Trocmé et al<sup>1</sup> pointed out statistically significant changes in the central and peripheral endothelial cell densities besides other morphological features which probably resulted from the LASIK procedure. However, the possibility exists that these changes in cell densities and morphological features were caused by the discontinuation of contact lenses in the majority of their subjects, as the investigators themselves point it out in this particular case; although the study by Trocmé had the advantage of

a longer follow-up period (12 months). Nevertheless, the relationship of LASIK and the endothelial changes in question remain obscure due to the possibility that the changes were a result of the discontinuation of contact lenses. In yet another study by Perez-Santoja et al<sup>9</sup> LASIK was found to cause no damage to the central corneal endothelium. It is worth saying that in this study the improvement of the endothelial cell densities and morphometric indexes was related to the discontinuation of contact lenses.<sup>10,11</sup> Once again the influence of contact lens discontinuation on endothelial cell change remains unresolved. Given that our study was free of patients who had previously used contact lenses, we can establish a clearer relationship between LASIK and the possible changes of corneal endothelium. Our results suggest that there is no causal relationship between the LASIK technique and changes in corneal endothelium.

Nonetheless, we cannot address the issue of contact lens participation as a cause of improvement or damage to endothelial cells of the cornea after LASIK. This remains a field of opportunity to be exploited which will allow us to determine the exact effects of LASIK on the endothelial cells. Once again the follow-up period span remains an aspect to be expanded upon. Longer follow-up studies will help us ascertain better the consequences of LASIK on the endothelial cells.

## 5. References

- <sup>1</sup> Trocmé SD, Mack KA, Gill KS, et al. Central and Peripheral Endothelial Cell Changes After Excimer Laser Photorefractive Keratectomy for Myopia. ARCH OPHTHALMO/VOL 114, AUG 1996
- <sup>2</sup> Stulting RD, Thompson KP, Lynn MJ. The effect of excimer laser photorefractive keratectomy (PRK) on the human corneal endothelium. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1995;36:S1062. ARVO abstract.
- <sup>3</sup> Amano S, Shimizu K. Corneal Endothelial changes after excimer laser photorefractive keratectomy. Am J Ophthalmol. 1993; 116:692-694.
- <sup>4</sup> Pérez-Santonja JJ, Meza J, Moreno E, García-Hernández MR, Zato MA. Shortterm corneal endothelial changes after photorefractive keratectomy. J Refract Surg. 1994;10:137-141.
- <sup>5</sup> Stulting RD, Thompson KP, Waring GO, Lynn M. The effects of photorefractive keratectomy on the corneal endothelium. Ophthalmol Vis Sci 1996;37(3, suppl):84.
- <sup>6</sup> Mardelli PG, Peekenga LW, Matta CS, Hyde LH, Gira J. Corneal endothelial status 12 to 55 months after excimer laser photorefractive keratectomy. Ophthalmology 1995;102:544-459.
- <sup>7</sup> Rodriguez L, Moreno L, Valdez J, et al. Endothelial Changes related to corneal depth and ablation with different myopia levels. Invest Ophthalmol U.S. Sep. 1995; 35(4), 704.
- <sup>8</sup> Jones SS, Ramzy GA, Cristol SM, et al. Effects of Laser In Situ Keratomileusis (LASIK) on the Corneal Endothelium. American Journal of Ophthalmology, April 1998.
- <sup>9</sup> Pérez-Santonja JJ, Sakla HF, et al. Evaluation of Endothelial Cell Changes 1 Year After Excimer Laser In Situ Keratomileusis.

<sup>10</sup>Carones F, Brancato R, Venturi E, Morico A. The corneal endothelium after myopic excimer laser photorefractive keratectomy. Arch Ophthalmol. 1994; 112:920-924.

<sup>11</sup>Cmardelli PG, Piebenga LW, Matta CS, et al. Corneal endothelial status 12 to 55 months after excimer laser photorefractive keratectomy. Ophthalmology. 1995;102:544-549.

<b>Table 1.1</b>		
<b>Corneal Thickness</b>		
<b>Time of Measurements</b>	<b>Pachimetry (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Standard Deviation</b>
Prior to Ablation	543	53
One month after ablation	472	64
Three months after ablation	504	72
Six months after ablation	508	63

<b>Table 1.2</b>		
<b>Celular Densities</b>		
<b>Time of Measurements</b>	<b>Cell Densities (cells x sq.mm)</b>	<b>Standard Deviation</b>
Prior to Ablation	2773	314
One month after ablation	2695	273
Three months after ablation	2600	294
Six months after ablation	2690	250

<b>Table 1.3</b>						
<b>Endothelial Cell Loss: mean loss in ablation groups</b>						
<b>Ablation Groups</b>	<b>First month</b>		<b>Third month</b>		<b>Sixth month</b>	
	Percentag e	Sd	Percenta ge	sd	Percenta ge	Sd
Group 1	99.1	10.6	4.4	5.3	4.3	2.3
Group 2	62.8	13.5	5.3	1.6	5.7	0.14

## References

- <sup>1</sup> Trocmé SD, Mack KA, Gill KS, et al. Central and Peripheral Endothelial Cell Changes After Excimer Laser Photorefractive Keratectomy for Myopia. ARCH OPHTHALMO/VOL 114, AUG 1996
- <sup>2</sup> Stulting RD, Thompson KP, Lynn MJ. The effect of excimer laser photorefractive keratectomy (PRK) on the human corneal endothelium. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1995;36:S1062. ARVO abstract.
- <sup>3</sup> Amano S, Shimizu K. Corneal Endothelial changes after excimer laser photorefractive keratectomy. Am J Ophthalmol. 1993; 116:692-694.
- <sup>4</sup> Pérez-Santonja JJ, Meza J, Moreno E, García-Hernández MR, Zato MA. Shortterm corneal endothelial changes after photorefractive keratectomy. J Refract Surg. 1994;10:137-141.
- <sup>5</sup> Stulting RD, Thompson KP, Waring GO, Lynn M. The effects of photorefractive keratectomy on the corneal endothelium. Ophthalmol Vis Sci 1996;37(3, suppl):84.
- <sup>6</sup> Mardelli PG, Peekenga LW, Matta CS, Hyde LH, Gira J. Corneal endothelial status 12 to 55 months after excimer laser photorefractive keratectomy. Ophthalmology 1995;102:544-459.
- <sup>7</sup> Rodriguez L, Moreno L, Valdez J, et al. Endothelial Changes related to corneal depth and ablation with different myopia levels. Invest Ophthalmol U.S. Sep. 1995; 35(4), 704.
- <sup>8</sup> Jones SS, Ramzy GA, Cristol SM, et al. Effects of Laser In Situ Keratomileusis (LASIK) on the Corneal Endothelium. American Journal of Ophthalmology, April 1998.
- <sup>9</sup> Pérez-Santonja JJ, Sakla HF, et al. Evaluation of Endothelial Cell Changes 1 Year After Excimer Laser In Situ Keratomileusis.
- <sup>10</sup> Carones F, Brancato R, Venturi E, Morico A. The corneal endothelium after myopic excimer laser photorefractive keratectomy. Arch Ophthalmol. 1994; 112:920-924.
- <sup>11</sup> Mardelli PG, Piebenga LW, Matta CS, et al. Corneal endothelial status 12 to 55 months after excimer laser photorefractive keratectomy. Ophthalmology. 1995;102:544-549.

# **<sup>1</sup>Estudio epidemiológico de agudeza visual en el Tec de Monterrey**

Jorge Eugenio Valdez García, Filiberto Cedeño Laurent , Luis Raúl Garza Ramírez, Luis Jian Mo

## **Resumen**

La investigación que realizamos consiste en la comprobación de la hipótesis que sostiene que la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey tiene una prevalencia alta de defectos refractivos no corregidos adecuadamente, para esto nos valimos del Meditec que reunió una muestra de 98 pacientes a los que se les aplicaron pruebas de agudeza visual para ver si su defecto estaba bien corregido. Los resultados dieron una prevalencia de defecto corregido no adecuadamente corregido (tomando esto como visión 20|20) en el ojo derecho de 39.79% y de 36.73% en el ojo izquierdo, lo cual confirma la hipótesis planteada.

The investigation we made consists in proving the hypothesis that holds that the population of the Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey has a high prevalence of non well corrected refractive defects; in order to do so, we used the Meditec, an event that brought a sample of 98 patients. Visual acuity explorations were made to these people in order to see if their defect was effectively corrected. The results show that the prevalence of non well corrected refractive defects (taking this as 20|20 vision) in the right eye was 39.79% and in the left eye 36.73%; facts that confirm the hypothesis we proposed.

## **1.Introducción**

Los defectos refractivos en la población universitaria del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Monterrey afectan a la tercera parte de esa institución. Por ese motivo, nosotros quisimos hacer una investigación que probara que los defectos refractivos en la población universitaria no están corregidos adecuadamente, lo que puede ser de mucha ayuda para promover campañas de revisión de la agudeza visual más frecuentes y de esta manera mantener una mejor salud visual en la institución universitaria . Nuestra hipótesis es que la prevalencia de defectos refractivos no corregidos adecuadamente en la población universitaria que asiste a Meditec es alta. El Meditec es un evento que se hace anualmente en el Tecnológico de Monterrey, tiene una asistencia de alrededor de 5000 personas, dura dos días y se enfoca a proporcionar un servicio médico preventivo a la comunidad universitaria (1,2,3,4). En una investigación exhaustiva en el Internet y en varias revistas médicas especializadas en oftalmología pudimos notar que hay muy pocas investigaciones que se ha enfocado en la incidencia o la prevalencia de defectos refractivos en una población universitaria, por lo que nosotros abriremos con la nuestra un estudio amplio que puede ser bastante benéfica para nuestra comunidad (5,6).

<b>Palabras clave:</b> Defecto refractivo, Miopía, Hipermetropía, Astigmatismo
--

## **2. Metodología**

### **Definición del problema**

---

<sup>1</sup> Jorge Eugenio Valdez García, Profesor División Ciencias de la Salud ITESM Campus Monterrey

2.Filiberto Cedeño Laurent , Luis Raúl Garza Ramírez, Luis Jian Mo, Alumnos División Ciencias de la Salud ITESM Campus Monterrey



¿Cuál es la prevalencia de defectos refractivos no corregidos adecuadamente en la población universitaria que asiste a Meditec ?

### **Objetivos**

Dentro de nuestros objetivos está el demostrar que la prevalencia de defectos refractivos no corregidos adecuadamente es alta en la población universitaria del Tecnológico de Monterrey mediante la revisión de la agudeza visual en los individuos que presenten lentes o lentes de contacto.

### **Definición de la población objetivo**

#### *Características generales*

Nuestra población de interés se enfocará en la población universitaria que asista al Meditec y que tenga lentes o lentes de contacto

#### *A) Criterios de inclusión*

Estudiantes o personal docente del tecnológico de Monterrey cuya edad varíe entre los 18 y los 50 años

La población debe usar en ese momento lentes o lentes de contacto

#### *B) Criterios de exclusión*

Toda aquella persona que sea ajena a la institución, y que tenga una vista de 20|20 o que quede fuera de los límites de edad

#### *C) Criterios de eliminación*

Toda aquella persona que haga trampa

Toda aquella persona que use lentes o lentes de contacto pero que no los tenga en ese momento

Toda aquella persona que no entienda las instrucciones

### **Variables:**

Sexo

Utilización de algún método de corrección visual

Agudeza visual

Defecto de refracción presente

### **Diseño de la Investigación:**

#### *Clasificación del Estudio*

No experimental de tipo transversal (prevalencia)

#### *Lugar y fecha*

Instalaciones del Campus Monterrey del ITESM los días 10 y 11 de abril del 2000

#### *Tamaño de la Muestra*

De los 348 pacientes examinados ese día solamente se cuenta con 98 pacientes que cumplen con los criterios anteriormente establecidos, por lo que n=98.

#### *Método de colección de participantes*

Voluntarios en su totalidad.

#### *Método y unidades de medición*

Los voluntarios fueron sometidos a un cuestionario previo a la medición de su agudeza visual. El cuestionario incluía las siguientes preguntas:

- 1) Nombre
- 2) Sexo
- 3) Defecto visual
- 4) Utilización de algún método correctivo

Posteriormente se pasaba a la medición de la agudeza visual, la cual se hacía con el cartón apropiado con el que se mide la agudeza visual con una graduación que iba desde 20|400 a 20|20 o vista perfecta a una distancia de 3 metros. Los pasos fueron los siguientes:

- 1) Medición de la agudeza visual ojo derecho sin corrección
- 2) Medición de la agudeza visual ojo izquierdo sin corrección
- 3) Medición de la agudeza visual ojo derecho con corrección
- 4) Medición de la agudeza visual ojo izquierdo con corrección

Todos los datos se incluían en una base de datos tipo Access y los datos se pasaban a contabilizar a una hoja de cálculo tipo Excel para su análisis estadístico.

### 3. Resultados

universo=348

#### Agudeza Visual Ojo Derecho Sin Corrección

20|20= 51.4%  
 20|26= 20.1%  
 20|30= 8.9%  
 20|40= 8.3%  
 20|50= 2%  
 20|60= 0.5%  
 20|80= 0.2%  
 20|100= 2%  
 20|140=0.8%  
 20|200= 0.2%  
 20|400= 0.8%

No se pudo medir debido a lente de contacto=4.3%

#### Agudeza Visual Ojo Izquierdo Sin Corrección

20|20= 56.3%  
 20|26= 25%  
 20|30= 2.5%  
 20|40= 3.7%  
 20|50= 1.4%  
 20|60= 1.4%  
 20|80= 1.7%  
 20|100= 2.5%  
 20|140=0.2%  
 20|200= 0.2%  
 20|400= 0%

No se pudo medir debido a lente de contacto=4.3%

#### Agudeza Visual Ojo Derecho Con Corrección

20|20= 60.2%  
 20|26= 27.55%  
 20|30= 8%  
 20|40= 3%  
 20|50= 1%  
 20|60= 0

#### Agudeza Visual Ojo Izquierdo Con Corrección

20|20= 63.26%  
 20|26= 26.5%  
 20|30= 7%  
 20|40= 3%  
 20|50= 0  
 20|60= 0

De los 348 individuos que se examinaron solo se obtuvo una muestra de 98; los que contaban con algún defecto refractivo y traían en ese momento sus lentes o lentes de contacto. Vale la pena mencionar que del universo se tuvieron que excluir 19 pacientes quienes padecían de algún defecto refractivo pero no traían su elemento correctivo en ese momento.

De los 98 pacientes el 82.65% usaban lentes, el 15.3% utilizaban lentes de contacto por lo que a estos no se les pudo medir la agudeza visual sin instrumento correctivo y el 2.04% utilizaban lentes y lentes de contacto pero en ese momento traían lentes. De esos 98 pacientes el 45.91% tienen miopía sola, el 11.22% astigmatismo, el 5.1% hipermetropía, el 32.65% miopía/astigmatismo, el 2.04% hipermetropía/astigmatismo, el 1.02% miopía/hipermetropía/astigmatismo y el 2.04% restante no recordaba su padecimiento.

#### **4. Conclusiones**

De toda la población universitaria en la que se revisó agudeza visual los días 11 y 12 de abril del año 2000 en el MEDITEC se puede observar que el 51.4% tienen una vista perfecta en el ojo derecho y 56.32% tienen una vista perfecta en el ojo izquierdo por lo que nuestra investigación solamente se limitó a revisar a 98 pacientes (28.16%). Vale la pena mencionar que se excluyeron 19 (5.46%) pacientes que aunque tenían un defecto refractivo no traían sus lentes o lentes de contacto y 20 pacientes se fueron a casa con la nueva noticia de que tienen que visitar un oftalmólogo pues necesitan una revisión más profunda.

De nuestra muestra objetivo y después de haber hecho las pruebas de agudeza visual en ambos ojos concluimos que el 60.20% llegaron a tener una visión perfecta con su elemento correctivo en el ojo derecho y que el 63.26% llegaron a tener una visión perfecta con su elemento correctivo en el ojo izquierdo. Por lo que el porcentaje de la población universitaria que tiene un defecto refractivo no corregido adecuadamente es del 39.79% en el ojo derecho y en el ojo izquierdo de 36.73 lo que indica que la prevalencia es alta como nosotros habíamos propuesto en nuestra hipótesis nula por lo que esta se confirma(3).

La investigación que realizamos tiene varios sesgos que podemos encontrar en la colección de participantes pues absolutamente todos fueron voluntarios y pudimos notar que la gran mayoría de la gente que tiene algún elemento correctivo ya sean lentes o lentes de contacto piensa que su graduación es la adecuada o tiene miedo de hacerse la prueba por temor de que su graduación ya haya aumentado.

Otro sesgo que encontramos es que el porcentaje de personas que tienen su ojo izquierdo mejor que el derecho es más alto y esto se puede deber a la memorización previa de la línea aunque nosotros para evitar ese tipo de trampa les pedíamos que leyeran las líneas de derecha a izquierda, aunque aún así creemos que hay sesgo. Aunque consideramos que la investigación es confiable (6,7,8).

Para concluir mencionamos que en el Tecnológico de Monterrey Campus Monterrey hay un gran porcentaje de estudiantes foráneos que por falta de tiempo o por falta de alguien que los atienda dejan que problemas como los de tipo refractivo avancen y disminuyan sus capacidades, eso lo podemos ver con el hecho de que el 5.7% de la población que asistió a hacerse la prueba y que desconocía cualquier tipo de problema refractivo en su persona ahora tiene que ir a un oftalmólogo a revisarse más profundamente, pero la relación de las causas arriba mencionadas con la prevalencia de defectos no corregidos y no corregidos adecuadamente puede ser motivo de una nueva investigación.

#### **5. Bibliografía**

1. Smith JL, Taxal DSR: Ocular manifestations in presbicia. Trans Am Acad Ophthalmology 1962 66:659-664

2. Snell Richard, Neuroanatomía Clínica, Cuarta Edición 1999.
  3. Adams, Víctor, Neurology: Principles of, Third Edition pp. 379 1993
  4. Olivo Eusebio, Manual de Estadística Básica, pp. 720-729 1995.
  5. Muttido; Zadnik K; Adams AJ; A video technique for phakometry of the human crystalline lens, Investigative Ophthalmology and Visual Science 1992;33:1771-1782 : 92218137
  6. Zadnik; Mutti DO; Adams AJ; The repeatability of measurement of the ocular components, Investigative Ophthalmology and Visual Science 1992;33:2325-2333 : 92299483
  7. Wallace<sup>2</sup>, JJ; Zadnik K; Mutti DO; Validity of surveys reporting myopia, astigmatism, and presbyopia, Optometry and Vision Science 1996;73:376-381 : 96401272  
[http://www.eyenet.org/public/faqs/refractive\\_errors\\_faq.html](http://www.eyenet.org/public/faqs/refractive_errors_faq.html)  
[http://www.nei.nih.gov/neitrials\\_script/studydtl.asp?id=9](http://www.nei.nih.gov/neitrials_script/studydtl.asp?id=9)
-



# Hospital San José-Tec de Monterrey

## Comparación de dos Cámaras de Recolección en Aféresis Plaquetaria

Elaborado por:  
Dr. Abraham F. Hernández Sandoval  
Dr. Rogelio Cazares Taméz  
Q.B.P. Luis Morales Ordóñez  
Q.C.B. Guillermo Romero Garza

Monterrey N. L.

Septiembre de 2002

# Comparación de dos Cámaras de Recolección en Aféresis Plaquetaria

## I Resumen

### Introducción

La aféresis plaquetaria es en la actualidad un procedimiento de gran utilidad en el tratamiento de pacientes con trombocitopenia. Su empleo se ha incrementado notablemente en los últimos años. Uno de los factores que están relacionados con una mayor cosecha de plaquetas en los concentrados plaquetarios obtenidos por aféresis es el uso de cámaras de recolección de alta eficiencia en el equipo Baxter®, el cual empleado durante estos procedimientos.

Este trabajo tiene por objetivo comparar la eficiencia de recolección de plaquetas entre dos cámaras de colección en una máquina de aféresis de flujo continuo marca Baxter® CS 3000 Plus.

### Metodología

Se realizaron 67 procedimientos de aféresis plaquetaria entre Abril 2001 y Agosto 2002 utilizando un equipo de aféresis marca Baxter CS 3000 Plus y CS 3000 Plus con sistema Access de doble acceso y cámaras de recolección A-35 o PLT-30. Se comparó la cantidad total de plaquetas obtenido por unidad de aféresis plaquetaria y la eficiencia de recolección de estas por ambas cámaras (51 con A-35 y 16 con PLT-30).

### Resultados

El promedio de la cantidad total de plaquetas recolectadas por unidad de aféresis en la cámara A-35 fue de  $2.78 \times 10^{11}$  (rango de 1.20 a 3.95) y de  $3.28 \times 10^{11}$  (rango de 2.15 a 4.24) con la cámara PLT-30. El promedio de eficiencia de recolección de plaquetas por unidad de aféresis en la cámara A-35 fue de 35.81 % (rango de 14.52 a 51.03) y de 42.14 % (rango de 27.43 a 56.43) con la cámara PLT-30.

### Conclusiones

La cantidad de plaquetas recolectadas por unidad de plaquetoféresis y la eficiencia de recolección fueron mayores en el grupo de pacientes en que se utilizó la cámara de recolección PLT-30 comparada con la A-35, por lo que se sugiere el uso de la cámara PLT-30 de manera rutinaria en el banco de sangre del Hospital San José-Tec de Monterrey.

## **II Introducción**

### **Antecedentes**

El banco de sangre es un departamento necesario en el ambiente hospitalario actual, ya que es el banco de sangre quien proporciona los hemoderivados necesarios para la atención de los pacientes que así lo requieran. En el banco de sangre se realizan procedimientos para obtener hemoderivados que cumplan con la normatividad nacional, y es de esta manera que cumple funciones de atención a donadores de sangre, análisis y procesamiento de la sangre donada, realización de estudios pretransfusionales además de su conservación y emisión para su posterior transfusión.

Uno de los servicios brindados por el banco de sangre es el servicio de aféresis. La aféresis es un término derivado del griego que significa separar o sacar. En la aféresis la sangre es removida de un donador o paciente, separada en sus componentes, de los cuales uno o más son retenidos y el resto de los elementos son retornados al donador o paciente. La aféresis puede ser usada para colectar un componente sanguíneo necesario para transfusión o para tratar la enfermedad de un paciente por la remoción de un componente patológico.

Los procedimientos de aféresis varían de acuerdo a la planeación del componente que se vaya a cosechar y al equipo utilizado, el tiempo requerido para llevar a cabo un procedimiento puede variar, pero por lo general va de 90 a 180 minutos. Según el tipo de equipo que se utilice, el procedimiento puede ser realizado en un sistema abierto, en el cual el producto obtenido tiene un período de vigencia de 24 horas o en un sistema cerrado el cual es de 5 días.

Según el equipo que se utiliza, los procedimientos pueden realizarse en un sistema de flujo continuo o de flujo intermitente, en el primero, el equipo utilizado procesa de manera ininterrumpida la sangre donada y en el segundo se colecta cerca del 10% de la sangre del donador, la cual es procesada en ciclos al final de los cuales el componente deseado es derivado a una bolsa colectora.

La plaquetoféresis es la remoción de plaquetas de un donador con el retorno de eritrocitos, leucocitos y plasma, en donde un donador se conecta a un equipo de aféresis vía una o varias venas periféricas, la sangre del donador es entonces extraída por una de ellas a una velocidad determinada (de ordinario 40-80 ml/min), mezclada con anticoagulante, procesada por centrifugación y las plaquetas recolectadas, la sangre procesada es retornada nuevamente al donador por otra vena periférica. Las plaquetas son separadas selectivamente y retenidas en una bolsa colectora, un procedimiento de rutina dura de 60 a 150 minutos. Si el producto se prepara en un sistema cerrado se puede almacenar por 3 a 5 días. Las plaquetas deben mantenerse a temperatura ambiente entre 20-24 C en agitación continua suave. Si el producto se prepara en un sistema abierto, este debe transfundirse en un lapso menor de 24 horas.

Las unidades de plaquetas obtenidas de la sangre total de varios donadores o aquellas obtenidas por aféresis son utilizadas en pacientes con trombocitopenias o trombocitopatías de manera profiláctica o terapéutica según indicaciones precisas con objeto de disminuir el sangrado o el riesgo a éste. Una unidad de plaquetas obtenidas por aféresis puede aumentar la cuenta de plaquetas en un adulto de 70 Kg de 30 mil a 60 mil/ $\mu$ L.

Entre las ventajas que ofrece este procedimiento se encuentran:

- Menor riesgo de transmisión de enfermedades.
- Menor riesgo de aloinmunización.
- Menor riesgo de contaminación con leucocitos.
- Obtención de la dosis óptima para el paciente.

Es por eso que la aféresis plaquetaria como procedimiento empieza a tener una demanda creciente en el ambiente hospitalario.

En cuanto a plaquetoféresis, se ha obtenido una mayor duración en la corrección del sangrado en aquellos pacientes que reciben unidades con un mayor número de plaquetas. Los factores que están relacionados con una mayor cosecha de plaquetas en aféresis son los siguientes: volumen sanguíneo procesado, cuenta plaquetaria preaféresis, dilución del anticoagulante empleado, calibre de venas del donador, velocidad del flujo sanguíneo durante el procedimiento y eficacia del equipo empleado durante la recolección.

Recientemente una de las compañías fabricantes de equipos de aféresis (Baxter ®) diseñó una cámara diferente de recolección de plaquetas en su equipo CS 3000 Plus llamada PLT-30 con la que se puede variar el volumen plasmático recolectado y presenta una mayor eficiencia de recolección que la cámara tradicionalmente usada llamada A-35 de acuerdo a algunos estudios.

Debido a que en México los equipos Baxter son los equipos más ampliamente utilizados, es necesario un estudio comparativo entre el uso de las cámaras de recolección empleadas por esta casa fabricante para sugerir su uso de rutina en el trabajo habitual del banco de sangre.

## **Planteamiento del problema**

La aféresis plaquetaria es en la actualidad un procedimiento de gran utilidad en el tratamiento de pacientes con trombocitopenia. Su empleo se ha incrementado notablemente en los últimos años. Se ha demostrado una mayor duración del tiempo de corrección del sangrado en pacientes que reciben concentrados plaquetarios con una mayor cantidad de plaquetas. Uno de los factores que están relacionados con una mayor cosecha de plaquetas en los concentrados plaquetarios obtenidos por aféresis es el uso de cámaras de recolección de alta eficiencia en el equipo empleado durante estos procedimientos.

Debido a que en México los equipos de aféresis Baxter ® son los equipos más ampliamente utilizados, es necesario un estudio comparativo de la eficiencia de recolección entre las cámaras de colección empleadas por esta casa fabricante para sugerir su uso de rutina en el banco de sangre.

## **Objetivo del estudio**

Comparar la eficiencia de recolección de plaquetas entre dos cámaras de colección en una máquina de aféresis de flujo continuo marca Baxter® CS 3000 Plus.



## **Justificación del estudio**

El estudio comparativo del porcentaje de eficiencia de dos cámaras de recolección de aféresis plaquetaria en un equipo de flujo continuo, el cual es comúnmente usado en México, es necesario para establecer su uso apropiado en el trabajo de rutina del banco de sangre.

## **Planteamiento de la hipótesis**

La cámara de recolección PLT-30 presenta mayor eficiencia de colección de plaquetas que la cámara A-35 en el equipo de aféresis de flujo continuo marca Baxter® CS 3000 Plus.

## **III Marco Teórico**

Las plaquetas son pequeñas células anucleadas de la sangre periférica, las cuales tienen forma de disco y miden en promedio 2-4 micras de diámetro y 0.6-1.3 de grosor, su función consiste en taponear rápidamente cualquier solución de continuidad producida en el endotelio vascular, mediante la formación de acúmulos plaquetarios capaces de obstruir estas lesiones.

Se originan en la médula ósea a partir de citoplasma de una célula muy grande llamada megacariocito, por lo que son anucleadas y tienen una vida media de 9 a 12 días, periodo en que cumplen su función atravesando miles de vasos sanguíneos, ayudando a mantener la integridad del endotelio vascular.

Las plaquetas externamente tienen un aspecto liso, pero con aberturas de un sistema de canalizaciones membranosas que comunican a toda la plaqueta, semejando a una esponja. Ultraestructuralmente las plaquetas se dividen en tres zonas bien diferenciadas con actividades funcionales específicas: periférica, intermedia y de organelos.

En resumen hemos de decir que las plaquetas tienen una función importante en la integridad del sistema vascular y por tanto la salud del individuo; por otro lado hay padecimientos en los cuales las plaquetas sufren alteraciones cuantitativas o cualitativas que hacen al individuo o paciente más propenso a sufrir hemorragias, es por eso que la transfusión de plaquetas en estos casos resulta de utilidad.

Las unidades de plaquetas pueden ser obtenidas mediante la donación de sangre de donadores sanos por medio de dos procesos: 1) Obtención de concentrados plaquetarios por medio de procesamiento de unidades de sangre total y 2) Obtención de una unidad de aféresis plaquetaria.

El método de preparación de concentrados plaquetarios a partir de sangre entera de acuerdo a la Asociación Americana de Bancos de Sangre es el siguiente:

1. Centrifugar la sangre 2000 g x 5 minutos a 20° C.
2. Extraer el plasma rico en plaquetas hacia la bolsa de transferencia destinada para el almacenamiento de las plaquetas.
3. Centrifugar el plasma rico en plaquetas 5000g x 5 minutos a 20° C.
4. Extraer el plasma pobre en plaquetas dejando 45-60 ml de volumen final.

Debido a que en algunos niños y adultos la dosis necesaria de plaquetas es suficientemente grande para ser completada por una unidad obtenida por procesamiento de una sangre total y se requieren mas de una de ellas, y como cada unidad es obtenida de un donante, el riesgo de complicaciones infecciosas y no infecciosas es mayor cuando se transfunden concentrados plaquetarios obtenidos de esta manera, es por eso que las unidades obtenidas por aféresis, las cuales son obtenidas de un solo donador son más recomendables.

La aféresis es un término derivado del griego que significa separar o sacar. En la aféresis la sangre es removida de un donador o paciente, separada en sus componentes, de los cuales uno o más son retenidos y el resto de los elementos son retornados al donador o paciente.

La aféresis puede ser usada para colectar un componente sanguíneo necesario para transfusión o para tratar la enfermedad de un paciente por la remoción de un componente patológico.

Los procedimientos de aféresis varían de acuerdo a la planeación del componente que se vaya a cosechar y al equipo utilizado, el tiempo requerido para llevar a cabo el procedimiento puede variar, pero por lo general va de 90 a 180 minutos. Según el tipo de equipo que se utilice, se puede realizar el procedimiento en un sistema abierto en el cual, el producto tiene una vigencia de 24 horas o bien en un sistema cerrado con vigencia de 5 días.

Según el equipo que se utiliza durante los procedimientos, estos pueden ser de flujo continuo (Baxter Fenwal CS 3000, COBE Spectra, Dideco Viva, Celtrifuge II y Fresenius) o de flujo intermitente (Haemonetics, CPCS, PCS Plus y MCS-3P).

La plaquetoféresis es la remoción de plaquetas de un donador con el retorno de eritrocitos leucocitos y plasma. Las plaquetas son separadas selectivamente y retenidas en una bolsa colectora, un procedimiento de rutina dura de 60 a 150 minutos. Si el producto se prepara en un sistema cerrado se puede almacenar por 3 a 5 días. Si el producto se prepara en un sistema abierto, este debe transfundirse en un lapso menor de 24 horas. Las plaquetas deben mantenerse a temperatura ambiente entre 20-24 C en agitación continua suave. La administración de plaquetas debe ser idealmente de acuerdo a su grupo sanguíneo especialmente en caso de lactantes.

La recolección de plaquetas es basada en el proceso de centrifugación, los separadores de flujo intermitente procesan la sangre anticoagulada en fases, en donde se extrae un volumen fijo de esta para ser procesado, se separa en componentes, en donde el componente deseado es colectado y se reconstituye para posteriormente ser retornado al donador.

Los separadores de flujo continuo son máquinas desarrolladas inicialmente para la recolección de granulocitos en 1965. La sangre anticoagulada es llevada continuamente a una cámara en rotación constante en el cual los leucocitos, eritrocitos, plaquetas y plasma son separados en capas y la capa de plaquetas es derivada a receptáculos destinados para ello.

El modelo Baxter CS 3000 consta de dos cámaras dentro de un contenedor de centrifugación, la sangre citratada entra a una cámara de separación donde los eritrocitos son separados de un plasma rico en plaquetas, el cual es bombeado a una segunda cámara donde las plaquetas son retenidas, el volumen extracorpóreo es de cerca de 300 ml.

Recientemente ha entrado al mercado un modelo llamado Baxter CS 3000 Plus el cual obtiene cosechas plaquetarias mayores con una menor contaminación con leucocitos. Una unidad de plaquetas de aféresis puede aumentar la cuenta de plaquetas en un adulto de 70 Kg de 30 mil a 60 mil/ L.

Entre las ventajas que ofrece este procedimiento se encuentran:

- Menor riesgo de transmisión de enfermedades.
- Menor riesgo de aloinmunización.
- Menor riesgo de contaminación con leucocitos.
- Obtención de la dosis óptima para el paciente.
- 

## IV Metodología

### Materiales y Métodos

#### Donadores

Se realizaron 67 procedimientos de aféresis plaquetaria entre Abril 2001 y Agosto 2002. La selección y el análisis de los donadores fue realizada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM 003-SSA2-1993 para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos. Se realizaron muestreos preaféresis de una vena periférica y postféresis de la línea de extracción previo a su mezcla con ACD-A al momento de terminar el procedimiento con un equipo Coulter T-890. La asignación del uso de cada cámara de recolección en los donadores fue de manera aleatoria.

Se obtuvo una alícuota del producto de la plaquetoféresis una vez que esta fue resuspendida por agitación suave y se determinó la cantidad de plaquetas por  $\text{mm}^3$  en todas las alícuotas de los productos de donación de manera directa por medio de un equipo Coulter T-890.

#### Equipo

Se utilizó un equipo de aféresis marca Baxter CS3000 Plus y CS3000 Plus con sistema Access empleando el procedimiento de aféresis plaquetaria de doble acceso, así como una cámara de separación TNX-6 y cámaras de recolección A-35 o PLT-30 con programación del equipo de acuerdo a los siguientes parámetros:

Velocidad de extracción de sangre	50 ml/min.
Relación de sangre total:Anticoagulante (ACD-A)	10:1
Detector de interfase (offset)	6
Recolección de plasma	0 o 170 ml*
Volumen de punto final	Variable**

\*El volumen plasmático fue modificado a 170 ml cuando se utiliza la cámara de recolección PLT-30 y a 0 ml cuando se utiliza la cámara A-35.

\*\*Modificada en ocasiones cuando la cosecha esperada por el equipo fue  $\geq$  a  $3 \times 10^{11}$  plaquetas por unidad de aféresis plaquetaria.

### Producto de las aféresis plaquetarias

Se determinó la cantidad total de plaquetas por unidad de aféresis plaquetaria.

Se determinó la eficiencia de recolección de plaquetas de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia de recolección} = \frac{\text{Cantidad de plaquetas por unidad}}{\text{Total de plaquetas procesadas}} \times 100$$

Total de plaquetas procesadas =

$$\frac{(\text{Cuenta preaféresis del donador} + \text{Cuenta postaféresis del donador})}{2} \times \text{Volumen de sangre total procesado (ml)} \times \text{Factor de conversión (1000uL/ml)}$$

Volumen de sangre total procesada = Volumen procesado (ml) – Anticoagulante empleado (ml)

## V Resultados

Se realizaron 67 procedimientos en total, 51 con la cámara A-35 y 16 con la cámara PLT-30. Todos los donadores fueron del sexo masculino con un rango de edad de 18 a 50 años (media de 32.5 en cámara A-35 y 32.1 en PLT-30), la distribución por grupo sanguíneo de los donadores fue la siguiente:

Cámara	Grupo Sanguineo					
	O (+)	O (-)	A (+)	A (-)	B (+)	B (-)
A-35	30	4	11	5	0	1
PLT-30	10	2	4	0	0	0
Total	40	6	15	5	0	1

El promedio de las cuentas preaféresis de los donadores en que se utilizó la cámara A-35 fue de 242 por  $\text{mm}^3$  (rango de 184 a 323) y de 247 por  $\text{mm}^3$  (rango de 177 a 340) con la cámara PLT-30.

El promedio de las cuentas postféresis de los donadores en que se utilizó la cámara A-35 fue de 156 por  $\text{mm}^3$  (rango de 103 a 239) y de 155 por  $\text{mm}^3$  (rango de 112 a 236) con la cámara PLT-30.

El promedio de cantidad total de plaquetas recolectadas por unidad de aféresis en la cámara A-35 fue de  $2.78 \times 10^{11}$  (rango de 1.20 a 3.95) y de  $3.28 \times 10^{11}$  (rango de 2.15 a 4.24) con la cámara PLT-30. Figura 1.

El promedio de eficiencia de recolección de plaquetas por unidad de aféresis en la cámara A-35 fue de 35.81 % (rango de 14.52 a 51.03) y de 42.14 % (rango de 27.43 a 56.43) con la cámara PLT-30. Figuras 2 y 3.

El promedio de la cantidad total de plaquetas recolectadas estimado por el equipo Baxter CS 3000 Plus fue de  $4.13 \times 10^{11}$  (rango de 3.4 a 5.7) para la cámara A-35 y de  $4.8 \times 10^{11}$  (rango de 3.6 a 6.8) para la PLT-30.

El promedio de la cantidad total de plaquetas recolectadas medido por el banco de sangre fue de  $2.78 \times 10^{11}$  (rango de 1.20 a 4.40) para la cámara A-35 y de  $3.28 \times 10^{11}$  (rango de 2.15 a 4.24) para la PLT-30. Figuras 4, 5 y 6.

No se observó una correlación clara entre la cuenta plaquetaria preaféresis de los donadores y la cosecha plaquetaria obtenida por unidad. Figura 7.

## VI Conclusiones

En este estudio la frecuencia del sexo de los donadores de plaquetas por plaquetoféresis, exclusivamente del sexo masculino, así como la edad promedio de ellos, refleja el tipo de donadores que son atendidos en el banco de sangre del Hospital San José-Tec de Monterrey, en el cual los grupos sanguíneos más frecuentes son los grupos Rh (D) Positivos, sin embargo los grupos Rh (D) negativos representaron una proporción relativamente importante (17.9%).

Ambos grupos de donadores (grupo analizado con las cámaras A-35 y PLT-30), a pesar de ser menores para aquellos donde se utilizó la cámara PLT-30, son comparables en cuanto a la cantidad de plaquetas preaféresis (promedio 242 y 247).

La cantidad de plaquetas recolectadas por unidad de plaquetoféresis fue mayor en el grupo que utilizó la cámara de recolección PLT-30 (media  $3.28 \times 10^{11}$ ) comparada con la A-35 (media  $2.78 \times 10^{11}$ ).

La eficiencia de recolección de plaquetas fue mayor en la cámara PLT-30 comparada con la A-35% (media 42.14% vs. 35.81%).

No existe una correlación entre la cantidad de plaquetas recolectadas de manera real contra lo estimado por el equipo de aféresis (promedio de  $2.78 \times 10^{11}$  para la cámara A-35 y de  $3.28 \times 10^{11}$  para la PLT-30 vs.  $4.13 \times 10^{11}$  para la cámara A-35 y de  $4.8 \times 10^{11}$  para la PLT-30).

## VII Discusión

La aféresis plaquetaria es un procedimiento de gran utilidad en el tratamiento de pacientes con trombocitopenia, recientemente hay un incremento en la indicación de plaquetoféresis en el ambiente hospitalario, uso favorecido por la creciente comunicación entre médicos-banco de sangre, mayor frecuencia de pacientes transplantados, pacientes politransfundidos y acceso a la información médica.

En el Hospital San José-Tec de Monterrey, la aféresis plaquetaria se empezó a realizar en el año 1994 y ha aumentado su frecuencia de uso de tal forma que en el año 2001 se realizaron 221 procedimientos y hasta la fecha se han realizado 1474.

Los equipos de aféresis Baxter son los más utilizados actualmente en México aunque hay otros equipos que han mostrado ser igualmente eficientes (13,14). Actualmente hay una tendencia a lograr una mejor recolección de plaquetas haciendo más eficiente los recursos para tal efecto (modificando los equipos mediante software o aditamentos especiales) (11,12,15,16). El equipo de aféresis Baxter CS3000 Plus lo hace mediante el uso de una cámara de recolección diferente (PLT-30), con la cual se aumenta la eficiencia de recolección y brinda la oportunidad de modificar el volumen final del producto, útil en pacientes pediátricos.

En este estudio, los grupos comparados fueron similares en cuanto a tipo de pacientes y cuenta plaquetaria preaféresis, de tal manera que una diferencia en la cantidad final de plaquetas obtenidas es relación directa del tipo de cámaras utilizadas.

La cantidad de plaquetas obtenidas por unidad de aféresis fue mayor cuando se utilizó la cámara PLT-30 (media 3.28 vs.  $2.78 \times 10^{11}$ ), sin embargo dicha cantidad es

cercana al límite permitido para los bancos de sangre en México ( $3 \times 10^{11}$ ). En este estudio el 60.78% de los procedimientos realizados con la cámara A-35 y 43.75% con la PLT-30 no cumplieron con las especificaciones de cantidad mínima de plaquetas requeridas por la NOM-003-SSA2-1993, esto puede ser debido a detalles metodológicos de muestreo o falta de linealidad del contador automatizado al emplear muestras sin diluir.

La eficiencia de recolección de plaquetas fue mejor en la cámara PLT-30, observación que va de acuerdo a la literatura existente (9,10).

Hubo una falta de correlación entre la recolección de plaquetas determinada por laboratorio y la estimada por el equipo Baxter CS 3000 Plus que sugieren errores de muestreo, de homogenización de la muestra de la cosecha para hacerla representativa del producto o falta de dilución de ésta, además de imprecisión del equipo para determinar la cantidad de plaquetas a colectar ya que no toma en cuenta el volumen sanguíneo o plasmático del donador, condiciones que sesgan la interpretación de los datos.

## **VIII Recomendaciones**

La utilidad de contar con un equipo de aféresis plaquetaria que brinde seguridad, eficiencia y sea técnicamente accesible a su uso rutinario en el ambiente hospitalario hace necesarios más estudios de comparación de la eficiencia de recolección entre equipos de aféresis diferentes equipos, o equipos iguales con variaciones metodológicas en donde todas las variables que intervienen sean controladas para una mejor interpretación de los datos.

Es importante realizar estudios semejantes de comparación de la recolección plaquetaria, cantidad de plaquetas y de leucocitos contaminantes entre las cámaras aquí estudiadas (A-35 y PLT-30) en donde se incluyan diluciones de las muestras obtenidas de los productos de aféresis y el uso de la cámara de Neubauer, para justificar el uso de rutina del equipo y procedimientos en el banco de sangre.

Este estudio sugiere el uso preferente de aféresis plaquetarias a concentrados plaquetarios obtenidos por donadores múltiples y que es más recomendable el uso de la cámara PLT-30 en el equipo de aféresis plaquetaria Baxter CS 3000 Plus de manera rutinaria en el banco de sangre, ya que brinda una eficiencia de recolección y cosechas plaquetarias mayores a las obtenidas con la cámara A-35 además de que brinda la facilidad de modificar su volumen para uso pediátrico.

**ANALISIS COMPARATIVO CON MAPAS TOPOGRAFICOS DE QUERATECTOMÍA  
FOTORREFLECTIVA MIOPICA.**

Dr. Jorge E. Valdez \*, Dr. Raúl Suárez \*\*, Federico A. Yáñez S.\*, Dr. Rodolfo Banda González\*

\*División Ciencias de la Salud Departamento de Ciencias Básicas.  
ITESM. Campus Monterrey

\*\* Instituto “Conde de la Valenciana” México D.F.

**Resumen.**

El propósito del siguiente estudio es comparar los resultados obtenidos con topografía convencional y tangencial, al evaluar los cambios centrales y periféricos ocasionados por la queratectomía refractiva en 21 pacientes miopes sometidos a este procedimiento, con el láser de excimeros Aesculap Meditec (Mel 60), con una zona de ablación de 5.5 mm. La córnea central fue analizada con un vídeo queratoscopio CAS3B EYESYS durante el primer mes postoperatorio utilizando mapas tangenciales y convencionales. El análisis corneal fue realizado usando 30 puntos diferentes en 4 anillos concéntricos localizados a 1, 2.5 y 3 mm. Del punto central. Las diferencias fueron analizadas utilizando t de student para medias poblacionales. El valor dióptrico promedio fue mayor en los mapas tangenciales, con excepción del punto central, que fue igual en ambos casos.

Nuestros resultados demuestran que los pacientes sometidos a queratectomía fotorrefractiva presentan cambios en la media periferia que son subestimados en la topografía convencional. En nuestra opinión este tipo de análisis es una herramienta útil en la valoración postoperatoria de este procedimiento.

## **Summary.**

The purpose of this study is to compare the central and peripheral topographic changes in myopic PRK s obtained by conventional and tangential methods. 21 myopic PRK was performed with the Aesculap Meditec (mel60) with 5.5 mm ablation zone. The central cornea was analyzed with Videokeratoscope CAS3V EYESYS during the first postoperative month, using the conventional and tangential maps. The corneal analysis was performed using 30 different points in 4 different rings at 1, 2.5 and 3 mm. and the central point. The mean value for each ring and the central point was obtained for each study. The differences were analyzed using T-Student's t test. The mean dioptric value for the central pint and four rings were higher in the tangential map. Our results demonstrate that PRK patients showed a steeper ring at 2.5 mm. Form the center that is underestimated with the conventional maps. In our opinion the tangential evaluation of the PRK patients may help to correlate the visual symptoms expressed by the patients and the topographic images.

## **Introducción.**

En general, la miopía es un defecto en el que la imagen se enfoca por delante de la retina debido a que el globo ocular es excesivamente largo o por que la refracción del ojo es demasiado potente (1). En los últimos años se han venido desarrollando nuevas técnicas quirúrgicas para la corrección de los errores de refracción las cuales tienen como finalidad evitar el uso de gafas y lentes de contacto.

Recientemente, el láser excimer se presenta como una nueva alternativa quirúrgica que esta ganando aceptación. La queratectomía fotorrefractiva modifica la curvatura corneal y es



utilizada para la corrección de los defectos refractivos. En la queratectomía fototerapéutica el láser excimer es empleado para el tratamiento de lesiones corneales (2). Aunque se ha generado mucha experiencia con esta técnica y sus resultados en miopías bajas y moderadas son alentadores, también se han reportado hallazgos como la presencia de halos, destellos, visión doble monocular y errores refractivos. El desarrollo de la topografía corneal nos ha permitido la valoración objetiva de los resultados quirúrgicos así como la localización precisa de la zona de ablación, su extensión y sus características.

El radio de curvatura axial o en ocasiones también llamado sagital es el más comúnmente parámetro utilizado por los topógrafos para describir la cornea, sin embargo este tiene un error inherente, ya que depende del eje. Entonces todos los sistemas que lo utilizan tienen un sesgo de tipo esférico, produciendo un error en las mediciones, el cual se incrementa conforme se mide del centro hacia la periferia.

Se ha desarrollado un nuevo parámetro, el radio tangencial. El radio tangencial calcula la curvatura como si se realinea el topógrafo en cada punto de la cornea. Se asume que este método es más preciso al valorar los cambios topográficos.

Con el fin de valorar esta metodología en los pacientes sometidos a queratectomía fotorrefractiva obteniendo mayor información sobre su comportamiento postoperatorio se realizó el siguiente estudio

## **Materiales y métodos.**

El estudio fue llevado a cabo en el Instituto de Oftalmología "Fundación Conde de Valenciana" en el departamento de córnea. Mediante el análisis topográfico tangencial, se evaluaron imágenes de veintiún pacientes con miopía que habían sido sometidos a queratectomía fotorrefractiva con láser de excímeros Aesculap Meditec (Mel 60) con un área de ablación de 5.5 mm. Estas imágenes se compararon con las obtenidas por mapas convencionales. En todos los casos, el análisis topográfico fue realizado por la misma persona y

el mapeo fue realizado mediante el uso de un videoqueratoscopio, CAS3B EyeSys, con el que obtuvieron tanto los mapas topográficos tangenciales como los convencionales (Fig. 1).

El análisis topográfico, en cada caso, fue realizado usando 30 puntos diferentes en cuatro anillos concéntricos localizados a 1, 2, 2.5, y 3mm del punto central (Fig. 2). La información de estos puntos fue reunida utilizando una rejilla superpuesta y la distancia entre cada punto fue de 1 mm.

Se obtuvo en valor del poder dióptrico principal para cada punto en ambas modalidades de mapas topográficos. Estas diferencias fueron analizadas utilizando T de student para medios poblacionales.

## **Resultados.**

Después de haber hecho las mediciones a los 21 pacientes, con los cuatro anillos en todos los puntos ( central, 1mm, 2mm, 2.5mm y 3mm ), y después de haber sido recopilados y comparados en cuanto a los dos tipos de mapas tangenciales, los resultados fueron los siguientes (ver tabla 1):

El valor dióptrico promedio fue mayor en los mapas de la topografía tangencial, con excepción del punto central que fue igual en ambos mapas. El poder refractivo en el anillo de 1 mm. Fue de 38.85 para la topografía convencional y de 38.36 para la topografía tangencial.

El poder refractivo en el anillo de 2 mm. Fue de 40.35 para la topografía convencional y de 44.19 para la topografía tangencial. El poder refractivo en el anillo de 2.5 mm. Fue 41.17 para la topografía convencional y 46.3 para la topografía tangencial. El poder refractivo en el anillo de 3 mm para la topografía convencional 41.9 y 46.60 para la topografía tangencial.

Además se construyó la tabla 1, (anexo) en la que se presentan las columnas de los mapas convencional y tangencial, y los renglones de los diferentes anillos.

## **Discusión.**

Los resultados del estudio demuestran que los pacientes sometidos a queratectomía fotorrefractiva presentan cambios en la media periferia que son subestimados en la topografía convencional; así mismo se demuestra que los mapas tangenciales tienen una mayor precisión en la medición de la curvatura de la córnea en los pacientes miopes tratados con queratectomía fotorrefractiva.

La investigación es de utilidad porque proporciona información importante para la elección de candidatos a cirugía refractiva, al mismo tiempo que proporciona datos importantes sobre el tratamiento que se está dando a los pacientes en este caso.

En cuanto a los resultados obtenidos en el estudio en relación al poder refractivo del punto más elevado tanto en los mapas topográficos tangenciales como en los convencionales, se observó que las mediciones difieren muy poco por lo tanto se concluye que no son relevantes para la investigación.

Sin embargo en el punto más plano difieren por mucho lo que nos permite llegar a la conclusión antes mencionada. Es también importante mencionar que el mapa tangencial nos provee de una mejor evaluación de la cornea periférica. Esto es particularmente importante en los casos de ablación fotorrefractiva ya que estos casos muestran una zona de transición (fig. 3), que suele ser subvaluada en los mapas topográficas normales. Esta zona de transición es

importante de valorar ya que muchos de los fenómenos ópticos que experimenta el paciente en el periodo postoperatorio son debidos a esta transición abrupta entre la zona tratada de la cornea y la no tratada. En nuestra opinión la topografía tangencial provee una mejor herramienta para la valoración de los procedimientos refractivos.

Tabla 1.

RESULTADOS DEL VALOR DIÓPTRICO PROMEDIO

Anillo	CONVENCIONAL		TANGENCIAL		
	Poder Refractivo	S.D.	Poder Refractivo	S.D.	p
Central	38.58	3.93	38.9	3.73	> 0.001
1 mm	38.85	0.56	38.36	1.16	< 0.001
2 mm	40.35	0.86	44.19	1.96	< 0.001
2.5 mm	41.17	0.97	46.53	2.19	<0.001
3 mm	41.9	0.71	46.6	0.82	<0.001

**Bibliografía.**

- 1) El Manual Merck  
Berkow, Robert, et al.  
9a edición.
- 2) <http://www.oftalmo.com/seo/07jul98/10.htm>
- 3) [http://www.euskadi.net/sanidad/osteba/laser\\_c.htm](http://www.euskadi.net/sanidad/osteba/laser_c.htm)
- 4) <http://www.quicis.queensu.ca>
- 5) Rabinowitz Y.S. "Tangential vs sagital keratographs in the early detection of keratoconus". American Journal of Ophthalmology, 122 (6): 887-9
- 6) Nordan LT " Keratoconus: diagnosis and treatment". International Ophthalmology Clinics.
- 7) Szczotka LB; Thomas J. "Comparison of axial and instantaneous videokeratographic data in keratoconus and utility in contact lens curvature prediction".

**Área: Medicina y Biotecnología**  
**Coordinador de área: Dr. José Rafael Borbolla**  
**Escoboza**

**Investigación en medicina clínica**  
**Coordinador de mesa: Dr. Federico Ramos Ruiz**

# MUTACIONES DE HIPERCOAGULABILIDAD ASOCIADAS A PREECLAMPSIA: RESULTADOS PRELIMINARES

María T. Collados, Dolores Baños, Martha Luna, Hugo Rangel, José A. Dávila, Rubén Mendiola, Carlos Félix, Manuel R. García, Claudia Hernández, Enrique Saldívar, Adriana Paredes, Julio C. Rojas<sup>1</sup>

En los últimos años se ha demostrado la relación causa-efecto entre mutaciones genéticas de factores hemostáticos (factor V Leiden y protrombina G20210A) y la génesis de trombosis de diversa localización. Entre las posibles causas de complicaciones obstétricas tales como preeclampsia y abortos de repetición se encuentra la trombosis placentaria. El objetivo de este trabajo es analizar y comparar la incidencia de las dos mutaciones nombradas en mujeres mexicanas con preeclampsia respecto a la de mujeres embarazadas sanas, con el fin de comprobar si dichas alteraciones genéticas pueden influir en la génesis de las alteraciones obstétricas estudiadas. Los estudios se realizaron con técnicas de biología molecular, mediante amplificación en cadena de la polimerasa de fragmentos del gen estudiado que contengan la mutación y posterior digestión con enzimas de restricción.

Palabras clave: hipercoagulabilidad, preeclampsia, factor V Leiden, protrombina, trombosis.

## 1. Introducción

La hipercoagulabilidad se define como un grupo de desórdenes hereditarios o adquiridos que predisponen a la formación de trombos en el sistema vascular [1], con consecuencias tales como infarto de miocardio, trombosis venosa profunda, tromboembolismo pulmonar o trombosis placentaria que puede estar asociada a complicaciones tales como abortos de repetición, preeclampsia, eclampsia, desprendimiento de placenta y óbito fetal, en el caso de la trombosis venosa [2, 3]. El término trombofilia se refiere a la tendencia a padecer trombosis venosa [4], o fenómenos tromboembólicos, bien sea heredados o adquiridos [5]. Entre los factores de hipercoagulabilidad genética se encuentran alteraciones en moléculas implicadas en los mecanismos anticoagulantes, así como mutaciones de genes que codifican para algunas proteínas implicadas en la coagulación. Respecto a factores de hipercoagulabilidad adquiridos, además de inmovilidad o estado postoperatorio, se encuentra el embarazo.

---

<sup>1</sup> Dra. María Teresa Collados, Profesor-Investigador, Centro de Investigación y Extensión en Ciencias de la Salud, ITESM

M en C. Dolores Baños, Asistente de Investigación, Centro de Investigación y Extensión en Ciencias de la Salud, ITESM

Dra. Martha Luna Rojas, Residente de especialidad, Depto. Ginecología y Obstetricia, HSJ-ITESM

Dr. Hugo Rangel Nava, Residente de especialidad, Depto. Ginecología y Obstetricia, HSJ-ITESM

Dr. José Antonio Dávila Rivas, Jefe de Pregrado, EGRAM, División Ciencias de la Salud, HSJ-ITESM

Dr. Rubén Mendiola, Maestro de Cátedra, Depto. de Ginecología y Obstetricia, HSJ-ITESM

Dr. Carlos Felix Arce, Coordinador de Posgrado e Investigación, Depto. de Ginecología y Obstetricia, HSJ-ITESM

Dr. Manuel Rolando García, Maestro de Cátedra, Depto. de Ginecología y Obstetricia, HSJ-ITESM

Dra. Claudia Hernández Escobar, Maestra de Cátedra, Depto. de Ginecología y Obstetricia, HSJ-ITESM

Dr. Enrique Saldívar, Maestro de Cátedra, Depto. De Ginecología y Obstetricia, HSJ-ITESM

Dra. Adriana Paredes Ríos, Residente de especialidad, Depto. Ginecología y Obstetricia, HSJ-ITESM

Dr. Julio C. Rojas, Pasante de Servicio Social en Investigación, División en Ciencias de la Salud

Entre 1981 y 1984 se describieron las deficiencias de antitrombina III (AT-III), proteína C y proteína S [4-6], pero estas mutaciones sólo eran capaces de explicar un reducido número de episodios tromboembólicos no relacionados a causas adquiridas. En 1993 se describió la resistencia a la proteína C [7], asociada a la mutación Arg506Gln del factor V (factor V Leiden) [8], y cuya incidencia era tres veces mayor a la encontrada para las deficiencias de AT-III, proteína C y proteína S juntas, siendo en la actualidad la mayor causa congénita de predisposición a trombosis venosa. Este descubrimiento marcó la pauta para el estudio de nuevas mutaciones relacionadas con tromboembolismo venoso, siendo las dos más claramente asociadas con esta enfermedad, la mutación C677T de la enzima metiltetrahidrofolatorreductasa (MTHFR), causante de hiperhomocistinemia, descrita en 1995 [9], y la mutación G20210A de la protrombina, descrita en 1996 [10]. Aunque la sola presencia de una de las mutaciones genéticas puede ser responsable de la aparición de tromboembolismo venoso, la conjunción de un factor genético con factores adquiridos como el embarazo, podría ejercer un efecto añadido sobre el incremento del riesgo para padecer esta enfermedad [11, 12].

En los últimos cuatro años se ha especulado sobre la asociación entre las mutaciones de hipercoagulabilidad y la aparición de complicaciones obstétricas tales como preeclampsia y abortos recurrentes. La razón para buscar tal asociación es que una de las características comunes de ambas complicaciones obstétricas es la trombosis placentaria. Sin embargo, los resultados descritos son contradictorios y por lo tanto poco esclarecedores.

Durante el embarazo se producen cambios en el sistema hemostático, probablemente relacionados con el desarrollo de la circulación uteroplacentaria y que proveen un mecanismo protector durante el parto. Dichos cambios hemostáticos (aumento en la concentración de factores de coagulación y disminución de los anticoagulantes naturales) resultan en un estado general de hipercoagulabilidad, que puede tener consecuencias trombóticas durante el embarazo y el puerperio [13 - 16]. Este estado de hipercoagulabilidad en el embarazo puede manifestarse en la formación de lesiones trombóticas de la placenta, comprometiendo la circulación materno-fetal, siendo ésta la posible vía fisiopatológica común de complicaciones obstétricas como preeclampsia o abortos recurrentes.

La preeclampsia, enfermedad multifactorial y de etiología desconocida, contribuye enormemente a la morbi-mortalidad materno-fetal, y está caracterizada por trombosis de las arterias espirales con una disminución de la perfusión placentaria, así como disfunción endotelial e hipercoagulabilidad [17, 18]. Su recurrencia es elevada, más aún en mujeres portadoras de mutaciones trombofílicas.

En México el conocimiento sobre la incidencia de las mutaciones trombofílicas es muy escaso y nulo sobre su posible implicación en complicaciones obstétricas. Sin embargo, la importancia de establecer si existe o no dicha relación ayudaría en el conocimiento de nuevos posibles factores de riesgo para preeclampsia, así como en la toma de medidas preventivas si fueran necesarias.

El objetivo de este trabajo es comparar la incidencia de las mutaciones factor V Leiden y G20210A de la protrombina en mujeres sanas y con preeclampsia en el noreste de México. Dicha información será útil para establecer si estas mutaciones están presentes en el patrimonio genético de la población estudiada, así como para determinar si tienen alguna asociación con la génesis de preeclampsia. Por otra parte, los resultados servirán para la toma de decisiones como la necesidad de realizar la determinación de dichas mutaciones genéticas en mujeres embarazadas con una historia familiar o personal de trombosis, y si fuera necesario, para llevar a cabo medidas preventivas.

## **2. PACIENTES Y MÉTODOS**

### **Pacientes y muestras:**

En este estudio se incluyeron dos grupos de pacientes: mujeres embarazadas con preeclampsia y mujeres embarazadas sanas. Todas ellas fueron tratadas en el Hospital de Ginecología y Obstetricia de

Garza García, Nuevo León. Las mujeres incluidas en ambos grupos fueron mexicanas de por lo menos tercera generación, con edades cronológicas y tiempo de gestación similares.

Los criterios de inclusión de las pacientes con preeclampsia fueron los siguientes: presión arterial  $\geq$  140/90 al menos en dos tomas con cuatro horas de diferencia ó aumento de la presión arterial sistólica de 30 mm Hg o presión arterial diastólica de 15 mm Hg sobre los niveles previos a la semana 20 de gestación; aumento significativo de proteinuria en dos muestras aleatorias con diferencia mínima de 4 horas ó proteinuria de más de 300 mg en orina de 24 horas. Se excluyeron del estudio aquellas pacientes con antecedentes familiares de enfermedades de la colágena o antecedentes personales de hipertensión arterial sistémica, nefropatía, diabetes mellitus, enfermedad de la colágena, valvulopatía con válvula mecánica, fibrilación auricular o diabetes gestacional. Los criterios de severidad de preeclampsia incluyeron presión arterial diastólica  $>110$  mmHg o presión arterial sistólica  $>160$  mmHg de manera persistente, proteinuria  $>5$  grs en orina de 24 horas, aumento de creatinina sérica, convulsiones clónico-tónicas generalizadas (eclampsia), edema pulmonar, oliguria ( $<500$  ml/24hrs o  $< 30$ ml/hr), hemólisis, trombocitopenia, disfunción hepatocelular, RCIU, oligohidramnios severo, DPPNI, síntomas de vasospasmo (cefalea intensa, fosfenos, acúfenos hepatalgia) o hiperreflexia.

En el grupo control se incluyeron mujeres embarazadas sanas de edad gestacional similar (más menos dos semanas dentro del mismo trimestre) a la de las pacientes. Los criterios de exclusión para el grupo control fueron los mismos que para pacientes con preeclampsia, además de antecedentes familiares previos a los 60 años y/o personales en cualquier edad de eventos tromboticos (trombosis venosa profunda, accidente cerebrovascular, tromboembolia pulmonar, infarto de miocardio, etc), antecedente de dos o más abortos o un óbito fetal o embarazo actual con hipertensión o diabetes gestacional.

Cada persona incluida en el protocolo fue informada de la finalidad del mismo y firmó voluntariamente una carta de consentimiento informado. El personal médico a cargo del protocolo llenó una hoja con todos los datos clínicos y personales relevantes para el protocolo de cada uno de los pacientes y controles.

De cada control o paciente se extrayeron 10 mL de sangre venosa en tubos conteniendo EDTA para la separación de células y posterior extracción de ADN. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Biotecnología del ITESM, campus Monterrey.

### **Obtención de ADN genómico y estudios de biología molecular**

A partir de sangre total se obtuvieron las células (monocitos y linfocitos), mediante centrifugación en gradiente de densidad con ficoll. Posteriormente se extrajo el ADN genómico mediante lisis celular en presencia de buffer de lisis (TRIS, EDTA y H<sub>2</sub>O) y proteinasa K y posterior separación de componentes celulares mediante disolución en solventes orgánicos (fenol-cloroformo-alcohol isoamílico). Tras la separación de la fase que contenía el ADN, se provocó su precipitación mediante acetato de sodio y alcohol absoluto. A continuación se desecó la muestra mediante filtración a vacío, se rehidrató el ADN y se determinó su pureza y concentración mediante la medida de la absorbancia de la muestra a 260, 270, 280, y 310 nm. La muestra de ADN se guardó a  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de su uso.

#### **a. Determinación del factor V Leiden**

El ADN obtenido de cada muestra se amplificó por reacción en cadena de polimerasa (PCR) utilizando cebadores específicos para el factor V Leiden descritos por Bertina y cols [19], que amplifica un fragmento de 267 pares de bases conteniendo la base 1691 G/A (diana del factor V Leiden), con posterior digestión del fragmento mediante la enzima de restricción Mnl I, que posee dos lugares de ruptura en el gen normal y solo un lugar en el gen mutado, sometiéndose posteriormente a electroforesis en gel de agarosa MS (molecular screening) en presencia de bromuro de etidio. Tras este proceso se observará la división del ADN de un individuo sin la mutación en tres fragmentos de 163, 67 y 37 pares de bases, mientras que en individuos homocigotos para la mutación factor V Leiden se obtendrán dos fragmentos de 200 y 67 pares de bases.



#### b. Determinación de la mutación G20210A de la protrombina

El ADN obtenido se amplificó mediante PCR utilizando cebadores específicos descritos por Poort et al [20], que amplifican una región de 345 pares de bases que incluye el nucleótido diana de la mutación (G20210A). La presencia del polimorfismo G20210A supone la introducción de una nueva región de reconocimiento para la enzima de restricción Hind III, que no posee el gen normal. De esta forma, la digestión con esta enzima en un individuo normal no encontrará una secuencia diana, de manera que se originará un fragmento de 345 pares de bases, mientras que en individuos portadores de la mutación, la enzima Hind III encontrará una secuencia diana, obteniéndose dos fragmentos de 322 y 23 pares de bases.

#### **4. Resultados preliminares y discusión**

Se incluyeron 12 pacientes con preeclampsia y 14 en el grupo control. Todas las pacientes, tanto en el grupo de estudio como en el grupo control, fueron negativas para las mutaciones estudiadas.

Aunque para establecer resultados más definitivos tanto sobre la prevalencia de las mutaciones estudiadas en mujeres del Noreste del País como sobre la posible influencia en la génesis de preeclampsia de alguna de estas mutaciones haría falta un número más elevado de pacientes y controles, podemos obtener algunas conclusiones preliminares con los resultados parciales obtenidos hasta el momento.

Debido a que la prevalencia media de la mutación G20210A de la protrombina a nivel mundial es de un 3% (21) haría falta un número mayor de sujetos de estudio (tanto pacientes con preeclampsia como controles) para poder establecer tanto la prevalencia de dicha mutación en esta región del país como la relación causal con preeclampsia.

En el caso de factor V Leiden en cambio, podemos establecer que en población general del Noreste de México, la prevalencia de esta mutación es menor que la prevalencia media mundial descrita de un 10% (22). Sin embargo, en relación con su posible efecto en la génesis de preeclampsia, el número de pacientes estudiados es insuficiente para adelantar una conclusión al respecto.

#### **6. Conclusiones**

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que la incidencia de factor V Leiden en el Nordeste de México es menor que el hallado a nivel mundial. Sin embargo, el número de pacientes y controles estudiado no permite establecer la incidencia real de las mutaciones estudiadas así como establecer una relación de las mismas con preeclampsia.

#### **7. Bibliografía**

1. Bauer KM. Hypercoagulable states. In: Hoffman R, Benz EJ Jr, Shattil SJ, Furie B, Cohen HJ, Silberstein LE, McGlave P (Eds). Hematology: basic principles and practice. Churchill Livingstone, Philadelphia. 2000, pp:2009-2039
2. Bick R, Kaplan H. Current concepts of thrombosis: prevalent trends for diagnosis and management. Med Clin North Am 1998;82:410-458.
3. Hemker HC, Lévy-Toledano S. Pathophysiological and clinical aspects of venous and arterial thrombosis. Haemostasis 1999;29:76-99.
4. Egeberg O. Proceedings: Inherited antithrombin III deficiency and thromboembolism. Thromb Diath Haemorrh 1975;34:366
5. Middeldorp S, Büller HR, Prins MH, Hirsh J. Approach to the thrombophilic patient. In: Colman RW, Hirsh J, Marder VJ, Clowes AW, George JN (eds). Hemostasis and Thrombosis. Basic principles and clinical practice. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001:1085-1100.
6. Páramo JA, Rocha E. Hipercoagulabilidad y estados trombofílicos. Sangre 1991;36:477-486

7. Dahlback B, Carlsson M Svensson PJ. Familial thrombophilia due to a previously unrecognized mechanism characterized by poor anticoagulant response to activated protein C: prediction of a cofactor to activated protein C. *Proc Natl Acad Sci USA* 1993;90:1004-1008.
8. Dahlback B. Resistance to activated protein C caused by the factor V R506Q mutation is a common risk factor for venous thrombosis. *Thromb Haemostas* 1997;78:483-489.
9. Frosst P, Blom HJ, Milos R, Goyette P, Sheppard CA, Matthews RG, Boers GHJ, Den Heijer M, Kluijtmans LAJ, Van del Heuvel LPWJ, Rozzen R. A candidate genetic risk factor for vascular disease: a common mutation in methylenetetrahydrofolate reductase. *Nat Genet* 1995;10:111-113.
10. Poort SR, Rosendaal FR, Reitsma PH, Bertina RM. A common genetic variation in the 3'-untranslated region of the prothrombin gene is associated with elevated plasma prothrombin levels and an increase in venous thrombosis. *Blood* 1996;88:3698-3703.
11. Thomas DP, Roberts HR. Hypercoagulability in venous and arterial thrombosis. *Ann Intern Med* 1997;126:638-644.
12. Rosendaal FR. Venous thrombosis: a multicausal disease. *Lancet* 1999;353:1167-1173.
13. Bonnar J, Green R, Norris L. Perinatal aspects of inherited thrombophilia. *Seminars Thromb Hemostas* 1999;25:481-485.
14. Walker ID. Thrombophilia in pregnancy. *J Clin Pathol* 2000;53:573-580.
15. Bonnar J, Green R, Norris L. Inherited thrombophilia and pregnancy: the obstetric perspective. *Seminars Thromb Hemostas* 1998;24:49-53.
16. Ballem P. Acquired thrombophilia in pregnancy. *Seminars Thromb Hemostas* 1998;24:41-47.
17. Roberts JM, Taylor RN, Musici TJ, Rodgers GM, Hubel CA, McLaughlin MK. Preeclampsia: an endothelial cell disorder. *Am J Obstet Gynecol* 1989;161:1200-1204.
18. Grandone E, Margaglione M, Calaizzo D, et al. Factor V Leiden, C-T MTHFR polymorphism and genetic susceptibility to preeclampsia. *Thromb Haemost* 1997;77:1052-1054.
19. Bertina RM, Koeleman BP, Koster T, Rosendaal FR, Dirven RJ, de Ronde H, van der Velden PA, Reitsma PH. Mutation in blood coagulation factor V associated with resistance to activated protein C. *Nature* 1994;369:64-67
20. Poort SR, Rosendaal FR, Reitsma PH, Bertina RM. A common genetic variation in the 3'-untranslated region of the prothrombin gene is associated with elevated plasma prothrombin levels and an increase in venous thrombosis. *Blood* 1996;88:3698-3703
21. Lane DA, Grant PJ. Role of hemostatic gene polymorphisms in venous and arterial thrombotic disease. *Blood* 2000;95:1517-1532.
22. Ridker PM, Hennekens CH, Miletich JP. G20210A mutation in prothrombin gene and risk of myocardial infarction, stroke, and venous thrombosis in a large cohort of US men. *Circulation* 1999;99:999-1004.

Inducción de apoptosis y efecto en el número de células CD20+ mediante la utilización *in vitro* del anticuerpo monoclonal quimérico Rituximab, en células mononucleadas cosechadas por aféresis de sangre periférica, con fines de autotrasplante, en pacientes con síndromes linfoproliferativos de estirpe B.

José Rafael Borbolla Escoboza, Maria Isabel León C, Enrique Baez de la Fuente, Roberto Hernández, Severiano Baltazar, Maria T. Collados, Christian Garrigoux

La purga de células neoplasias no es una técnica nueva. Se lleva a cabo primordialmente *in vivo*, mediante la administración de quimioterapia o terapias biológicas antes de cosechar las células por aféresis. Existe, sin embargo, la posibilidad de intentar destruir las células neoplásicas directamente en la bolsa de recolección de aféresis. Nuestro objetivo fue investigar el efecto sobre la apoptosis y sobre el número de células CD20 positivas, de la adición de cierta cantidad de rituximab a muestras de células mononucleadas obtenidas, por aféresis de pacientes que se fueran a trasplantar por linfomas CD20 positivos.

Mediante el uso de citometría de flujo medimos la expresión de CD19, CD20 y CD95 inmediatamente antes e inmediatamente después de la administración de 1 gr de rituximab por cada 600,000 células mononucleadas de la muestra.

En todos los casos, el CD20 se volvió indetectable después de la adición de rituximab. La prueba de T unilateral con varianzas iguales arrojó una variación no significativa en el caso de la expresión de CD19 y un valor p de 0,06 en el caso de la expresión de CD95. Esto parece sugerir que aunque la apoptosis se incrementa de manera casi significativa, no hay un decremento relevante de las células CD20 positivas, utilizando CD19 como marcador indirecto. Creemos que esta "purga" *in vivo* mediante el uso de rituximab, puede ser parte de una estrategia más compleja en el tratamiento de estos pacientes con linfoma.

José Rafael Borbolla Escoboza, Laboratorio de Inmunofenotipación, EGRAM, DCS, ITESM, Campus MTY. borbolla@itesm.mx

Maria Isabel León C, Laboratorio de Inmunofenotipación, EGRAM, DCS, ITESM, Campus MTY. mleon@itesm.mx

Enrique Baez de la Fuente, Servicio de Hematología, Hospital de Especialidades 25, IMSS, Monterrey NL

Roberto Hernández, Servicio de Hematología, Hospital de Especialidades 25, IMSS, Monterrey NL

Severiano Baltazar, Servicio de Hematología, Hospital de Especialidades 25, IMSS, Monterrey NL

Maria T. Collados, Laboratorio de Biología celular, EGRAM, DCS, ITESM, Campus MTY

Christian Garrigoux, Depto de Matemáticas, DIA, ITESM Campus Monterrey.

## **INTRODUCCIÓN**

Una de las causas de las recaídas después de los trasplantes de células progenitoras hematopoyéticas (conocidos también como trasplantes de médula ósea) es la contaminación de las células que son reinfundidas al paciente, con células de la misma enfermedad.

La idea de “limpiar” de células de la enfermedad, las células que se obtienen y que después serán administradas al paciente, no es una idea nueva. Existen 2 modalidades principales: la de intentar “cosechar” solo células sanas y la de “limpiar” las células cosechadas de células malignas.

La primera estrategia se lleva a cabo mediante la administración, inmediatamente antes de la “cosecha”, de altas dosis de quimioterapia o de algún otro agente que disminuya de manera significativa la cantidad de células de la enfermedad que circulan en la sangre.

La segunda estrategia se puede llevar a cabo de 2 formas: mediante la selección “positiva”; que consiste en retirar del total de la “cosecha”, las células normales, desechando las células enfermas; y mediante la “purga”, que significa la destrucción selectiva de las células malignas que se encuentran junto con las células normales. Esta “purga” se hace habitualmente mediante la utilización de agentes de quimioterapia aplicados directamente en el sitio de recolección de las células y retirado después.

Este método tiene el inconveniente de destruir una gran cantidad de células sanas y en ocasiones poner en peligro el injerto de las células en la médula ósea.

El rituximab (Genentec, Inc, San Francisco, CA, USA) es un anticuerpo monoclonal terapéutico, quimérico, 95% humano y 5% murino, que se une de manera específica a la proteína de superficie CD20, y ha sido autorizado por las autoridades de salud para su uso intravenoso, como tratamiento de “segunda línea” en el caso de ciertos tipos de linfomas cuyas células expresan la proteína de superficie CD20. El uso de rituximab con quimioterapia “convencional” ha demostrado ser superior a cualquiera de las 2 modalidades terapéuticas administradas de manera aislada.

El rituximab actúa clínicamente mediante tres mecanismos: la activación de las proteínas del sistema del complemento en la superficie de las células a las cuales se une, ocasionando destrucción de la célula; la fagocitosis de estas células por células de sistema mononuclear-fagocítico, especialmente aquellas localizadas en hígado y bazo; y la activación de los mecanismos proteicos intracelulares que activan el mecanismo fisiológico de apoptosis, abolido en muchos de estos tipos de cáncer.

Dicho lo anterior, el objetivo de nuestro trabajo fue el valorar, por una parte si era posible lograr el incremento de la activación de la apoptosis en estas células, mediante el uso del aumento de la expresión de la proteína CD95, así como valorar si esto tenía un efecto real sobre el número de células CD20 positivas en la cosecha.

## **PACIENTES Y MÉTODOS**

Se obtuvieron muestras de células mononucleadas obtenidas por aféresis, de pacientes con linfomas CD20 positivos que iban a ser trasplantados.

Se dividieron las muestras en 2 tubos, se agregó gluconato de Calcio ambos y se midió la expresión de CD19, CD20 y CD95. Tanto antes como inmediatamente después de la adición de rituximab a una dosis calculada a 1 mg por cada 600,000 células monucleadas. La proteína de superficie CD19 se expresa al mismo tiempo que la proteína CD20, y dado que la adición de el anticuerpo monoclonal, bloquea de manera irreversible el sitio de unión del anticuerpo diagnóstico, utilizamos CD19 como un marcador indirecto para conocer la modificación en el número de proteína y por ende el número de células CD20 positivas. La determinación de los porcentajes positividad de las proteínas de superficie se hizo utilizando un citómetro de flujo FacsCalibur (Beckton Dickinson) y los anticuerpos monoclonales utilizados fueron humanos de origen murino (Beckton Dickinson). El estudio estadístico de los resultados se hizo mediante el uso de la prueba de T unilateral con varianzas iguales.

## **RESULTADOS**

Incluimos 5 muestras de cosechas de células mononucleadas obtenidas de 5 pacientes que fueron sometidos a trasplante autólogo de células progenitoras hematopoyéticas obtenidas de sangre periférica.

Inmediatamente después de la adición de rituximab, la determinación de CD20 fue de 0 o muy cercano a él.

Los promedios de variación entre los porcentajes de expresión de CD19 y CD95 se encuentran en la tabla 1, y muestran una variación casi significativa para el incremento de la expresión de CD95. La expresión de CD19 no se vio afectada por la adición de rituximab en estas 24 horas.

Tabla 1.

	Promedio de la variación de la expresión después de la incubación a 37 C por 24 hrs. (%)	p
CD19+ control	-3.64	
CD19+ rituximab	0.63	0.69
CD95+ control	2.9	
CD95+ rituximab	10.52	0.06

### **CONCLUSIÓN:**

Estos resultados indican claramente que hay una activación casi significativa de la apoptosis in vitro, tras la adición de esta dosis de rituximab. Esto da pie a la utilización de este procedimiento como parte de una estrategia más compleja para el tratamiento de este tipo de pacientes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lazzarino M, Arcaini L, Bernasconi P, Alessandrino EP, Gargantini L, Cairoli R, Orlandi E, Astori C, Brusamolino E, Pagnucco G, Colombo AA, Calatroni S, Iacona I, Regazzi MB, Morra E. A sequence of immuno-chemotherapy with Rituximab, mobilization of in vivo purged stem cells, high-dose chemotherapy and autotransplant is an effective and non-toxic treatment for advanced follicular and mantle cell lymphoma. *Br J Haematol* 2002 Jan;116(1):229-35.
2. Schmitz N. Rituximab in autologous stem cell transplantation for follicular lymphoma. *Anticancer Drugs* 2001 Jun;12 Suppl 2:S21-4.
3. Flinn IW, O'Donnell PV, Goodrich A, Vogelsang G, Abrams R, Noga S, Marcellus D, Borowitz M, Jones R, Ambinder RF. Immunotherapy with rituximab during peripheral blood stem cell transplantation for non-Hodgkin's lymphoma. *Biol Blood Marrow Transplant* 2000;6(6):628-32.
4. Magni M, Di Nicola M, Devizzi L, Matteucci P, Lombardi F, Gandola L, Ravagnani F, Giardini R, Dastoli G, Tarella C, Pileri A, Bonadonna G, Gianni AM. Successful in vivo purging of CD34-containing peripheral blood harvests in mantle cell and indolent lymphoma: evidence for a role of both chemotherapy and rituximab infusion. *Blood* 2000 Aug 1;96(3):864-9.
5. Berkahn L, Simpson D, Raptis A, Klingemann HG. In vivo purging with rituximab prior to collection of stem cells for autologous transplantation in chronic lymphocytic leukemia. *J Hematother Stem Cell Res* 2002 Apr;11(2):315-20.



## **Hipertensión arterial en niños con leucemia linfoblástica aguda que reciben corticoesteroides; Frecuencia y factores de riesgo**

Martha Alvarado Ibarra, Elvia Jacobo Medrano, Manuel Antonio López Hernández, José Rafael Borbolla Escoboza

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Conocer la frecuencia de hipertensión arterial sistémica (HAS) en niños con Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) que reciben dexametasona y prednisona, a dosis altas, como parte del esquema de quimioterapia intensiva.

Determinar si hay factores de riesgo que favorezcan la aparición de HAS.

**Material y métodos.** Se estudiaron 39 pacientes en el periodo comprendido del 01 Junio 1999 al 31 Julio 2001. Menores de 20 años, ambos sexos, con diagnóstico de LLA de riesgo intermedio y alto; recibieron Dexametasona (10 mg/m<sup>2</sup>SC/ día) y Prednisona (60 mg/m<sup>2</sup>SC/ día) en la inducción y Prednisona a dosis de 180 mg/m<sup>2</sup>SC/ día) en la consolidación, como parte de su esquema terapéutico. Se tomó la tensión arterial previo a tratamiento y posteriormente 2 veces por turno, determinándose la existencia de HAS con cifras de tensión arterial sistólica o diastólica arriba de la percentila 95 (de acuerdo a las tablas de Horan M J).

**Resultados:** La frecuencia de HAS encontrada durante la inducción fue de 76.9% con media de aparición de 7 días; en la consolidación la frecuencia fue de 51.7% con media de 2 días. En la inducción la edad media fue de 8 años. En la consolidación se encontró diferencia estadística significativa en la edad (8 VS 5 años) con P= 0.05 y en aquellos pacientes que habían desarrollado HAS durante la inducción con P=0.005.

**Conclusión:** Los pacientes con LLA que reciben corticoesteroide tienen elevación de la tensión arterial, con mayor incidencia en la consolidación cuando existe el antecedente de HAS en inducción.

*Martha Alvarado Ibarra*, Servicio de Hematología, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, México DF

*Elvia Jacobo Medrano*, Servicio de Hematología, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, México DF

*Manuel Antonio López Hernández*, Servicio de Hematología, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, México DF

*José Rafael Borbolla Escoboza*, Dirección de Investigación Clínica, División Ciencias de la Salud, ITESM, Campus Monterrey

## **INTRODUCCIÓN:**

La Hipertensión Arterial Sistémica (HAS) secundaria es una complicación frecuentemente asociada a la utilización de medicamentos (tales como los esteroides), que causa graves problemas en la edad adulta; sin embargo es poco lo que se ha descrito acerca de su incidencia y problemática en niños y adolescentes, con relación al uso de corticoesteroides. En una búsqueda de los últimos 5 años en el Index médico de revistas y en el sistema electrónico MEDLINE la información al respecto es poca. Los primeros reportes surgen a mediados de la década de los 60s<sup>1</sup>.

Existen factores de riesgo<sup>2,3</sup> para la aparición de HAS en niños, como lo son: el sobrepeso, antecedente de HAS en los progenitores, hermanos y en la madre durante la gestación. Los factores que aparentemente no guardan relación con la HAS son: sexo, raza y talla.

Se define HAS en niños cuando la presión arterial sistólica o diastólica se encuentra por arriba de la percentila 95 de acuerdo a las tablas de Horan M J.

En el ámbito de los niños aquejados de leucemia linfoblástica aguda, es importante el estudio de la HAS asociada a esteroides, por las repercusiones que esta ocasiona, específicamente la presentación de hemorragia en SNC. En los pacientes con leucemia aguda linfoblástica menores de 15 años, éste evento se ha observado con una frecuencia de 7%, en los últimos cinco años en el Servicio de Hematología del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre". Se deben identificar e instalar medidas preventivas ya que se puede presentar sobre todo

cuando existen factores de riesgo, como lo es la administración de corticoesteroide <sup>4</sup>.

La existencia de HAS inducida por corticoesteroides tiene relevancia, puesto que la utilización de diversos agentes, es una causa modificable en la HAS secundaria<sup>5</sup>. Si bien el exceso exógeno de glucocorticoide es causa de HAS en niños, existen padecimientos que obligan la administración de estos, aunque no se ha dilucidado el mecanismo causal de la HAS, es probable que guarde similitud con el mecanismo propuesto para el exceso endógeno de cortisol. La HAS inducida por cortisol, se caracteriza por retención de sodio y expansión de volumen, existen estudios con glucocorticoides sintéticos o restricción de sodio que sugieren que la HAS es hasta cierto grado independiente del sodio y volumen<sup>6</sup>.

Ante la falta de información acerca de HAS en niños con Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA) y su aparición con la administración de corticoesteroides, es necesario conocer la frecuencia de HAS y si este aumenta con la existencia de factores de riesgo ya conocidos, para poder determinar la necesidad de la instalación de medidas profilácticas, ya que estos niños desarrollan trombocitopenia intensa y al asociarse con HAS, puede presentar hemorragia en sistema nervioso central.

#### **PACIENTES Y MÉTODOS:**

Se realizó un estudio observacional, longitudinal, prospectivo, descriptivo y abierto en el Servicio de Hematología del Centro Medico Nacional "20 de noviembre" del ISSSTE.

Se incluyeron pacientes menores de 20 años de edad en el periodo comprendido del 01 Junio 1999 al 31 Julio 2001, de ambos sexos, con diagnóstico de LLA de riesgo intermedio y alto (de acuerdo con los criterios establecidos), sin tratamiento antineoplásico previo y que recibieron corticoesteroides como parte de su tratamiento de acuerdo al protocolo de tratamiento vigente que comprende la administración de corticoesteroides en fases de inducción con dexametasona a  $10\text{mg}/\text{m}^2$  SC/ día (los días 1 a 4) y prednisona a  $60\text{mg}/\text{m}^2$  SC/ día VO (días 5 al 27) con disminución progresiva y fase de consolidación con prednisona a  $180\text{ mg}/\text{m}^2$  SC /día por 8 días (días 41 al 50) con disminución progresiva, además de incluirse Daunorubicina, Ciclofosfamida, Vincristina, L-asparaginasa y Metotrexate como parte del tratamiento antineoplásico. La participación en el estudio fue aceptada por los padres.

Los criterios de exclusión comprendieron a aquellos pacientes con Karnofsky inferior a 70%, septicemia, elevación de enzimas hepáticas (ALT y AST), creatinina 1.5 veces superior a lo normal, así como a los que habían recibido corticoesteroides por otras causas, portadores de diabetes mellitus, pacientes con infiltración leucémica a sistema nervioso central, cuadro de hipertensión intracraneal y a aquellos con HAS de otro origen. Los criterios de eliminación incluyeron abandono de tratamiento, falla terapéutica y defunción por otras causas.

Se investigaron los siguientes datos: antecedentes de hipercolesterolemia y HAS por línea directa, y la existencia de obesidad (determinada de acuerdo a tablas de peso y talla del National Center for Health Statistics). Se tomo la tensión arterial basal, previo a tratamiento, y posteriormente 2 veces por turno determinándose la

existencia de HAS con cifras de tensión arterial sistólica o diastólica arriba de la percentila 95 (de acuerdo a tablas de Horan M J); química sanguínea, electrolitos séricos, colesterol, triglicéridos y cortisol sérico basales y posteriormente dos veces por semana. Se dio seguimiento en cuanto a la toma de tensión arterial y toma de controles de química sanguínea y electrolitos séricos durante el tratamiento con corticoesteroides y hasta 60 días.

El análisis de las variables numéricas y nominales se llevó a cabo con las medidas de tendencia central, la media y el promedio respectivamente. Se utilizaron la prueba de T de Student para diferencias entre variables continuas, la prueba de Kruskal Wallis para comparar variables continuas con las nominales. Los cálculos se efectuaron mediante la utilización del programa EPI6. Un valor de  $P < 0.05$  fue considerado estadísticamente significativo.

## **RESULTADOS:**

Se estudiaron 39 pacientes con edades de 2 a 18 años (media de 7.9 años). Las características de los pacientes se muestran en la tabla 1.

Todos los pacientes incluidos fueron evaluables para la fase de tratamiento de inducción a la remisión y solo 29 para la fase de consolidación. 10 pacientes fueron eliminados y no evaluables para la fase de consolidación (6 por defunción y 4 por falla a tratamiento).

Tabla 1. Características generales de los enfermos

<b><i>Variable</i></b>	<b><i>Resultado</i></b>
<b>Edad en años (media limites)</b>	7.9 (2-18)

<b>Sexo M/F</b>	22/17
<b>Con HAS familiar N= (%)</b>	9 (23%)
<b>Con Obesidad N= (%)</b>	3 (7.7%)
<b>Cortisol elevado N= (%)</b>	1 (2.6%)
<b>Triglicérido elevado N=(%)</b>	10 (25.6%)

M/F= Masculino / Femenino

HAS= Hipertensión Arterial Sistémica

La frecuencia global de HAS fue de 76.9% (30 en 39 pacientes). En la inducción sucedieron 29 episodios ((29 en 39 pacientes) y en consolidación 15 episodios (15 en 29 pacientes). Catorce enfermos tuvieron HAS en ambas fases de tratamiento; uno sólo lo presentó en consolidación. La aparición de HAS durante la inducción fue de 74.4% (29 de 39 pacientes) con una media del día de aparición de 7 días. Durante la consolidación la frecuencia fue de 51.7% (15 de 29 pacientes). La media del día de presentación fue de 2 días. Las características de los pacientes que presentaron HAS durante la inducción se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados en pacientes incluidos en Inducción (n=39), que desarrollaron, o no, HAS.

<b>Variable</b>	<b>HAS</b>	<b>No</b>	<b>P=</b>
<b>Edad en años (media)</b>	8.1	7.5	0.89
<b>Sexo M/F</b>	17/12	5/5	0.45
<b>Con HAS Familiar</b>	5	24	0.19
<b>Con Obesidad</b>	3	26	0.5

<b>Triglicérido elevado</b>	8	21	1.0
<b>Hemorragia SNC</b>	3	0	0.39

M/F= Masculino / Femenino

HAS= Hipertensión Arterial Sistémica

SNC= Sistema Nervioso Central

En la consolidación los pacientes con HAS fueron un total de 15; los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados en pacientes incluidos en Consolidación (n=29)

<b>Variable</b>	<b>HAS</b>		<b>Valor de P</b>
	<b>No</b>	<b>Si</b>	
<b>Edad (años)</b>	8.5	5.3	0.05
<b>Sexo M/F</b>	9/6	8/6	0.82
<b>HAS Familiar</b>	3	12	0.42
<b>Obesidad</b>	2	13	0.48
<b>Triglicérido elevado</b>	3	12	0.42
<b>HAS Inducción</b>	14	1	0.005
<b>Hemorragia SNC</b>	1	0	0.50

M/F= Masculino/Femenino

HAS= Hipertensión Arterial Sistémica

SNC= Sistema Nervioso Central

De los 29 pacientes en la fase de consolidación, 14 pacientes tuvieron HAS durante la inducción (48.3%) y 1 paciente durante la consolidación (3.4%). Fue significativa la presentación de HAS en la consolidación en aquellos pacientes que ya la habían presentado durante la inducción (P=0.005)

Las modificaciones bioquímicas encontradas fueron hiperglicemia e hipokalemia. La cifra media de glicemia fue de 148.8 mg/dl (rango de 89- 421 mg/ml), detectándose en un 30 % de los casos. El potasio sérico se encontró con una media de 2.7 mEq/L (rango 2-4 mEq/L ) documentándose hipokalemia en un 92.3%. En todos los pacientes los valores de la creatinina se mantuvieron dentro de rangos normales.

La presentación de hemorragia cerebral se encontró en 4 pacientes ( 10%), en todos relacionada con HAS y la administración de corticoesteroides de los cuales 3 fallecieron por esta causa.

#### **DISCUSIÓN:**

Se ha establecido la relación que guarda la presentación de HAS secundaria a la administración de corticoesteroides en adultos, llevando esto a la necesidad de establecer medidas profilácticas. En niños esto no se ha demostrado con claridad, de ahí la necesidad de documentar la frecuencia de HAS en niños que reciben corticoesteroides, como parte del tratamiento de inducción y consolidación para LLA de riesgo alto e intermedio, así como determinar si los factores de riesgo, previamente identificados (sobrepeso, antecedentes de HAS familiar) (2) contribuyen a la aparición de esta. La relevancia de esto radica sobre todo en que los pacientes con LLA que cursan con trombocitopenia y con la aparición de HAS tienen riesgo para presentar evento hemorrágico cerebral.

En nuestro estudio logramos establecer elevada frecuencia de HAS sin que los factores de riesgo guardaran relación con la aparición de esta.



Hubo mayor frecuencia durante la inducción y aparición más temprana (2 días) en la consolidación. Con lo anterior se deduce que la dosis y tiempo de administración del corticoesteroide si influyen sobre la presentación de HAS.

Es de notar que aquellos pacientes que presentaron HAS en la consolidación en su mayoría ya la habían presentado en la inducción, por lo tanto se identifica como factor de riesgo para la consolidación el antecedente de HAS durante la inducción.

Las repercusiones clínicas fueron evidentes, tanto por alteraciones metabólicas ocasionadas (hiperglicemia e hipokalemia) como por la existencia de hemorragia cerebral que se presento en 4 pacientes. Nuestro estudio muestra la necesidad de instalar medidas profilácticas, además del apoyo transfusional de plaquetas, para disminuir el desarrollo de HAS y hemorragia cerebral asociados a corticoesteroides así como monitoreo de las cifras de glucosa y potasio ya que se observó alta frecuencia de hipokalemia, lo que apoya el aporte de potasio en requerimientos altos durante la administración de corticoesteroides.

### **CONCLUSIONES:**

Los pacientes con LLA que reciben corticoesteroides presentan HAS en un 76.9%, sin que guarde relación la aparición de esta con factores de riesgo, edad ni sexo. El hecho de presentar hipertensión en la inducción es factor de riesgo importante para la aparición de HAS en la consolidación.

Con los resultados obtenidos se establece la necesidad de dar manejo profiláctico para hipertensión arterial así como para hiperglicemia e hipokalemia en los niños con LLA que reciben corticoesteroides.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

1. - Sinaiko A R. Hypertension in children, New Engl J Med 1996, 335 (26): 1968-1973.
2. - Loredó A. Medicina interna pediátrica 2ª edición 1990 pp 540.
3. - Stewart P M. Cortisol, hypertension and obesity: a role of 11b-hydroxysteroid, deshydrogenase. Journal of the Royal College of Physicians of London. Vol. 32 No. 2 Marzo-abril 1998, pp 54 – 159.
4. - Clínicas pediátricas de Norteamérica año 1996.
5. - Clyburn E B, Difette D J. Hypertension induced by drugs and other substances. Semin-Nephrol 1995, Marzo 15 (2): 72 – 86.
6. - Whitworth JA, Brown MA et al. Mechanisms of cortisol- induced hypertension in humans steroids 1995, Jan; 60 (1): 76 – 80.

**HOSPITAL SAN JOSÉ-TEC DE MONTERREY**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE EFICACIA DE PROFILAXIS OCULAR NEONATAL”**

Dra. Belinda Carrión Chavarría  
Residente 4° Año Pediatría Hospital San José-Tec de Monterrey  
[belinda\\_carrion@hotmail.com](mailto:belinda_carrion@hotmail.com)

M.C. Sergio Uribe Gutiérrez  
Candidato al doctorado en Sistemas Inteligentes CIA-ITESM Campus Monterrey  
R&D Danfoss Refrigeration Controls  
suribe danfossmtty.com.mx

# “ESTUDIO COMPARATIVO DE EFICACIA DE PROFILAXIS OCULAR NEONATAL”

Belinda Carrión Chavarría, Sergio Uribe Gutiérrez

La profilaxis oftálmica parecer no estar justificado en la actualidad, al haber descendido la incidencia de conjuntivitis por gonococo. Han surgido artículos que argumentan que otro agente bacteriano importante como la Clamidia tracomatis, al causar conjuntivitis neonatal requiere manejo sistémico. También se señala que el mejor método profiláctico de conjuntivitis neonatal es el control prenatal óptimo.

Se realizó un estudio prospectivo en el Hospital Rural de Montemorelos durante dos meses. Se formaron tres grupos dónde a uno no se le aplicó profilaxis oftálmica, a otro se le aplicó cloramfenicol gotas y al tercero se le aplicó gotas de polimixina B-bacitracina.

De 73 recién nacidos estudiados, se detectaron 5 casos de conjuntivitis neonatal. Tres de ellos fueron del grupo que no recibió profilaxis oftálmica, 1 recibió cloramfenicol gotas y 1 recibió gotas de polimixina B-bacitracina. Al realizar un análisis estadístico con una prueba de ji-cuadrada y  $p=0.1$  se encontró que “el desarrollo de conjuntivitis en recién nacidos es independiente del uso o no de medicamentos de prevención”.

Con estos resultados, surge la pregunta de si en realidad está justificada la profilaxis oftálmica como manejo del recién nacido. Sería interesante intentar reproducir este protocolo para verificar la validez de esta conclusión o no.

## 1. Introducción

En 1980 y otra vez en 1986, la Academia Americana de Pediatría apoyó la recomendación del Centro para Control de Enfermedades de que la solución de nitrato de plata al 1% o ungüentos oftálmicos que contienen 1% tetraciclina o 0.5% eritromicina son regímenes aceptables para la profilaxis de oftalmia neonatal gonocócica.(1) Actualmente este fin cae en desuso, al haber descendido dramáticamente la conjuntivitis por Neisseria gonorrea que tiene una incidencia de 0.04%.(2)

También han recomendado este régimen como profilaxis de oftalmia para clamidia, aunque no existe ningún dato publicado acerca de la eficacia para este propósito. Inclusive, el manejo de la conjuntivitis por clamidia debe ser sistémica con eritromicina oral de 10 a 14 días por la alta asociación que existe con neumonía.(2) Existen estudios que demuestran que el yodo povidone al 2.5% puede ser un agente profiláctico superior, con alguna actividad contra clamidia(1). El autor Jia-Yun Chen menciona en su artículo sobre profilaxis de conjuntivitis neonatal, que la prevención de síntomas conjuntivales pueden, en algunos casos, retrasar el diagnóstico acucioso y terapia apropiada de conjuntivitis por clamidia o gonococo en los recién nacidos. Además de que recalca, que la terapia tópica no es la idónea para la conjuntivitis neonatal por clamidia.(3)

En otro artículo sobre profilaxis oftálmica, su autora Margaret Hammerslag, señala la importancia de un buen control prenatal. Ella afirma que, tener un adecuado control sobre la aparición de vaginitis por clamidia o gonorrea en mujeres embarazadas, es la mejor manera de prevenir la aparición de conjuntivitis neonatal. Pone como ejemplo países como Dinamarca y Gran Bretaña dónde al ofrecerse un buen control prenatal, no se utiliza la profilaxis oftálmica neonatal.(1)

---

Dra. Belinda Carrión Chavarría Residente 4° Año Pediatría Hospital San José-Tec de Monterrey, [belinda\\_carrion@hotmail.com](mailto:belinda_carrion@hotmail.com)  
M.C. Sergio Uribe Gutiérrez, Candidato al doctorado en Sistemas Inteligentes CIA-ITESM Campus Monterrey, R&D Danfoss Refrigeration Controls, [suribe.danfossmt.com.mx](http://suribe.danfossmt.com.mx)

También es importante señalar que la conjuntivitis bacteriana es generalmente una enfermedad autolimitada. El tratamiento tópico está indicado para acortar el período del curso de la enfermedad y reducir su riesgo de contagio. (3)

## 2. Metodología

Este estudio prospectivo se inició a partir del 24 de abril del 2002 y se terminó el 17 de junio del mismo año. Se aplicó sobre los recién nacidos atendidos en el Hospital General Rural de Montemorelos de la SSA. Los recién nacidos en estudio total fue de 73.

Se decidió formar tres grupos en donde, al azar, se agruparon: a 25 se les aplicó Neosporín® (polimixina-neomicina- B bacitracina) gotas, a 26 se les aplicó cloramfenicol gotas y a 22 no se les aplicó profilaxis oftálmica. Se documentó en cada recién nacido su vía de nacimiento: parto o cesárea y si existía ruptura o no de membranas.

Se les dió seguimiento la primera semana de vida en la consulta e interrogó a los padres al recoger sus laboratorios del nacimiento al mes de vida sobre la existencia o no de conjuntivitis. El diagnóstico de conjuntivitis se hizo clínicamente si aparecía secreción purulenta y eritema conjuntival.

## 3. Resultados y discusión

El objetivo del presente estudio fue registrar los casos de conjuntivitis neonatal entre tres grupos de recién nacidos. Dos de ellos sí recibió profilaxis oftálmica y el tercero no. Entre los casos de conjuntivitis neonatal identificados, se realizó un análisis comparativo entre éstos para observar si efectivamente la profilaxis oftálmica disminuye la incidencia de desarrollo de conjuntivitis neonatal o no.

Hipótesis nula

Ho: El desarrollo de conjuntivitis en recién nacidos es independiente del uso o no uso de profilaxis oftálmica medicamentosa.

Hipótesis alterna

H1: El desarrollo de conjuntivitis en recién nacidos es dependiente del uso o no de profilaxis oftálmica medicamentosa.

La tabla I muestra los datos recolectados durante el periodo de prueba. Se registró 3 casos de conjuntivitis entre los que no recibieron profilaxis oftálmica y en el grupo que sí recibió profilaxis se registró 2 casos (1 del que recibió gotas de cloramfenicol y 1 del que recibió Neosporín®). Las Fig.1 y Fig.2 despliegan la distribución de la población. Se observa que el porcentaje de casos de conjuntivitis en aquellos pacientes que no recibieron algún tratamiento fue 3.5 veces más alto que en aquellos que sí recibieron tratamiento.

Esta proporción podría orillarnos a decir que el uso de medicamento en recién nacidos previene el desarrollo de conjuntivitis; sin embargo, se debe correr un análisis estadístico más riguroso el cuál

esté fundamentado en la base de la inferencia estadística para poder aseverar esta hipótesis o rechazarla.

Tabla I: Datos observados

	Tratamiento		
	Nada	Cloramfenicol	Neosporin
Conjuntivitis	3	1	1
No conjuntivitis	19	24	25

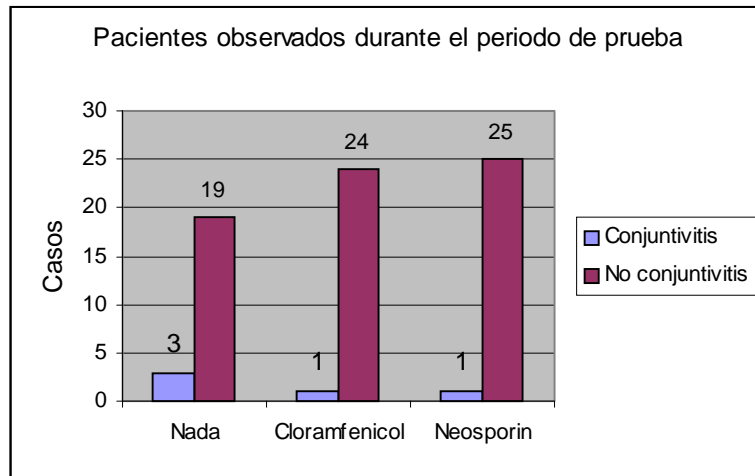


Fig.1: Distribución de la población observada

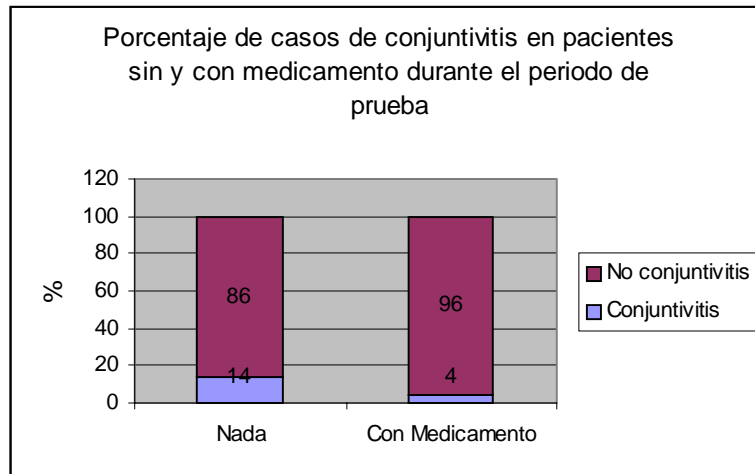


Fig.2: Efecto del medicamento

Prueba de hipótesis estadística

Se establece la siguiente hipótesis nula:

Ho: El desarrollo de conjuntivitis en recién nacidos es independiente del uso o no uso de medicamento de prevención.

Se aplica una distribución ji-cuadrada en el análisis en la cual se define la siguiente tabla de contingencia:

Tabla II:Tabla de contingencia

	Tratamiento			Totales
	Nada	Cloramfenicol	Neosporin	
Conjuntivitis	3	1	1	5
No conjuntivitis	19	24	25	68
Totales	22	25	26	73

A continuación se calculan las probabilidades independientes de cada caso, por ejemplo la probabilidad de que un recién nacido desarrolle conjuntivitis se calcula como:  $P(\text{Conjuntivitis}) = 5/73$ .

$P(\text{Conjuntivitis}) = 5/73$                        $P(\text{Nada}) = 22/73$   
 $P(\text{No Conjuntivitis}) = 68/73$              $P(\text{Cloramfenicol}) = 25/73$   
 $P(\text{Neosporin}) = 26/73$

Quando dos eventos son independientes, la probabilidad de que ocurran conjuntamente es obtenida a través del producto de sus probabilidades independientes; por ejemplo, la probabilidad de que un recién nacido desarrolle conjuntivitis sin tratamiento se calcula como:

$$P(\text{Conjuntivitis y Nada}) = 5/73 \times 22/73$$

Encontrando todas las probabilidades resulta:

$P(\text{Conjuntivitis y Nada}) = 5/73 \times 22/73$   
 $P(\text{Conjuntivitis y Cloramfenicol}) = 5/73 \times 25/73$   
 $P(\text{Conjuntivitis y Neosporin}) = 5/73 \times 26/73$   
 $P(\text{No Conjuntivitis y Nada}) = 68/73 \times 22/73$   
 $P(\text{No Conjuntivitis y Cloramfenicol}) = 68/73 \times 25/73$   
 $P(\text{No Conjuntivitis y Neosporin}) = 68/73 \times 26/73$

Las frecuencias esperadas correspondientes  $E_i$  se calculan como  $E_i = P_i \times \text{Total}$ , por ejemplo la frecuencia esperada de que un recién nacido desarrolle conjuntivitis sin tratamiento es:  $E = (5/73 \times 22/73) \times 73$ , por lo tanto la tabla de frecuencias esperadas se muestra a continuación:

Tabla III: Frecuencias Esperadas

	Tratamiento			Totales
	Nada	Cloramfenicol	Neosporin	
Conjuntivitis	1.5038	1.7082	1.7739	4.9859

No conjuntivitis	20.4911	23.87	24.2141	68.575
Totales	21.9949	25.5782	25.988	73.561

El estadístico de prueba ji-cuadrada se calcula de la sig. forma:

$$X^2 = \sum (O_i - E_i)^2 / E_i$$

Sustituyendo valores de Tabla II y Tabla III obtenemos:

$$X^2 = 3.7642$$

El número de grados de libertad  $\nu$  se calcula de la tabla de contingencia como :

$$\nu = (\text{renglones}-1) \times (\text{Columnas}-1) = 2$$

Manejando un grado de significancia  $\alpha = 0.1$  y usando las tablas de distribución ji-cuadrada encontramos que:

$$X^2(\nu=2, \alpha=0.1) = 4.605$$

Finalmente se observa que :

$$X^2(\nu=2, \alpha=0.1) = 4.605 > X^2 = 3.7642$$

Por lo tanto los datos observados son compatibles con la hipótesis nula  $H_0$ , por lo que estadísticamente se puede afirmar con un nivel de significancia del 10% que :

El desarrollo de conjuntivitis en recién nacidos es independiente del uso o no de medicamento de prevención.

De los 5 recién nacidos en quienes sí se documentó clínicamente conjuntivitis a) De los que no recibieron profilaxis oftálmica, dos de ellos nacieron por cesárea con membranas íntegras y el tercero fue por cesárea con membranas rotas b) del recién nacido que recibió Neosporín como profilaxis nació por cesárea con membranas íntegras y por último c) el que recibió cloramfenicol nació por parto con membranas íntegras. Esto hace suponer que la presencia o no de membranas íntegras parece no ser un factor asociado a la presencia o no de conjuntivitis.

#### 4. Discusión

Es interesante considerar los resultados obtenidos y cuestionar la utilidad sobre la profilaxis oftálmica. Como se menciona en la introducción, la Academia Americana de Pediatría instituyó la profilaxis oftálmica en los 80's para prevenir la conjuntivitis por Neisseria gonorrea. Pero este propósito está en desuso, ya que la incidencia de conjuntivitis por gonococo ha descendido dramáticamente. Además no es útil para la conjuntivitis por clamidia, ya que de ser la causa de conjuntivitis neonatal requiere manejo sistémico.

El programa de control prenatal ha sido difundido ampliamente en el sector salud. Todas las mujeres embarazadas (madres) de los recién nacidos estudiados tuvieron control prenatal. Esta es otra razón para justificar el desuso de la profilaxis oftálmica, al tratarse los cuadros de vaginitis que pudieran desarrollar las mujeres embarazadas durante la gestación.



Este estudio tiene sus limitaciones para generalizar sus resultados. En primer lugar, la conjuntivitis neonatal a pesar de ser la infección más común del recién nacido, su incidencia de 0.6% es baja (1). Por esta razón, se requiere una población grande para tener un número considerable de casos registrados de conjuntivitis neonatal. Esto no fue posible debido a la limitación del tiempo para aplicación del protocolo.

En segundo lugar, no se tiene identificado el agente bacteriano de los casos de conjuntivitis registrados. Eso sería importante para conocer, la incidencia etiológica, en la región de Montemorelos de conjuntivitis neonatal. Por otro lado, podría explicar los fracasos terapéuticos que se registró en el grupo que sí recibió profilaxis oftálmica.

Al concluir este estudio, se invitó a residentes pediatras que tienen asignado el Hospital Rural de Montemorelos para continuar con este protocolo.

## **5. Conclusiones**

Existen artículos de investigación que aún no demuestran la eficacia de la profilaxis oftálmica contra otros patógenos distintos de la Neisseria gonorrea. En el presente estudio, se encontró que la aparición de conjuntivitis es independiente de la profilaxis oftálmica. Estos resultados cuestiona la eficacia del manejo profiláctico ocular en los recién nacido. Sería importante utilizar las mismas herramientas estadísticas, para tratar de reproducir estos resultados y corroborar si esta conclusión es válida o no.

## **6. Referencias**

- 1.- Hammerslag, Margaret R., MD, Cummings, Cynthia, BS, Roblin, Patricia M. M.S., y cols. "Efficacy of Neonatal Ocular Prophylaxis for the Prevention of Chlamydial and Gonococcal Conjunctivitis", New England Journal of Medicine, Vol. 320 No. 12 pp 769-772
- 2.-Diamant, Jonathan I. M.D., Hwang, David G. MD, "Ocular Infections:Update on Therapy. Therapy for Bacterial Conjunctivitis", Ophthalmology Clinics of North America, Vol.12 No. 1 Marzo 1999 pp 15-20
- 3.- Chen, Jia-Yuh, MD, "Prophylaxis of Ophthalmia Neonatorum: Comparison of Silver Nitrate, Tetracycline, Erythromycin and No Prophylaxis", Pediatrics Infectious Disease Journal, Vol. 11, No. 12, Dec. 1992
- 4.- Daniel, Wayen W., Bioestadística, Editorial Limusa, 1990, México

# OPTIMIZACIÓN DE LA TABLA DE VALORACIÓN MANTRELS PARA DIAGNÓSTICO DE APENDICITIS EN NIÑOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE REDES NEURONALES (PERCEPTRON MULTI-ETAPAS)

Belinda Carrión Chavarría, Sergio Uribe Gutiérrez, Salvador Villarreal

El diagnóstico de apendicitis aguda en los niños siempre ha representado un reto para el médico. Se han valido de estudios de imagen como el ultrasonido y la tomografía axial computarizada para mejorar la acuciosidad diagnóstica sin obtener resultados satisfactorios. En 1986, el Dr. Alfredo Alvarado analizó la validez estadística de ocho variables predictivas para determinar apendicitis aguda. Las agrupó formando una tabla que denominó MANTRELS por las iniciales de éstas ocho variables. Esta tabla resultó útil en adultos, pero en niños es muy controversial por su baja sensibilidad y especificidad. Es por esta razón que surge la necesidad de buscar una alternativa a la aplicación de esta tabla que mejore su valor predictivo. El presente trabajo, propone el empleo de una red neuronal con la topología del llamado perceptrón multi-etapas el cual resulta especialmente útil en tareas de identificación/clasificación de datos que exhiben relaciones altamente no lineales. El perceptrón recibe como vector de entrada las ocho variables de la tabla de valoración MANTRELS. Durante la fase inicial, se le presentan un conjunto de datos de entrenamiento entrada-salida consistente en casos reales, los cuáles se componen de la respectiva valoración MANTRELS y el diagnóstico final anatomo-patológico. El algoritmo de aprendizaje ajusta iterativamente los pesos de las capas interna y externa de tal manera que se minimiza la diferencia entre el diagnóstico real presentado y el diagnóstico emitido por el perceptrón. Ya entrenado el perceptrón se evalúa su capacidad de generalización presentándole nuevos casos diferentes a los usados en la etapa de aprendizaje calculando la sensibilidad y especificidad alcanzada comparándolas posteriormente con los métodos convencionales MANTRELS observándose una considerable mejora usando la combinación MANTRELS-perceptrón.

Palabras clave: Apendicitis, Método MANTRELS, Redes neuronales, Perceptrón, Algoritmo de aprendizaje.

## 1. Introducción

La apendicitis aguda representa hasta un 8% de las causas de dolor abdominal agudo en niños que llegan a emergencias. La apendicitis aguda es la causa más común de patología quirúrgica abdominal traumática en los niños. Sin embargo, a pesar del establecimiento de su diagnóstico y tratamiento hace más de 100 años, este padecimiento sigue estando sujeto a diagnósticos erróneos principalmente en niños. Desde la década pasada se ha utilizado el ultrasonido, tomografía axial computarizada y medicina nuclear para mejorar la acuciosidad diagnóstica. Sin embargo, estos estudios de gabinete sólo han incrementado los costos sin mejorar considerablemente el diagnóstico[1].

---

Dra. Belinda Carrión Chavarría, Médico Residente 4º año de la especialidad en Pediatría, Hospital San José-Tec de Monterrey, [belinda\\_carrión@hotmail.com](mailto:belinda_carrión@hotmail.com)  
M.C. Sergio Uribe Gutiérrez, Candidato al doctorado en Sistemas Inteligentes, Centro de Sistemas Inteligentes-ITESM Campus Monterrey, R&D Danfoss Refrigeration Controls. [suribe@danfossmtty.com.mx](mailto:suribe@danfossmtty.com.mx)  
Dr. Salvador Villarreal, Cirujano Pediatra, Profr. Hospital San José-Tec de Monterrey.

En mayo de 1986, el cirujano Alfredo Alvarado del Hospital Bennett en Florida, publicó una tabla de valoración para diagnosticar apendicitis aguda. Dicha tabla fue nombrada MANTRELS por la letra inicial de los 8 parámetros que agrupa. Se incluyen tres síntomas: a) M- Migración del dolor, b) A- Anorexia-acetona, c) N- Náusea-vómito; tres signos físicos: d) T- *Tenderness* (dolor en punto de McBurney), e) R- Rebote, f) E- Elevación de la temperatura; y dos parámetros de laboratorio: g) L- Leucocitosis, h) S- *Shift to the left* (desviación a la izquierda con predominio de neutrófilos) [2].

A cada variable se le asigna una valoración numérica dependiendo si el paciente estudiado la presenta o no. Cuando el paciente no presenta la variable, el valor asignado será el cero en todos los casos. Cinco de las variables toman valor de 0 ó 1 (M, A, N, R, E, S) y las dos restantes (T, L) tienen un valor asignado de 0 ó 2. De tal manera que la tabla o *score* MANTRELS resulta de la suma de los valores de todas las variables, tomando un valor máximo de 10. Entre mayor sea el puntaje obtenido mayor es la probabilidad de que el paciente tenga un cuadro de apendicitis aguda [2].

La aplicación de esta tabla de valoración en niños ha sido controversial por su falta de asertividad y ha sido difícil establecer el puntaje total de la misma que determina la *condición anormal*, es decir, apendicitis. Por ejemplo, en dos estudios en donde se determinó que un puntaje de 7 o mayor era sugerente de cuadro de apendicitis aguda, se encontró una sensibilidad del 88-90% con una especificidad de 72-81%. En otro estudio donde se determinó que un puntaje de 5 o más era sugerente de cuadro de apendicitis aguda, se encontró una sensibilidad del 100% pero una especificidad de 37%. Por tal razón, se considera que esta tabla de valoración no es útil para la certeza del diagnóstico en niños[2].

El término Inteligencia Artificial (IA) fue acuñado por John McCarthy en 1956 durante el ya celebre congreso de verano de Darmouth [3]. Dicho congreso tuvo como objetivo reunir a la comunidad científica que estuviese efectuando investigación en áreas tan diversas como Lingüística, Lógica, Cibernética, Computación y Matemáticas, dado que se había registrando un desarrollo fuerte en estas áreas tratando de emular variados aspectos de la inteligencia humana tales como modelación del proceso de aprendizaje, representación del conocimiento, percepción, resolución de teoremas matemáticos, control automático, etc.; es en esta reunión donde se reconoce el comienzo formal de la IA. Hoy en día, se puede concebir a la IA como una rama integradora de disciplinas que tiende a emular los fenómenos cognoscitivos y del razonamiento humano estableciendo modelos matemáticos-computacionales los cuales son usados en la resolución de problemas reales complejos que involucran la intervención de lo que solemos llamar inteligencia.

Algunos de los problemas que han sido atacados con éxito [3] por la IA son: resolución de teoremas geométricos, reconocimiento de escritura a mano alzada, reconocimiento de voz, identificación de patrones altamente complejos (como las tendencias de la bolsa de valores), control robusto de sistemas altamente no lineales, optimización de sistemas, diagnóstico de crecimiento de células cancerígenas, etc.

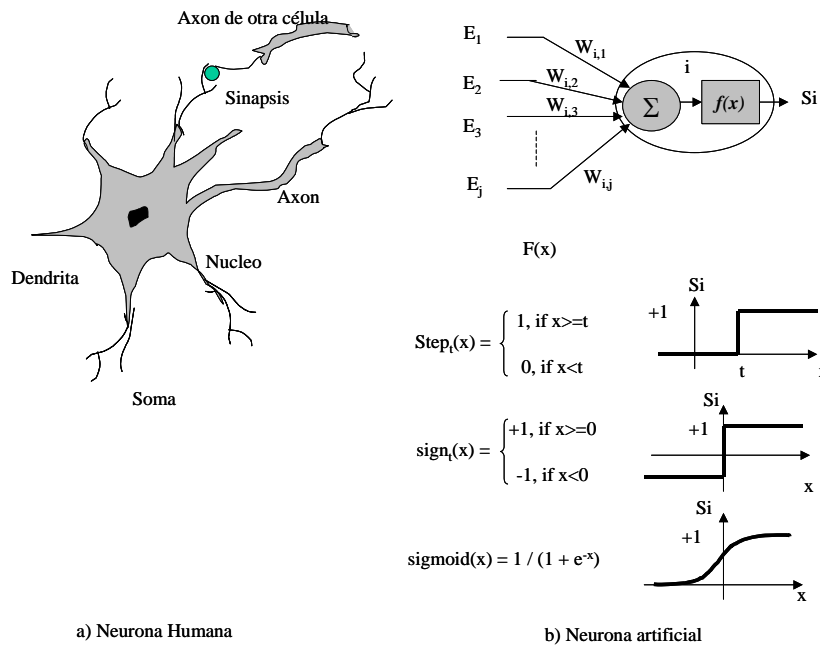
Los sistemas conexionistas también conocidos como redes neuronales son una de las disciplinas dentro de la IA que ha registrado un amplio desarrollo en áreas como identificación de patrones, minería de datos, identificación de sistemas dinámicos, clasificación de datos, etc.

Hoy en día, la IA está articulada por un conjunto de disciplinas dentro de las cuales sobresalen por sus desarrollos los Sistemas evolutivos, Sistemas conexionistas, Sistemas expertos, Control Inteligente.

Los sistemas conexionistas son un intento (simplista pero de gran utilidad práctica) para emular la forma de procesamiento efectuada por el cerebro humano en la cual se reconocen dos características importantes: existencia de unidades básicas de procesamiento y un alto grado de interconexión entre ellas. La unidad básica en los sistemas conexionistas (también llamados redes neuronales) es la neurona artificial en la que se distinguen tres componentes básicos: 1) entradas, son el conjunto de señales que concurren en la neurona, 2) conexiones de la neurona, cada una de las interconexiones tiene asociado un peso numérico, los pesos conforman el medio primario de almacenamiento a largo plazo en la red neuronal y 3) función de activación, es la operación matemática que determinará finalmente el valor de la salida de la neurona.

---

Es así como cada neurona efectúa un cálculo local y simple: esta recibe señales de entrada a través de sus diferentes interconexiones y calcula el nuevo valor de activación, que a su vez es enviado a otras neuronas por medio de las conexiones de salida. Este cálculo puede dividirse en dos componentes: un componente lineal el cual calcula la suma de los productos entre las señales de entrada y sus respectivos pesos, a esta sumatoria se le suele denominar función de entrada; el segundo es un componente no lineal llevado a cabo por la función de activación, el cual transforma la función de entrada en un valor escalar. Las funciones de activación más usadas se han expresado en la Fig. 1.



**Figura 1.** Neurona humana y neurona artificial

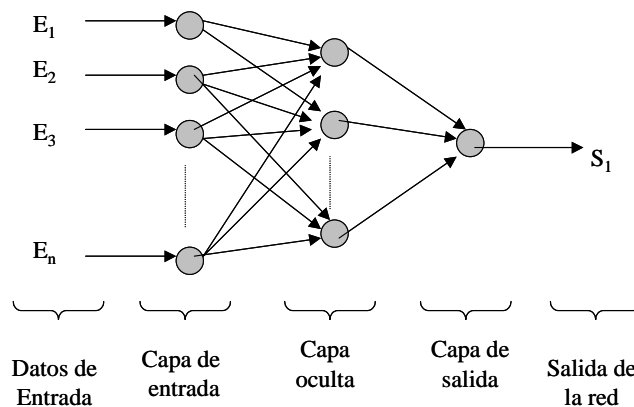
La ecuación (1) resume el cálculo efectuado por cada neurona.

$$S_i = f\left(\sum_j w_{i,j} E_j\right). \quad (1)$$

Una red neuronal está constituida por un arreglo de neuronas altamente interconectadas y un algoritmo de aprendizaje que adapta recursivamente los parámetros de la red de acuerdo a un conjunto de datos de entrada-salida que son usados como datos de aprendizaje. Algunas de las unidades están conectadas al exterior determinando así capas de neuronas de entrada y capas de salida. Las capas intermedias u ocultas son aquellas cuyas entradas provienen de otro grupo de neuronas mientras que sus salidas activan a otras más. Un esquema típico de una red neuronal multi-etapas se muestra en la Fig. 2, donde se ha omitido la representación de las respectivas funciones de activación para simplificar el esquema.

Las redes neuronales pueden adaptar diversas topologías dependiendo la estructura de sus capas, las funciones de activación empleadas y el algoritmo de aprendizaje empleado. El perceptrón es una red neuronal ampliamente usada, fue estudiada inicialmente en 1950 por Rosenblatt [3]. Se caracteriza por ser una red especializada en realizar clasificación de datos, es decir dado un conjunto de

datos de entrada, clasificarlo en dos clases  $C1$  y  $C2$ , de manera que la red se auto-ajusta a partir de los datos presentados mejorando su desempeño a través de un proceso de entrenamiento. En la fase de entrenamiento, se le presentan a la red un subconjunto de datos que son empleados como ejemplos de aprendizaje de manera que la red ajusta sus pesos internos minimizando la diferencia entre los datos de salida calculados por el perceptrón y los datos reales objetivo. En la segunda fase denominada de generalización, a la red se le presentan un conjunto de datos nunca antes procesados con la finalidad de que se efectúe la clasificación en base a las reglas (pesos de interconexiones) encontradas por el mismo perceptrón. Los pesos  $w$  son ajustados usando una regla de aprendizaje adaptiva llamada algoritmo de convergencia del perceptrón [4]. De esta manera, si las dos clases  $C1$  y  $C2$  son linealmente separables, el hiperplano definido por los pesos del perceptrón divide el espacio en dos regiones, una ocupada por solo elementos de  $C1$  y la otra por elementos de  $C2$ .



**Figura 2.** Red neuronal con 1 etapa oculta y una salida

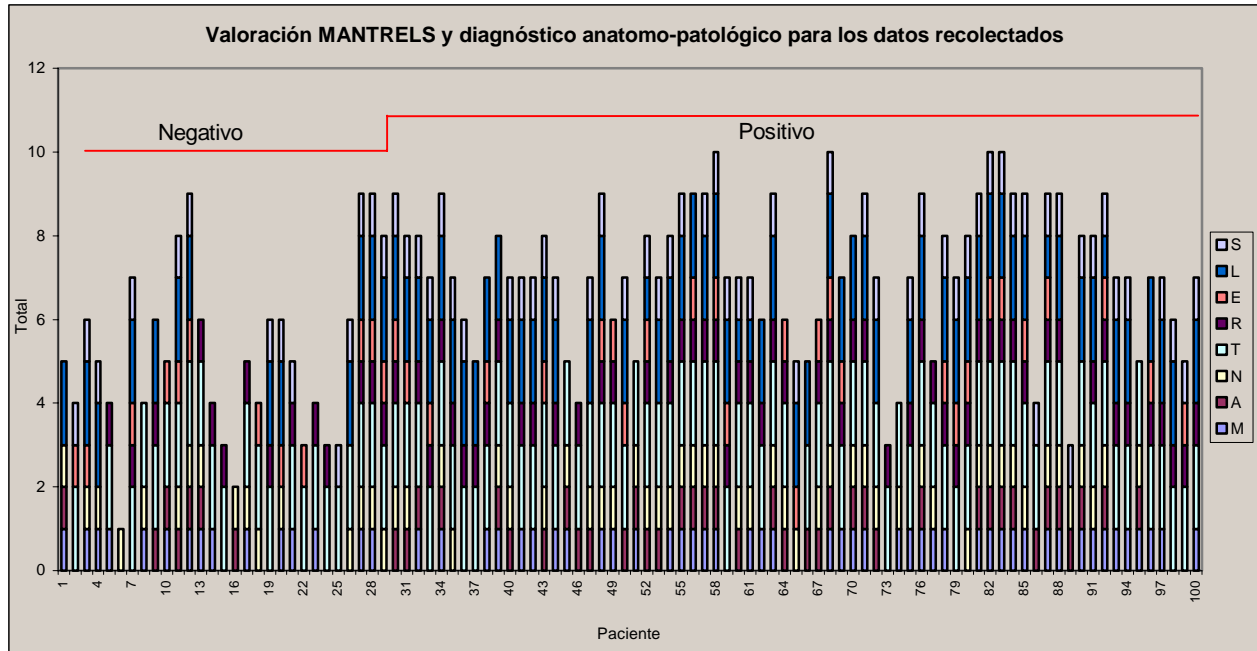
Inicialmente el perceptrón fue diseñado para tener cero capas ocultas lo cual limitó el uso de esta red neuronal a problemas que fueran linealmente separables en el espacio. Sin embargo, introduciendo capas de procesamiento ocultas ha sido posible añadir capacidad de procesamiento a estas redes, extendiendo su aplicación a problemas de clasificación de datos no linealmente separables.

## 2. Metodología

Se aplicó la tabla MANTRELS a los menores de 13 años que se sometieron a apendicetomía con la sospecha del médico tratante de apendicitis aguda. La sospecha de apendicitis se corroboró con el reporte anatómico-patológico. Se inició de forma prospectiva desde noviembre del 2001 hasta julio del 2002, valorando a 44 niños. Y con el propósito de tener una muestra mínima de 100 pacientes, se hizo una revisión retrospectiva en 66 expedientes clínicos de pacientes internados a partir de junio del 2000 hasta octubre del 2001.

Para efecto de la presente investigación, se asignó el valor de 1 cuando se registró un caso positivo de apendicitis, mientras que el valor 0 correspondió a un diagnóstico negativo. En la figura 3 se muestra tanto la distribución de casos como la valoración MANTRELS respectiva a cada paciente.

Es clara la alta complejidad para correlacionar las ocho variables con la variable de diagnóstico final mediante el uso de funciones matemáticas simples.



**Figura 3.** Valoración MANTRELS para los cien casos recolectados

El objetivo de la red neuronal propuesta, es la diagnosticar un cuadro de apendicitis en el niño a partir de las ocho variables MANTRELS respectivas al caso de la manera más asertiva posible. La asertividad es evaluada en términos de la sensibilidad y especificidad exhibidas por la red.

La topología de la red neuronal es la de un perceptrón con ocho neuronas en la etapa de entrada, una para cada variable MANTRELS. En la etapa oculta 200 neuronas serán ubicadas con la finalidad de identificar lo mejor posible las relaciones altamente no lineales entre las diferentes variables. La etapa de salida estará integrada por una neurona la cual producirá un valor de 1 cuando haya identificado un diagnóstico positivo mientras que 0 representará un caso negativo de apendicitis. La figura 4 resume las características del perceptrón implementado.

Una vez definida la topología del perceptrón, se establece el proceso de entrenamiento, en donde se le presentan un conjunto suficiente de casos entrada-salida, de manera que los pesos del perceptrón son ajustados minimizando la diferencia entre la decisión tomada por el perceptrón y el resultado real de acuerdo al típico algoritmo adaptivo de aprendizaje [4] cuya mecánica se reseña en el pseudo-código de la figura 5.

Para el proceso de entrenamiento, se seleccionaron de manera aleatoria cincuenta casos de los cuales treinta presentaron un cuadro real de apendicitis, mientras que los veinte casos complementarios no reportaron apendicitis. De esta forma se tuvo la posibilidad de probar el poder de generalización del perceptrón con los otros cincuenta casos no usados en el entrenamiento.

La sensibilidad y especificidad observadas por el perceptrón son calculadas y comparadas con aquellas obtenidas mediante dos criterios convencionales ampliamente utilizados.

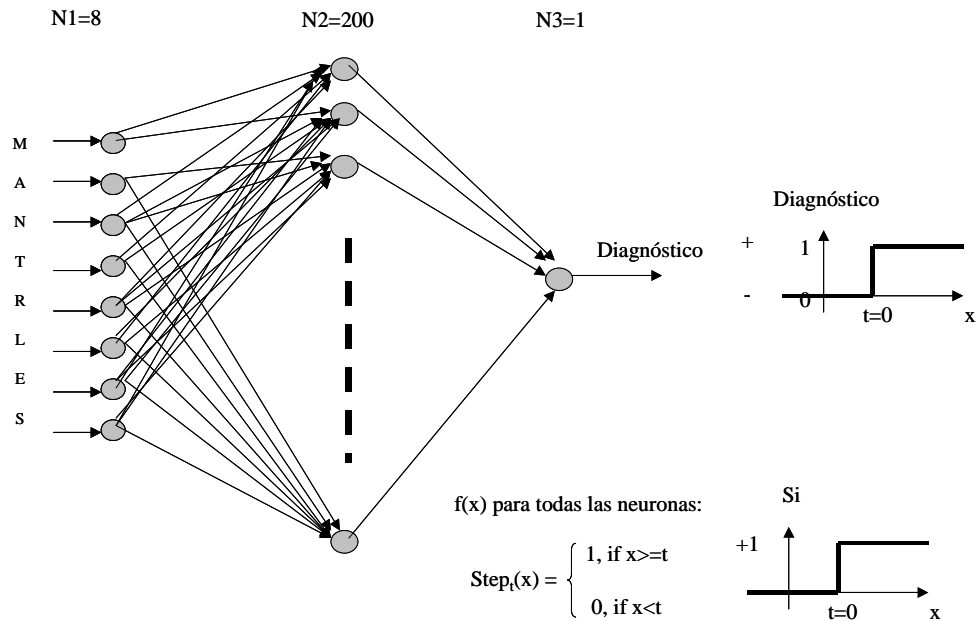


Figura 4. Perceptrón multi-etapa implementado para el diagnóstico de apendicitis en niños

Diagnóstico = *Perceptron*(W1, b1, W2, b2, T, P, Epocas)

W1: Pesos etapa oculta  
 b1: Bias de etapa oculta  
 W2: Pesos etapa de salida  
 b2: Bias de etapa de salida  
 P : Vector de entrada MANTRELS  
 T : Diagnóstico anatomo patológico  
 Epocas: Número max.. de epocas de entrenamiento

[W1, b1] = Random \Genera los pesos de la etapa oculta aleatoriamente  
 [W2, b2] = Random \Genera los pesos de la etapa de salida aleatoriamente  
 A1 = Step(W1\*P, b1) \Calcula el vector de salida de la capa oculta a partir de los datos de entrada

```
FOR i=1:epocas
  if SSE == 0 Then STOP, \Si error es pequeño deten calculo
  dw = e*A1'; \Calcula incremento de pesos
  [pr,pc] = size(A1);
  db = e*ones(pc,1); \ Calcula incremento de Bias
  w2 = w2 + dw2; \Calcula nuevos pesos
  b2 = b2 + db2; \Calcula nuevos Bias
  Diagnóstico = Step(w2*A1,b2); \Calcula salida
  e = T-Diagnóstico; \ Calcula Nuevo error
  SSE = sum(sum(abs(e)));
End
```

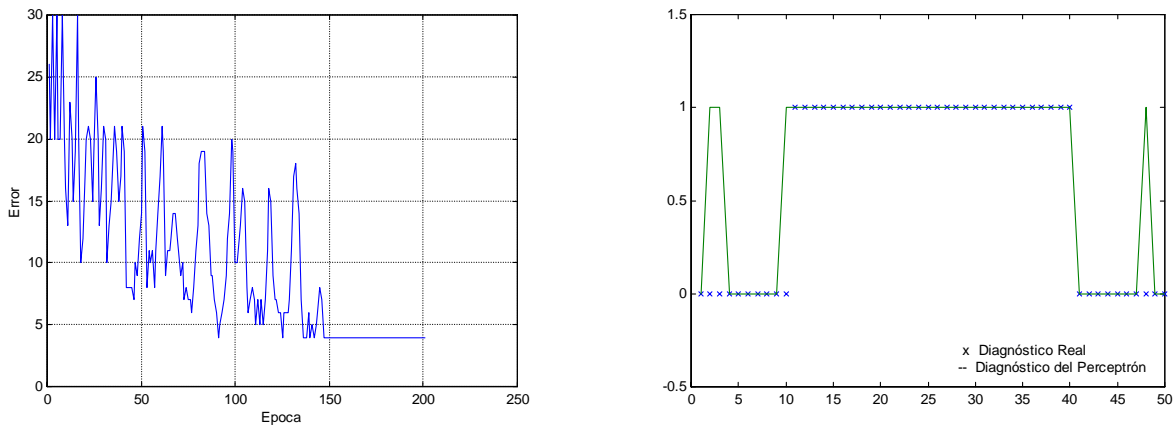
Figura 5. Algoritmo de entrenamiento del perceptrón

### 3. Resultados

Para el proceso de entrenamiento, se seleccionaron de manera aleatoria cincuenta casos de los cuales treinta presentaron un cuadro real de apendicitis, mientras que los veinte casos complementarios no reportaron apendicitis. De esta forma, se tuvo la posibilidad de probar el poder de generalización del perceptrón con los otros cincuenta casos no usados en el entrenamiento.

La sensibilidad y especificidad observadas por el perceptrón son calculadas y comparadas con aquellas obtenidas mediante dos criterios convencionales ampliamente utilizados.

Los resultados durante el proceso de entrenamiento que consistió de 200 épocas son mostrados a continuación:



**Figura 6.** Fase de entrenamiento

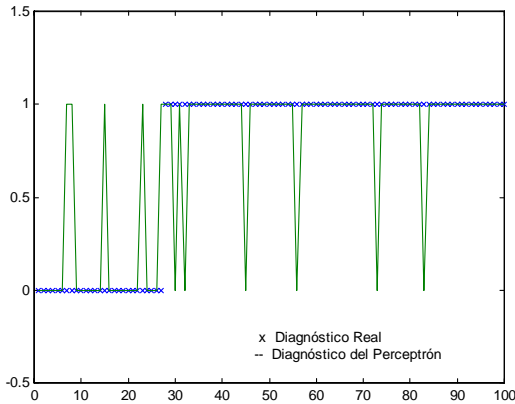
El algoritmo adaptivo de aprendizaje ajustó los pesos de tal forma que al final el perceptrón erró el diagnóstico solo en cuatro de los cincuenta casos presentados en la fase de entrenamiento, la sensibilidad y especificidad respectivas a la fase de entrenamiento se calculan a continuación:

<i>Fase de Entrenamiento</i>		Diagnóstico Perceptrón	
		Pos	Neg
Diagnóstico Real	Pos	30	0
	Neg	4	16

Sensibilidad = 100%  
 Especificidad = 80%  
 Errores = 4

Una vez entrenado el perceptrón se le presentan el resto de los casos con la finalidad de averiguar cual es su capacidad de generalización. La figura 7 muestra la diferencia entre el diagnóstico real y el efectuado por el perceptrón ante el total de cien casos. Se observa que en total el perceptrón emitió un diagnóstico equivocado en once de los cien casos estudiados





Fase de Generalización		Diagnóstico Perceptron	
		Pos	Neg
Diagnóstico Real	Pos	67	6
	Neg	5	22

Sensibilidad = 92%  
 Especificidad = 81%  
 Errores = 11

**Figura 7.** Desempeño del perceptrón ante los 100 casos de estudio

Por último se hizo el diagnóstico a partir de los dos métodos convencionalmente más comúnmente usados:  
 A. Sumatoria MANTRELS  $\geq 5$ , emite un diagnóstico positivo cuando el escore MANTRELS es mayor o igual a 5.

B. Sumatoria MANTRELS  $\geq 7$ , emite un diagnóstico positivo cuando el escore MANTRELS es mayor o igual a 7.

Obteniéndose los siguientes resultados

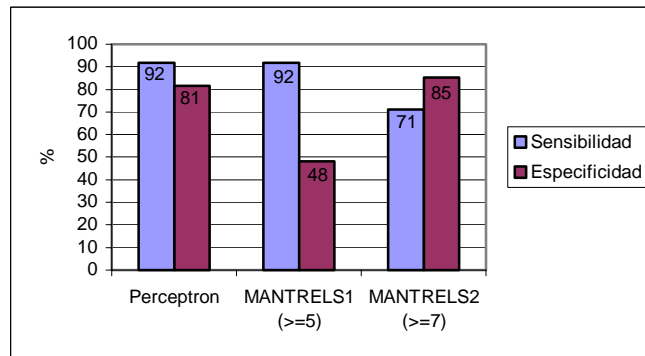
		Mantrels1( $\geq 5$ )	
		Pos	Neg
Diagnóstico Real	Pos	67	6
	Neg	14	13

Sensibilidad = 92%  
 Especificidad = 48%  
 Errores = 20

		Mantrels1( $\geq 7$ )	
		Pos	Neg
Diagnóstico Real	Pos	52	21
	Neg	4	23

Sensibilidad = 71%  
 Especificidad = 85%  
 Errores = 25

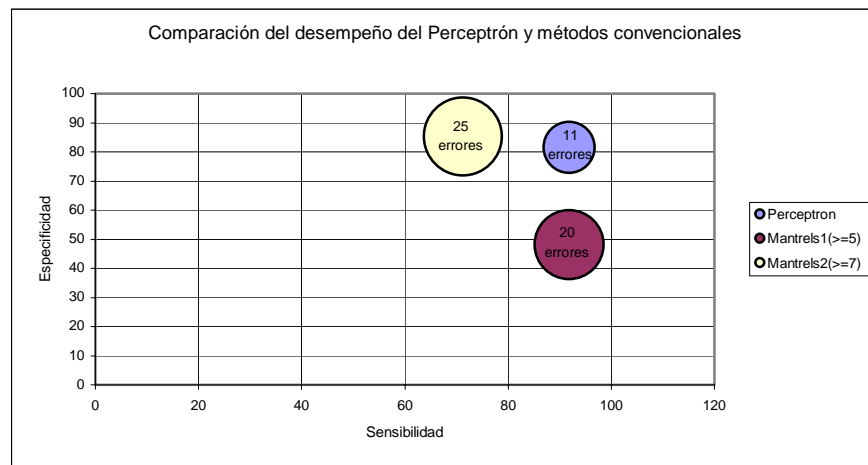
La gráfica comparativa de la Fig. 8 resume el desempeño alcanzado por los tres métodos.



**Figura 8.** Desempeño exhibido por los tres métodos

## 4. Conclusiones

La gráfica en la Fig. 9, muestra el desempeño global alcanzado por el perceptrón comparándolo con los dos métodos convencionales. Se nota que los resultados de los métodos convencionales son complementarios, es decir mientras el MANTRELS 1 exhibe una alta sensibilidad, el MANTRELS 2 es mejor en especificidad, el perceptrón concentra estas dos características alcanzado el mejor desempeño en el sentido de Sensibilidad/Especificidad para el diagnóstico de apendicitis en niños. La representación de conocimiento en el diagnóstico de apendicitis es mapeado en el perceptrón a través del valor numérico final alcanzado por cada uno de los pesos de sus diferentes interconexiones, estableciendo un modelo robusto y de buen desempeño para el diagnóstico de apendicitis en niños usando como entradas la valoración MANTRELS, otra de las ventajas de usar un mapeo a través de una red neuronal es que su rendimiento puede mejorarse al intergar nuevos datos a los vectores de entrenamiento. Este modelo puede ser de utilidad en el entrenamiento de nuevos médicos, así como una herramienta de guía en el diagnóstico rápido y acertado de la apendicitis en niños la cual puede ser programada en cualquier computadora de mano dándole un alcance mayor.



**Figura 9.** Comparación final en el diagnóstico de apendicitis en niños

## Referencias

- [1] Acute appendicitis in children: Emergency department diagnosis and management. *Annals of Emergency Medicine*. **36(1)**: 39-51 pp. (2000).
- [2] Alvarado, Alfredo MD. *A Practical Score for the Early Diagnosis of Acute Appendicitis*. *Annals of Emergency Medicine*. **15(5)**: 557-564 pp. (1986).
- [3] Rosenblatt F., *Principles of Neurodynamics*. Spartan Chicago, 1962
- [4] Janzen Jan, *Introduction to Perceptron Networks*, Technical University of Denmark, Technical report no. 98-H 873, Oct 1998.
- [5] Norving and Russell. *Artificial Intelligence. A modern approach*. Prentice Hall 1995

# APPENDICITIS AND BLUNT ABDOMINAL TRAUMA IN A PEDIATRIC EMERGENCY SETTING: THE APPENDICOLITH AND THE MYSTERY

Carlos A. Cuello García; Salvador Alonso Villareal González

We present the case of a five-year-old female presenting to the emergency department complaining of abdominal pain, 24 hours after falling on a seesaw playground. She had been struck in the middle abdomen by the handle bar of the playground, at the beginning she was treated as a blunt abdominal trauma. She appeared ill with guarding and rebound of the abdomen. Her vital signs and laboratory tests were within normal limits. A computed tomography (CT) scan of the abdomen were ordered and showed a vermiform structure in the RLQ with an appendicolith within. She was taken to the operating room. An inflammatory appendix was removed and the patient recovered uneventfully. In the setting of right lower quadrant pain following mild to moderate blunt abdominal trauma, acute appendicitis should be considered as a possibility. This case demonstrates the difficulty of diagnosing appendicitis following blunt abdominal trauma. The very low number of cases of BAT and appendicitis makes difficult to substantiate an evidence-based affirmation that this relationship is cause-effect or purely coincidental.

Dr. Carlos Alberto Cuello García. Profesor del curso de especialidad de pediatría, Escuela de Graduados de Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey.  
ccuello@correo.mty.itesm.mx

Dr. Salvador Alonso Villarreal González. Profesor del curso de especialidad de pediatría, Escuela de Graduados de Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey.

## **INTRODUCTION**

In the setting of right lower quadrant pain following mild to moderate blunt abdominal trauma, acute appendicitis should be considered as a possibility. This case demonstrates the difficulty of diagnosing appendicitis following blunt abdominal trauma.

## **CASE PRESENTATION**

A five-year-old female is brought to the emergency department complaining of abdominal pain, 24 hours after falling on a seesaw playground. She had been struck in the middle abdomen by the handle bar of the playground. She had no loss of consciousness or any other symptoms at that time. She had no previous hospitalisations or surgeries and was feeling well on the day of the accident. The initial pain was well tolerated, but after 24 hours she was taken to the emergency department because of worsening of the abdominal pain, poor appetite and one episode of vomiting.

On examination, the girl appeared ill. Her vital signs were as follows: blood pressure, 106/63 mmHg; pulse, 105 per minute; respirations, 24 per minute; temperature was 37.5°C. There was no evidence of abdominal haematoma or ecchymoses. Tenderness of the right lower quadrant (RLQ), rebound, psoas sign and guarding were noted.

Laboratory test results showed the following values: hematocrit, 33%; hemoglobin 11.7 g/dL; WBC, 7 000/mm<sup>3</sup>; absolute neutrophil count, 4 900/mm<sup>3</sup>; serum amylase, 55 UI/L (normal 31-123); urinalysis results were within normal limits. Radiographs of the abdomen were unremarkable. A computed tomography (CT)

scan of the abdomen were ordered and showed a vermiform structure in the RLQ with an appendicolith within.

She was taken to the operating room. An inflammatory appendix was removed and the patient recovered uneventfully. No mesenteric injury or intestinal perforation was identified. The pathologic examination revealed an appendicolith with lymphoid hyperplasia of the appendix.

## **DISCUSSION**

Approximately 7% of individuals develop appendicitis during their lifetime in the western hemisphere [1]. The pathophysiology of appendicitis is that of an obstructed lumen secondary to a lymphoid hyperplasia, fecaliths, foreign bodies or parasites. It has been proposed that oedema secondary to a direct trauma of the appendix wall could lead to this chain of events as well. Blunt abdominal trauma occurs with some frequency and may overlap once in a while with acute appendicitis. This association has been debated since their first description in 1892 by J. Murphy. [2] Whether BAT can be the inciting event leading to obstruction and subsequent acute inflammation has been difficult to substantiate. It is possible however, that trauma can lead to the same pathophysiological events (i.e., oedema, haematoma and/or hyperplasia of lymphoid tissue with subsequent obstruction of the lumen.) The question that has remained is if the appendicitis is secondary to the blunt abdominal trauma or is it just coincidence.

In the 1930s, Wells couldn't find an association between trauma and appendicitis in rabbits in an experimental model. [3] Later, Dennis demonstrated the development of appendicitis in two rabbits by crushing the appendix, without obstruction of the lumen. [3] Since then, several authors have questioned the hypothesis of blunt

abdominal trauma as a cause of appendicitis, with numerous case reports as described later.

### **Coincidence or cause – effect? Between two hypothesis**

In our patient, when the CT revealed the appendicolith, we presumed that the diagnosis of appendicitis was made and that there were no relation between the trauma and the inflammation of the appendix.

Does the appendicolith support the “coincidence” hypothesis between trauma and appendicitis? The nature of the fecaliths in acute appendicitis was once considered a pathognomonic sign. [4] If this were true, it is valuable to think that our patient would have appendicitis whether or not she would receive the blunt abdominal trauma hours previous to the episode. Then we may possibly think of the BAT as a coincidence in a patient already on her (his) way to the appendicitis.

The prevalence of appendicolith has been recently described as increasing and a more frequent finding than formerly noted. In the work of Jones et al., the prevalence of fecaliths in patients whose appendices were palpated incidentally but without appendicitis (during a surgery not directly related to the appendix) was 32%, versus 52% for those with appendicitis ( $p < 0.01$ ). [4] Lowe et al, studied retrospectively 104 patients who underwent abdominal CT scan because of abdominal pain. Sixty had appendicitis, 39 of which (65%) had an appendicolith; 44 of the 104 patients didn't have appendicitis and 6 of them (14%) had an appendicolith. Lowe concludes that an isolated appendicolith on CT is not sufficiently specific to be the sole basis for the diagnosis of acute appendicitis. An appendicolith detected on CT had a sensitivity of 65% and a specificity of 86% for

the radiologist diagnosing appendicitis and a positive predictive value of 74% and a negative predictive value of 26%. [5]

Serour et al., did a literature review, describing 40 cases including their own of appendicitis following BAT. They identified fecaliths in 6 patients (15%). [6] This is an incidence similar to that of the normal population without appendicitis, based on the work by Lowe mentioned above.

On the other hand, Maes in 1935 reported the fecaliths to be more common among traumatic appendicitis (60% - 65%) than nontraumatic appendicitis (35%), and is cited by Ramsook in a recent article, describing the possibility of impaction of an ordinarily asymptomatic fecalith following BAT, as a possible cause for traumatic appendicitis. [2]

Ciftci et al., did a retrospective review of 554 patients admitted to a hospital because of BAT. Five of them had appendicitis, revealing an incidence of 0.9%, higher than the overall rate of appendicitis reported by Ashley, with an incidence of 0.39% to 0.55%. [3] Several authors have mentioned a set of clinical criteria for diagnosing appendicitis following BAT. [2,6,7] And these include:

1. No abdominal complaints prior to the trauma.
2. Direct trauma should be severe and directly on the abdominal wall, especially on the right side. Indirect trauma must be acute, unexpected and severe.
3. Symptoms must begin between 6 and 48 hours after the traumatic event.
4. The symptoms must be persistent and progressive, merging into the presentation of appendicitis that ends in surgical confirmation.

According to these clinical criteria, our patient had appendicitis secondary to the blunt abdominal trauma.

## **CONCLUSIONS**

The very low number of cases of BAT and appendicitis in these articles, makes difficult to substantiate an evidence-based affirmation that this relationship is cause-effect or purely coincidental. This observation needs to be confirmed with more cases of BAT and acute appendicitis. Only in this setting we could get the information we need to clarify the pathophysiology of a condition (or merge of conditions) that has concerned many practitioners, since the legendary magician Houdini, the most famous case report of all. [9]

## **REFERENCES**

1. Hennington MH, et al. Acute appendicitis following blunt abdominal trauma: incidence or coincidence? *Ann Surg* 1991;214 (1):61-63
2. Ramsook, C. Traumatic appendicitis: Fact of fiction?. *Pediatr Emerg Care*. 2001;17(4):264-266.
3. Ciftci, AO, et. al. Appendicitis after blunt abdominal trauma: cause or coincidence? *Eur J Pediatr Surg* 6 (1996):350-353.
4. Jones BA, Demetriades D, Segal I, Burkitt DP. The prevalence of appendiceal fecaliths in patients with and without appendicitis. A comparative study from Canada and South Africa. *Ann Surg* 1985 Jul;202(1):80-2



5. Lowe LH, Penney MW, Scheker LE, Perez R Jr, Stein SM, Heller RM, Shyr Y, Hernanz-Schulman M. Appendicolith revealed on CT in children with suspected appendicitis: how specific is it in the diagnosis of appendicitis? *AJR Am J Roentgenol* 2000 Oct;175(4):981-4
6. Serour F, et al. Acute appendicitis following abdominal trauma. *Arch Surg.* 1996;131:785-786.
7. Fowler RH. Trauma and appendicitis. *JAMA.* 1938;111:466-467.
8. Bangs RG. Acute appendicitis following blunt abdominal trauma: incidence or coincidence? *Ann Surg.* 1992;216:100 (Letter)
9. Osterhoudt, KC. Hocus-pocus: a case of abdominal pain after blunt abdominal trauma. *Pediatr Ann* 2000 Feb;29(2):93-96.

## TOMOGRAFÍA COMPUTADA NORMAL EN NIÑOS CON TRAUMA CRANEAL LEVE. ¿ES POSIBLE DARLOS DE ALTA?

Carlos Alberto Cuello García, Jimena Fernández Sagahón

El traumatismo craneal es un evento frecuente en la niñez y fuente común de visita a un área de emergencias. Existe temor por parte de pediatras y cuidantes a dar de alta niños con trauma craneal leve por temor a dejar escapar una lesión que haya pasado desapercibida en una tomografía computada normal. El objetivo de este estudio es verificar el valor predictivo negativo en nuestro medio de la tomografía computada, en niños con trauma craneal para disminuir costos de internamiento. Se revisaron retrospectivamente los expedientes clínicos y radiológicos de los pacientes de 0 a 19 años de edad que acudieron a este centro por un traumatismo craneoencefálico leve y que se les realizó una tomografía computada que fue reportada como normal. Se excluía a aquellos con trauma múltiple, abuso o con alguna enfermedad crónica conocida. Definimos trauma craneoencefálico leve como aquel presentado en un niño que tiene un estado de alerta normal al examen físico inicial y que no presenta hallazgos anormales focales al examen neurológico, ni datos de fractura de base de cráneo o hundimiento palpable en la bóveda craneal y una escala del coma de Glasgow 13 o más. Se realizó una llamada telefónica a los padres-cuidantes de los pacientes para corroborar la ausencia de deterioro neurológico. Se obtuvieron 92 expedientes de pacientes con TCE leve y TC negativa, 3 se excluyeron. De los 89 restantes, 54 se admitieron; ninguno presentó deterioro neurológico, ingresos posteriores, cirugía o muerte, dando un valor predictivo negativo de 0.994 (intervalo de confianza 95%=0.949, 0.999)

Nuestro estudio demuestra que un niño con padres o cuidantes responsables, con una TC negativa y con una valoración neurológica normal, puede ser dado de alta del departamento de emergencias, con instrucciones de observación en casa. Esta estrategia daría como resultado ahorros significativos para nuestro sistema de salud, sin menoscabo en la atención.

Carlos Alberto Cuello García, Profesor del programa de especialidad de Pediatría, Escuela de Graduados de Medicina, ITESM, Campus metropolitano de Monterrey. Correo electrónico: ccuello@correo.mty.itesm.mx

Jimena Fernández Sagahón, Alumno de la especialidad de radiología, Escuela de Graduados de Medicina, ITESM, Campus metropolitano de Monterrey, correo electrónico: jimnaf8@hotmail.com

## **INTRODUCCIÓN**

El traumatismo craneal es un evento frecuente en la niñez y fuente común de visita a un área de emergencias. En el grupo de edad pediátrico, ocupa el primer lugar como causa de lesión, siendo el área anatómica más comúnmente golpeada. Sólo en los Estados Unidos, se reportan 5 millones de visitas a las salas de emergencia por trauma craneal leve y 600 000 visitas al año por trauma craneal severo. [1,2,3].

Se define trauma craneo-encefálico leve (TCE leve) como aquel presentado en un niño que tiene un estado de alerta normal al examen físico inicial y que no presenta hallazgos anormales focales al examen neurológico, ni datos de fractura de base de cráneo o hundimiento palpable en la bóveda craneal [3,4]

La incidencia del daño intracraneal en niños con trauma craneal leve y con síntomas es del 3% al 7% [5,6] Es una práctica común en nuestro medio la admisión intrahospitalaria de pacientes pediátricos con trauma craneal leve, a pesar de un examen neurológico normal y una tomografía computada (TC) simple negativa.

Estudios recientes sugieren que pacientes adultos con una TC normal y un examen neurológico normal posterior a un traumatismo craneoencefálico leve pueden ser dados de alta con seguridad y que una TC de encéfalo normal identifica a aquellos pacientes que permanecerán estables y que no requerirán una readmisión hospitalaria. [7]

Los niños con TCE leve difieren de aquellos en adultos principalmente por el mecanismo del trauma y por la poca confiabilidad en parámetros clínicos para detectar daño intracraneal.[3] Existe una mayor reticencia por parte de médicos y cuidantes a darlos de alta por temor a dejar escapar una lesión que haya pasado desapercibida inicialmente, aún en la TC.

El objetivo de este estudio es verificar el valor predictivo negativo en nuestro medio de la tomografía computada, en niños con trauma craneal leve y así disminuir costos de internamiento a las salas de nuestros hospitales. Nuestra hipótesis es que los pacientes pediátricos que sufren un traumatismo craneoencefálico leve con una TC negativa y examen neurológico normal no tendrán un deterioro subsecuente, muerte ni requerirán una intervención neuroquirúrgica secundarios al mismo.

## **METODOLOGÍA**

Se revisaron retrospectivamente los expedientes clínicos y radiológicos de los pacientes de 0 a 19 años de edad que acudieron a este centro por un traumatismo craneoencefálico leve y que se les realizó una tomografía computada (TC) que fue reportada como normal, en el periodo comprendido de enero del 2001 a julio del 2002 en el Hospital San José –TEC de Monterrey, México. Se excluía a aquellos con trauma múltiple, abuso infantil (sospecha o definitivo) o que padeciera alguna enfermedad desencadenante crónica conocida (convulsiones, enfermedades metabólicas, hidrocefalia,

malformaciones) Los criterios de inclusión fueron la edad de 0 a 19 años y que presentara un trauma craneal leve. Definimos trauma craneo-encefálico leve (TCE leve) como aquel presentado en un niño que tiene un estado de alerta normal al examen físico inicial y que no presenta hallazgos anormales focales al examen neurológico, ni datos de fractura de base de cráneo o hundimiento palpable en la bóveda craneal y una valoración mediante la escala del coma de Glasgow de 13, 14 ó 15. La tomografía computada de encéfalo se realizó con un equipo de TC helicoidal General Electric®, (modelo 2201000/serial 583766YM1) mediante un protocolo estandarizado. La tomografía era interpretada por uno de los médicos radiólogos adscritos al departamento de Radiología del Hospital San José-TEC de Monterrey.

Se definió una TC negativa a aquella que no presenta ninguno de los siguientes hallazgos radiológicos indicativos de daño intracraneal:

- Hemorragia parenquimatosa
- Hematoma subdural y/o epidural
- Hemorragia subaracnoidea
- Aire intracraneal
- Fractura de la base del cráneo
- Edema cerebral con o sin desviación de la línea media.

Todos los pacientes fueron sometidos a un examen físico y neurológico inicial por su médico tratante y/o médico de urgencias.

Los pacientes con fracturas lineales, sin depresión y aquellos con hematoma subgaleal también se incluyeron, siempre y cuando no tuvieran ningún signo radiológico de daño intracraneal en la TC inicial.

Los datos personales demográficos, el mecanismo del trauma, el examen físico, signos y síntomas y los hallazgos del examen neurológico fueron recopilados de los expedientes clínicos de urgencias.

Posteriormente se realizó una llamada telefónica a los padres o cuidantes de los pacientes para corroborar la ausencia de deterioro neurológico inmediato (24 a 48 Hrs. posterior al TCE) o tardío. Durante la llamada se les explicaba la razón de nuestro interrogatorio y se sondeaba lo siguiente: "¿su hijo ha sido el mismo de siempre después del traumatismo?"; "¿ha tenido la necesidad de ver a otro médico a causa del trauma craneal?"; "¿Ha notado usted, algún cambio en la actitud del niño o hay algo que desee comentar con nosotros?"

Nuestro objetivo era detectar anomalías posteriores, tales como aparición de una anomalía neurológica focal, traslado a una unidad de terapia intensiva, la necesidad de una cirugía cerebral secundaria al evento o el fallecimiento del paciente, que halla pasado desapercibido a nuestros archivos. Se recabaron los datos de los pacientes que fueron ingresados y así también se les hacía una llamada telefónica para interrogar su evolución. Se calculó el valor predictivo negativo con el intervalo de confianza 95% de manera habitual. Ya que es el valor a buscar en nuestra hipótesis.

## **RESULTADOS**

Se obtuvieron 92 expedientes de pacientes con TCE leve y TC negativa, de los cuales se excluyeron 3 ( 2 por ser víctimas de trauma múltiple y otro por presentar caída secundaria a un evento de hipoglicemia) Los 89 pacientes restantes se encontraban en un rango de edad de 11 días a 19 años (promedio de edad 6.7 años) 33 fueron del sexo femenino y 56 del sexo masculino. (tabla 1) Las causas del TCE se pueden apreciar en la tabla 2.

Todos los pacientes presentaron un examen neurológico normal a su ingreso con escala del coma de Glasgow de 13 a 15. Seis pacientes presentaron pérdida del conocimiento, 12 con vómito, 7 presentaron amnesia y 1 presentó convulsiones inmediatas. Siete pacientes presentaron fracturas de la bóveda craneana.

De los 89 niños estudiados que sufrieron un TCE leve y se les realizó una TC reportada como normal se admitieron 54 a la sala de pediatría y el resto fue dado de alta a juicio del médico tratante. A partir del mes posterior al alta, se contactaron vía telefónica. Ninguno de los 89 pacientes presentó algún deterioro neurológico, ingresos posteriores, cirugía o muerte, dando un valor predictivo negativo de 0.994 (intervalo de confianza 95%=0.949, 0.999)

## **DISCUSIÓN**

En nuestro estudio demostramos la seguridad y el valor predictivo negativo alto de la TC de encéfalo simple en el manejo de pacientes pediátricos que sufrieron TCE leve, demostrando que un paciente con un estudio normal, aquel sin hallazgos radiológicos de daño intracraneal (hemorragia parenquimatosa, hematoma epidural y/o subdural, edema cerebral, aire intracraneal) es candidato a darse de alta del área de emergencias.

Los resultados son consistentes con aquellos realizados principalmente en la población adulta.[7,8,9] Estos trabajos han sido limitados en su mayoría a la población adulta. A nuestro conocimiento, este trabajo es el primero que valora directamente el valor predictivo negativo de la tomografía computada en niños. Existen pocos estudios tocando este tema en pediatría. Greenes et al, demuestran que la tomografía es lo suficientemente confiable para poder dar de alta un niño con TCE leve y TC negativa. [10] Sin embargo su rango de edad sólo abarca hasta los dos años. Previamente, Quayle et al, [6] había realizado un estudio similar en 321 niños, con un método similar al nuestro de contacto telefónico, sin embargo, en sus resultados, reporta 287 pacientes con TC negativa, neurológicamente normales de los cuales 7 presentan síntomas posteriores, sin deterioro neurológico, muerte o cirugía, ellos no valoran intencionadamente el valor predictivo negativo de la TC.

En otro trabajo Miller et al, presentan 73 niños que sufrieron un TCE leve con una TC inicial normal, ninguno de los pacientes presentó complicaciones durante su estancia hospitalaria. No se dió un seguimiento después de haberse dado de alta [11]

Davis, en su estudio de 400 niños con una TC normal y un TCE leve, 4 niños fueron readmitidos al hospital, uno de ellos por enfermedad previa que en nuestro estudio se hubiese descartado desde un inicio y dos se readmitieron

para observación sin complicación alguna. Ningún fallecimiento o cirugía posterior fueron reportados. En este trabajo, a diferencia del nuestro, se valoró la evolución de los pacientes mediante la revisión por un sistema ínter hospitalario y sólo al mes siguiente de su alta de emergencias, sin contacto telefónico [12]

La hemorragia intracraneal tardía en pacientes previamente estables es un fenómeno muy raro. Existen numerosos estudios que han identificado pacientes que desarrollaron hemorragia extradural o intracerebral después de un periodo aparentemente estable. En la mayoría de estos reportes la TC fue obtenida después de un deterioro neurológico, por lo tanto no sabemos si tendría una TC normal post-trauma, comparable con los pacientes en nuestro estudio. En los estudios en población adulta, la relación de hemorragia y complicaciones, va en su mayoría asociada a la presencia de factores adyuvantes, tales como la toma de medicamentos anticoagulantes, la edad avanzada, entre otros [9]

El intervalo de confianza 95% dado en nuestros resultados nos advierte de un riesgo bajo, sin embargo presente, y que hace necesario un estudio con mayor número de pacientes, prospectivo, que continúe valorando específicamente el valor predictivo negativo de la tomografía computada en niños.

Una de las principales limitaciones de nuestro estudio es la pequeña cantidad de pacientes que utilizamos; la naturaleza del estudio, al ser retrospectivo, puede llevar a un sesgo inadvertido. No hubo un análisis específico para el grupo de edad menor de dos años, ya que este grupo se ha considerado de alto riesgo, por su poca capacidad de revelar daño intracraneal mediante datos clínicos. [13]

Nuestro estudio demuestra que un niño con padres o cuidantes responsables, con una TC negativa y con una valoración neurológica normal, puede ser dado de alta del departamento de emergencias, con instrucciones de observación en casa, en lugar de ser admitido para observación por 1 o 2 días. Esta estrategia daría como resultado ahorros significativos para nuestro sistema de salud, sin menoscabo en la atención. Para la población pediátrica cuentan específicamente el coste directo e indirecto, incluyendo tiempo de trabajo perdido por los padres o cuidantes, coste de viajar al hospital y ansiedad innecesaria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gruskin KD, Schutzman SA. Head trauma in children younger than 2 years, are there predictors for complications? *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1999;153:15-20.
2. Kraus JF, Rock A, Hemyari P. Brain injuries among infants, children, adolescents and young adults. *AJDC* 1990;144:684-691.
3. Quayle KS. Minor head injury in the pediatric patient. *Pediatr Clin North Am.* 1999;46:1189-1199.
4. Committee on Quality Improvement, American Academy of Pediatrics. The management of minor closed head injury in children. *Pediatrics.* 1999;104:1407-1415.
5. Dietrich AM, Bowman MJ, Ginn-Pease M, Kosnik E, King DR. Pediatric Head injuries: can clinical factors reliably predict an abnormality on computed tomography? *Ann Emerg Med.* 1993;22:1535-1540.
6. Quayle KS, Jaffe DM, Kuppermann N, et al. Diagnostic testing for acute head injury in children: when are head computed tomography and skull radiographs indicated? *Pediatrics* 1997;99(5). URL: <http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/99/5/e11>.
7. Livingston DH, Lavery RF, Passannante MR, et al. Emergency department discharge of patients with a negative cranial computed tomography scan after minimal head injury. *Ann Surg.* 2000;232(1):126-32.
8. Livingston DH, Loder PA, Koziol J, et al. The use of CT Scanning to Triage Patients Requiring Admission Following Minimal Head Injury. *J Trauma* 1991;31:483-489.
9. Shackford SR, Wald SL, Ross SE, et al. The clinical utility of computed tomographic scanning and neurologic examination in the management of patients with minor head injuries. *J Trauma* 1992;33:385-394.
10. Greenes DS, Schutzman SA. Clinical indicators of intracranial injury in head-injured infants. *Pediatrics* 1999;104:861-867.
11. Miller EC, Derlet RW, Kinser D. Minor Head Trauma: Is Computed Tomography Always Necessary? *Annals Of Emergency Medicine* 1996;27:1-9.
12. Davis RL, Hughes M, Gubler D, et al. The Use of Cranial CT Scans in the Triage of Pediatric Patients With Mild Head Injury. *Pediatrics* 1995;95:345-349.
13. Schutzman SA, Barnes P, Duhaime AC, et al. Evaluation and management of children younger than two years old with apparently minor head trauma: proposed guidelines. *Pediatrics* 2001;107:983-993.

Tabla 1. Distribución de sexo y edad.

Femenino	Masculino	Edad rango (promedio)
33	56	11días a 19 años (6.7)

Tabla 2. Causas del trauma craneoencefálico leve.

Caídas	Accidentes por vehículo motorizado	Atropello por vehículo motorizado.	Golpe contuso	Evento deportivo.
78	1	4	1	5



## **Evaluación prospectiva de los criterios de Ottawa en niños mexicanos en una unidad de emergencias pediátricas**

Carlos A. Cuello-García; Enf. María Elena Medina-López; Aimée Ruiz-Flores.

Las lesiones en tobillo son una de las causas más frecuentes de consulta en el departamento de emergencias. Se han desarrollado y validado los criterios clínicos de Ottawa a un nivel mundial en adultos. Trabajos realizados en niños se han llevado a cabo y han mostrado ser sensibles para detectar fracturas. El objetivo de nuestro trabajo es acrecentar la confiabilidad de esta arma clínica mediante la implementación de los criterios de Ottawa en niños en nuestro país y a un nivel mundial con el fin de ahorrar recursos. Se valoraron prospectivamente los criterios de Ottawa en pacientes de 0 a 18 años de edad que acudían al servicio de emergencias pediátricas del Hospital San José-Tec de Monterrey, por un equipo entrenado en los mismos. Se tomaron radiografías a todos los pacientes y se tomó como el estándar de oro. A partir del mes posterior a la lesión, se hacía un contacto telefónico con el paciente, con el fin de conocer su evolución clínica y tratamiento. La presencia de fractura significativa, o algún cambio en el diagnóstico posterior, era el resultado adverso principal. Se incluyeron 111 pacientes resultando una sensibilidad del 0.986 (IC 95% 0.88, 0.99) y un valor predictivo negativo de 0.929 (IC 95% 0.56, 0.99) Nuestro estudio avala los criterios clínicos de Ottawa en niños, permitiendo ahorrar recursos económicos que puedan ser utilizados en otros rubros.

Carlos A. Cuello-García; Profesor del curso de pediatría, Escuela de Graduados de Medicina, División Ciencias de la Salud, ITESM, campus Metropolitano de Monterrey. Email [ccuello@correo.mty.itesm.mx](mailto:ccuello@correo.mty.itesm.mx)

Enf. María Elena Medina-López; Lic. en Enfermería, adscrita al departamento de Emergencias Hospital San José – Tec de Monterrey

Aimée Ruiz-Flores. Alumna de tercer año del programa de especialidad de Pediatría, Escuela de Graduados de Medicina, División Ciencias de la Salud, ITESM, campus Metropolitano de Monterrey.

## **INTRODUCCIÓN**

Las lesiones en tobillo son una de las causas más frecuentes de consulta en el departamento de emergencias. Aunque la frecuencia de fractura en el paciente que acude por trauma en la región del tobillo es de apenas un 12% a 15%[1] es una práctica común en nuestro medio ordenar la toma de radiografías de tobillo y/o pié en todo paciente que acude por esta queja.

Con el fin de ahorrar recursos económicos que usualmente se gastan en un exceso de radiografías ordenadas a todo paciente con trauma cerrado en tobillo o pie, Stiell et al [2,3,4,5] desarrollaron y validaron los criterios clínicos de Ottawa. Criterios que posteriormente se validaron a un nivel mundial en adultos. Estos criterios cumplieron su objetivo, al proveer de un arma clínica con alta sensibilidad y valor predictivo negativo en los casos de fractura de tobillo o pie sin menoscabo en la detección de fracturas y servicio al paciente. Trabajos realizados en niños se han llevado a cabo en Canadá, Estados Unidos y el Reino Unido, con resultados prometedores similares.[6,7,8,9] En estos trabajos, los criterios han mostrado ser 100% sensibles para detectar fracturas significativas (definidas como aquellas con un fragmento óseo mayor de 3mm de ancho en la radiografía de esta región) Los criterios de Ottawa se presentan en la figura 1.

Los niños ostentan un reto especial cuando presentan trauma en tobillo ya que en este rango de edad encontramos el cartílago de crecimiento (fisis) y las fracturas Salter-Harris, que afectan al mismo. Así también, la valoración del dolor puede ser a veces difícil en el paciente escolar o preescolar lo que podría disminuir la efectividad de estos criterios. En nuestra comunidad se ha encontrado resistencia por parte de padres y el personal médico a aceptar estos criterios por el temor de una fractura significativa que pueda pasar desapercibida.

Se necesitan aún estudios que agreguen confiabilidad a usar los criterios de Ottawa en niños[10]. El objetivo de nuestro trabajo es acrecentar la confiabilidad de esta arma clínica mediante la implementación de los criterios de Ottawa en nuestro país y a un nivel mundial en pacientes pediátricos, buscando el ahorro sustancial de recursos económicos que puedan ser empleados en otras áreas.

## **METODOLOGÍA**

Este estudio se llevó a cabo en el departamento de emergencias, servicio de emergencias pediátricas del Hospital San José-Tec de Monterrey, en el período comprendido de Diciembre del 2001 a Julio del 2002.

Previamente se entrenó al personal de emergencias encargado de la aplicación de los criterios de Ottawa en nuestro estudio. Este equipo consistía de una enfermera de emergencias pediátricas, un residente de tercer año de pediatría y un pediatra investigador adscrito al departamento de emergencias. En nuestro trabajo se incluyeron a todos los pacientes de 0 a 18 años de edad que acudían al departamento de emergencias por un trauma en la región del tobillo o pie. Se excluía del estudio al paciente que presentara uno de los siguientes:

1. Si su padecimiento era de más de 7 días de evolución
2. Si era víctima de trauma múltiple.
3. Si presentaba alteración del estado de conciencia por cualquier causa.
4. Pacientes con enfermedad ósea conocida.
5. Pacientes que se presenten para una revaloración
6. Pacientes referidos por su medico tratante sólo para radiografía.

A su arribo eran valorados por uno de los integrantes del equipo. Después de un interrogatorio y examen físico, se aplicaban los criterios de Ottawa y se recabaron los resultados del mismo en una hoja estandarizada que incluía instrucciones recordatorias de la toma de los criterios. La toma de radiografía de pie o tobillo se dejaba a discreción del médico tratante (a quien se le notificaba de nuestra valoración, pero sin tratar de inferir un sesgo en él) ya sea adscrito al departamento o elegido por el paciente. La radiografía se tomaba en dos posiciones (anteroposterior y lateral) y se interpretaba por el radiólogo en turno, el cual desconocía la valoración previa. El resultado era reportado verbalmente y en forma escrita en el expediente. Los resultados se compararon y anotaron en nuestra hoja de reporte. Una fractura significativa se consideraba aquella de más de 3 mm de grosor vista en la radiografía. Para el cálculo estadístico, se tomaron en cuenta las fracturas Salter-Harris tipo I como significativas, si bien su diagnóstico es clínico. A partir del mes posterior a la lesión, se hacía un contacto telefónico con el paciente, con el fin de conocer su evolución clínica y tratamiento, inquiriendo sobre algún cambio ya sea en el diagnóstico o el manejo dado por su médico tratante. La presencia de fractura significativa, o algún cambio en el diagnóstico posterior, era el resultado adverso principal y se tomó a la radiografía y la evolución clínica en conjunto como el estándar de referencia principal (estándar de oro). Se calculó el valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, sensibilidad, especificidad y cocientes de probabilidad (likelihood

ratio) para pruebas negativas y positivas, con su respectivo intervalo de confianza 95% para cada uno de estos valores.

## **RESULTADOS**

Durante el período comprendido de Diciembre del 2001 a Julio del 2002 se valoraron 112 pacientes con lesiones de tobillo y/o pie. Un paciente fue excluido a causa de ser víctima de trauma múltiple. A todos los pacientes valorados se les tomó radiografía de la región afectada, sea pie, tobillo o ambos, por orden y a juicio del médico tratante. Las características demográficas se muestran en la tabla 1.

Se plasmaron los resultados en una tabla para calcular la especificidad, sensibilidad, valor predictivo negativo, valor predictivo positivo y el cociente de probabilidad (likelihood ratio) para una prueba positiva y negativa. Así también se calculó el intervalo de confianza 95% para cada valor. (Tablas 2 y 3)

Para estos resultados, tomamos en cuenta la fractura Salter-Harris tipo 1 (18 casos) como una fractura significativa. Si se considera a esta fractura como no significativa los resultados son similares en cuanto a la sensibilidad y valor predictivo negativo, como se muestra en la tabla 3.

Los diagnósticos de las lesiones definitivas de nuestro grupo de pacientes se presentan en las tablas 4 y 5.

Todos los pacientes con fractura presentaron al menos uno de los criterios de Ottawa. Ningún paciente con fractura presentó ausencia de estos criterios, lo que concuerda con la alta sensibilidad calculada.

La incidencia de fracturas en nuestro grupo, sin tomar en cuenta la Salter Harris tipo I, fue del 15.3%.

90 de los pacientes fueron evaluados por el personal de enfermería, 16 por el pediatra de emergencias y 5 por el residente de pediatría en emergencias.

Ningún paciente con ausencia de fractura significativa presentó complicaciones posteriores o cambios en el diagnóstico, confirmado mediante la llamada telefónica.

## **DISCUSIÓN**

Stiell et al, implementaron y validaron los criterios de Ottawa para la disminución sustancial de gastos en radiografías tomadas en el área de emergencias de adultos. Pronto se extendió su uso en otros países con resultados similares. Posteriormente se

comenzó su aplicación en niños y adolescentes. Cinco estudios han valorado su uso en niños.

Chande et al,<sup>6</sup> estudiaron 68 pacientes con resultados similares a los nuestros, usando también como estándar de oro la radiografía de tobillo, pero sin tomar en cuenta la evolución clínica; su grupo de estudio era sin embargo pequeño, mencionando que se pudo haber reducido el uso de la radiografía en un 25% en su grupo de estudio.

McBride, en otro estudio de validación y cohorte<sup>7</sup> aplicó los criterios en una población mixta de adultos y niños (37 niños en total) sin recibir todos radiografías, ya que no las consideró como el estándar de oro, en su lugar usó la evolución clínica; este autor menciona que se pudo haber reducido en un 22% la toma de radiografía. Un amplio trabajo en niños fue el que realizaron Plint et al<sup>8</sup> quienes estudiaron una amplia población, con 670 pacientes de 2 a 16 años en forma prospectiva, presentando una sensibilidad del 100% (IC 95% 95% a 100%) con una reducción de la toma de radiografía en un 16%. En este estudio se dio seguimiento vía telefónica, aunque no a todos se les estudió mediante rayos X.

En un trabajo del Reino Unido, Libetta<sup>9</sup> coopera con 761 pacientes de 1 a 15 años, prospectivo, en donde muestra una sensibilidad del 98.3% (IC95% no mencionado) sin tomar radiografía a todos los pacientes y como en el anterior, la edad por debajo de 5 años era en un grupo minoritario. En este estudio, como en el nuestro, la reducción de la toma de radiografías es modesta, de apenas un 7.2%.

Más recientemente, Karpas et al<sup>11</sup> comprueban la confiabilidad del personal de enfermería para la toma de los criterios de Ottawa en niños, con misma sensibilidad y una reducción del uso de radiografía en un 21%.

Nuestro estudio se agrega a los anteriores con resultados muy similares en cuanto a sensibilidad, y valor predictivo negativo. Una diferencia que consideramos significativa es la poca reducción del uso de radiografía -del 5.4%- similar al estudio británico de Libetta. Nuestro trabajo, como el de Karpas, hace uso del personal de enfermería para la aplicación de los criterios, aunque en nuestro caso, fue solamente una enfermera especializada en emergencias la encargada de tomar los mismos, lo cual nos deja a un lado la valoración de la confiabilidad entre observadores similares. Sin embargo, en el estudio de Karpas, se hace hincapié sobre la veracidad del personal de enfermería para la adecuada valoración mediante estos criterios.

En nuestro trabajo, a diferencia de los anteriores, la mayoría de la población (63.9%) es menor de 12 años, grupo de edad en donde es mayor la preocupación por el

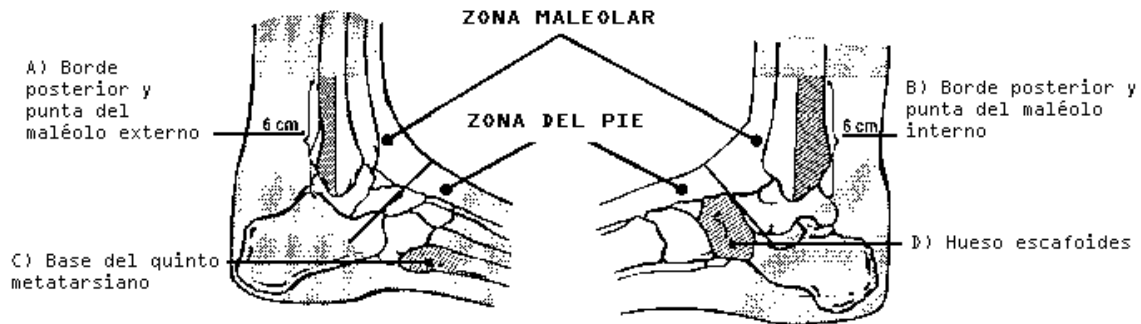
cartílago de crecimiento, y el 62.8% de las fracturas ocurrieron en este grupo de edad, como se plasmó en la tabla 4. Esto lo consideramos ventajoso sobre otros estudios en los que la cantidad de niños menores de esta edad es limitado.

Existen limitaciones en nuestro trabajo. Este es un estudio con una muestra no tan grande como aquellos de Libetta y Plint. La enfermera encargada de la toma de los criterios pudo haber estado sesgada, ya que independientemente del resultado de su valoración, la toma de radiografía sería decisión final del médico tratante. El médico tratante, quien decidía sobre la toma de radiografía, pudo estar sesgado por nuestra valoración previa a la de él, sin embargo, el estándar de oro seguía siendo la radiografía y/o la evolución clínica confirmada vía telefónica. No se puede saber si hay una confiabilidad entre observadores, incluso entre los médicos radiólogos, sin embargo, otros estudios comprueban un buen grado de confianza en este rubro<sup>12</sup>. No se llevó a cabo un análisis de costos en este estudio ni si los criterios de Ottawa agregaban confiabilidad y rapidez en el servicio a los pacientes. La definición de “fractura significativa” es algo arbitraria, tomada de otros autores, ya que esta se considera estable y sin consecuencias. Otra limitación del material fue la rutina en nuestro hospital de tomar sólo dos posiciones de radiografía de tobillo, situación que pudo haber escondido fracturas al no tomar en cuenta la proyección “de mortaja”, fue por esto que se consideró la evolución clínica final, y así poder detectar fracturas que pasaran en un principio desapercibidas.

## **CONCLUSIONES**

Nuestro estudio avala los criterios clínicos de Ottawa y su uso en niños, como una arma clínica que nos permitirá ahorrar recursos económicos que puedan ser utilizados en otros rubros, sin el temor de perder una fractura significativa. Se demostró una alta sensibilidad y valor predictivo negativo, agregando a la literatura mundial confianza en la aplicación de este valioso armamento clínico en la práctica de las emergencias pediátricas.

**Figura 1. Los criterios de Ottawa.**



Una radiografía de tobillo es necesaria si uno de los siguientes está presente:

1. El paciente es mayor de 55 años. (No aplica a nuestro estudio)
2. El paciente no puede sostener su peso en el lugar del accidente y en emergencias (se prueba pidiéndole dar cuatro pasos)
3. El paciente presenta dolor en el borde posterior y/o punta del maléolo interno y/o externo.

Además, requiere una radiografía del pie si hay dolor en esa área y uno de los siguientes está presente:

1. El paciente es mayor de 55 años. (No aplica a nuestro estudio)
2. El paciente no puede sostener su peso en el lugar del accidente y en emergencias (se prueba pidiéndole dar cuatro pasos)

El paciente presenta dolor en la base del quinto metatarsiano y/o en el hueso escafoides del pie.

**Tabla 1. Características demográficas**

<b>Edad</b>	Rango.	3 – 18 años
	Media $\pm$ desviación estándar.	11.2 $\pm$ 3.5 años
<b>Distribución edades por</b>	3 a 5 años	9 pacientes
	6 a 12 años	62 pacientes
	13 a 18 años	40 pacientes
<b>Sexo (No.)</b>	Femenino	46
	Masculino	65
<b>Tobillo afectado (No.)</b>	Izquierdo	55
	Derecho	56

**Tabla 2. Resultados**

		FRACTURA		TOTAL
		PRESENTE	AUSENTE	
Resultado de la prueba diagnóstica (criterios de Ottawa)	POSITIVO	35	70	105
	NEGATIVO	0	6	6
	TOTAL	35	76	111

**Tabla 3. Valores estadísticos**

Parámetro	No. (IC 95%) Considerando la fractura Salter-Harris tipo I como significativa.	No. (IC 95%) Considerando la fractura Salter-Harris tipo I como NO significativa.
Sensibilidad	0.986 (0.88, 0.99)	0.972 (0.78, 0.99)
Especificidad	0.084 (0.04, 0.16)	0.068 (0.03, 0.13)
Valor predictivo positivo	0.335 (0.25, 0.42)	0.165 (0.10, 0.24)
Valor predictivo negativo.	0.929 (0.56, 0.99)	0.929 (0.56, 0.99)
Cociente de probabilidad (LR) para una prueba positiva	1.077 (0.99, 1.16)	1.044 (0.94, 1.14)
Cociente de probabilidad (LR) para una prueba negativa	0.165 (0.01, 2.84)	0.406 (0.02, 6.89)



**Tabla 4. Distribución de fracturas por edades**

<b>Grupo de edad</b>	<b>3 a 5 años</b>	<b>6 a 12 años</b>	<b>13 a 18 años</b>
<b>Fractura de tobillo (No.)</b>	2	16	9
<b>Fractura del pie (No.)</b>	1	2	5
<b>TOTAL (N=35)</b>	3	18	14

**Tabla 5. Diagnóstico definitivo de las lesiones**

<b>Diagnóstico</b>	<b>Número de pacientes con este diagnóstico.</b>
Esguince de tobillo	70
Esguince-contusión de pie	6
Fractura de tobillo (tibia o peroné)	10
Fractura Salter Harris tipo I.	18
Fractura 5º metatarsiano	6
Fractura del primer metatarsiano	1

## BIBLIOGRAFÍA

1. Vargish T, Clarke WR, Young RA, Jensen A. The ankle injury: indications for the selective use of x-rays. *Injury*. 1983;14:507-512
2. Stiell IG, Greenberg GH, McKnight RD, et al. A study to develop clinical decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries. *ANN Emerg Med*. 1992;21:384-390.
3. Stiell IG, McKnight RD, Greenberg GH, et al. A field trial to implement decision rules for radiography in ankle injuries. *Ann Emerg Med*. 1993;22:903. abstract.
4. Stiell IG, Greenberg GH, McKnight RD, et al. Decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries. *JAMA*. 1993;269:1127-1132.
5. Stiell IG, McKnight RD, Greenberg GH, et al. Implementation of the Ottawa ankle rules. *JAMA*. 1994;271:827-832.
6. Chande VT. Decisión rules for roentgenography of children with acute ankle injuries. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1995;149:255-258.
7. McBride KL. Validation of the Ottawa ankle rules. Experience at a community hospital. *Can Fam Physician*. 1997;43:459-465.
8. Plint AC, Bulloch B, Osmond MH, et al. Validation of the Ottawa ankle rules in children with ankle injuries. *Acad Emerg Med*. 1999;6:1005-1009.
9. Libbetta C, Burke D, Brennan P, et al. Validation of the Ottawa ankle rules in children. *J Accid Emerg Med*. 1999;16:342-344.
10. Yuen MC, Saunders F. Towards evidence based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal Infirmary. The Ottawa ankle rules in children. *Emerg Med J*. 2001;18(6):466-467.
11. Karpas A, Hennes H, Walsh-Kelly CM. Utilization of the Ottawa ankle rules by nurses in a pediatric emergency department. *Acad Emerg Med*. 2002;9(2):130-133.
12. Mines BG, Sutcliffe T, Klassen TP. Agreement in the interpretation of extremity radiographs of injured children and adolescents. *Acad Emerg Med*. 1995;2:826-830

**PHMETRÍA ESOFÁGICA EN EL PACIENTE PEDIÁTRICO:  
EXPERIENCIA EN EL HOSPITAL SAN JOSÉ-TEC DE MONTERREY.**

César A. Marrufo García, Departamento de Medicina Interna, HSJ-Tec de Monterrey; Everardo Fernández Rangel, Departamento de Medicina Interna, HSJ-Tec de Monterrey; Luis A. Morales Garza, Servicio de Gastroenterología, HSJ-Tec de Monterrey.

El reflujo gastroesofágico (RGE) tiene una incidencia de hasta el 18% en la población infantil. Su presentación clínica es variada y los síntomas son diversos: respiratorios, laríngeos, esofágicos y neurológicos, principalmente. Los métodos convencionales para su diagnóstico son el esofagograma, la gamagrafía y la endoscopia, sin embargo la pHmetría esofágica de 24 hrs es la prueba más precisa para el diagnóstico de reflujo gastroesofágico ácido patológico, siendo su principal indicación la evaluación de síntomas no gastrointestinales que puedan deberse RGE. El objetivo es determinar la utilidad clínica de la pHmetría esofágica en la identificación de RGE en pacientes pediátricos con síntomas sugerentes de RGE en nuestro hospital. Hubo un predominio de pacientes del género masculino siendo los síntomas respiratorios la indicación más frecuente del estudio pHmétrico, seguida por síntomas sugerentes de esofagitis, regurgitación, faríngeos, neurológicos y misceláneos, respectivamente. Este estudio fue positivo para reflujo gastroesofágico ácido patológico en el 86% de los pacientes con base en el puntaje de DeMeester resultando mejor que la fracción de tiempo de  $\text{pH} < 4$  por si sola. El índice sintomático no fue significativo en el total de los pacientes con RGE..

## **LA ENDOSCOPIA E HISTOPATOLGIA EN ENFERMEDAD POR REFLUJO EN EL PACIENTE PEDIATRICO**

César A. Marrufo García, Departamento de Medicina Interna, HSJ-Tec de Monterrey; Everardo Fernández Rangel, Departamento de Medicina Interna, HSJ-Tec de Monterrey; Luis A. Morales Garza, Servicio de Gastroenterología, HSJ-Tec de Monterrey.

La prevalencia de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) en el niño es del 8 %. Ésta es diferente a la del adulto, sobre todo en los menores de 1 año, ya que presentan síntomas poco específicos y desde el punto de vista endoscópico es poco frecuente la presencia de esofagitis erosiva. Hasta el 40% de los pacientes con ERGE tienen una endoscopia normal por lo que el diagnóstico se realiza con phmetría o biopsia del esófago. Buscamos establecer la sensibilidad y especificidad de la endoscopia y la biopsia del esófago para el diagnóstico de ERGE en nuestra población pediátrica. El motivo del estudio más frecuente fue por síntomas asociados a esofagitis, seguido de regurgitaciones y faríngeos. Al comparar al estudio endoscópico contra la biopsia, mostró una baja sensibilidad y especificidad del procedimiento en nuestro medio, por lo que se justifica la realización de biopsias esofágicas aún en los casos donde visualmente no se evidencie la presencia de esofagitis.

# Porcentaje de *Streptococcus pneumoniae* resistente a antibióticos en cultivos del Hospital San José – Tec de Monterrey

Abel J. Barragán

En el mundo se ha observado un incremento substancial de los microorganismos resistentes a antibióticos. El *Streptococcus pneumoniae* ha presentado un aumento en el porcentaje de cepas resistentes antibióticos según se reporta en la literatura. El presente trabajo presenta la situación del Hospital San José – Tec de Monterrey en relación al *Streptococcus pneumoniae* y la proporción entre cepas sensibles y resistentes a diferentes antibióticos. Se revisaron los diarios de cultivos en el laboratorio del Hospital San José – Tec de Monterrey que reportan lo obtenido en un año. Se obtuvo información de 67 cultivos los cuales muestran que más de la mitad (58.2%) de los cultivos tienen al menos resistencia a un antibiótico, siendo la más frecuente la eritromicina (50.75%). Del total de cepas resistentes, las resistentes a un antibiótico fueron el 48.72%, a dos antibióticos el 17.95%, a tres el 15.38% y a más de tres el 17.95%. La importancia de estos resultados es que pueden mostrarnos la tendencia de las resistencias en nuestro hospital, lo cual nos puede orientar en la selección de antibióticos a utilizar en infecciones que clásicamente son causadas por el *Streptococcus pneumoniae*, así como llamar la atención hacia los profesionales de la salud en cuanto al uso racional de los antibióticos con la finalidad de reducir la incidencia de resistencias a antibióticos. La educación de los profesionales de la salud en relación al uso de antibióticos es de suma importancia para reducir el problema de las resistencias a antibióticos pues, de no hacerlo, puede traer como consecuencia infecciones graves de difícil control, así como la necesidad de invertir una mayor cantidad de dinero en la producción de antibióticos nuevos, lo cual hace que la medicina actual sea de un alto costo.

Palabras clave: *Streptococcus pneumoniae*, resistencia, antibiótico, cultivo

## 1. Introducción

En el mundo se ha observado un incremento substancial de los microorganismos resistentes a antibióticos [1]. El *Streptococcus pneumoniae*, clásicamente un microorganismo sensible a múltiples antibióticos, ha incrementado su prevalencia en el mundo [1], por ejemplo en los Estados Unidos se ha incrementado de 14% en 1993 a 25% en 1997 [2].

La resistencia a beta-lactámicos se presenta como una alteración de las proteínas fijadoras de penicilina (PBP), usualmente transpeptidasas involucradas en la síntesis de la pared celular. El nivel de resistencia está relacionado directamente con el número de PBPs involucradas (1<sup>a</sup>, 1b, 2<sup>a</sup>, 2b y 2x) y las afinidades de cada antibiótico beta-lactámico por cada una de las PBPs. Por ejemplo, la resistencia a cefalosporinas de tercera generación requiere alteración en las PBPs 1<sup>a</sup> y 2x, mientras que la penicilina requiere además una alteración de la PBP 2b. La resistencia al imipenem es un resultado de alteraciones en la PBP 2b y 2x [1,3].

Los macrólidos (eritromicina, claritromicina, azitromicina, diritromicina y roxitromicina), lincosamidas (clindamicina) y estreptograminas A y B (MLS) son clases de antibióticos químicamente diferentes que funcionalmente se relacionan porque inhiben la síntesis proteica al alterar la subunidad ribosomal 50S. La resistencia a alguno de los miembros de una clase siempre incluye a otros miembros de la misma clase y, en ocasiones, a miembros de otra de las clases. La resistencia a estos antibióticos puede presentarse por modificación del blanco (resistencia cruzada a macrólidos y clindamicina), inactivación enzimática (específico para cada clase) y expulsión activa (resistencia cruzada a macrólidos y estreptograminas). En el neumococo aproximadamente el 45% de las resistencias a macrólidos es por modificación genética que modifica el ribosoma (modificación el blanco). La expresión puede ser constitutiva o inducible. En el neumococo se ha observado que todos los antibióticos MLS pueden ser inductores de dicha resistencia por lo que se encuentran resistencias cruzadas a eritromicina y clindamicina. En cuanto a la resistencia por expulsión activa, en el neumococo se encuentra una bomba expulsora que confiere resistencia sólo a macrólidos y se presenta en aproximadamente 55% de las resistencias a macrólidos. La resistencia por inactivación no ha sido descrita en el *S. pneumoniae* hasta ahora [3].

La resistencia a fluoroquinolonas, las cuales actúan en el neumococo sobre las topoisomerasas II y IV, puede presentarse como modificación del blanco (mutaciones en los genes *gyrA* y *parC* de las topoisomerasas II y IV respectivamente) o como expulsión activa. Se ha encontrado que las fluoroquinolonas más nuevas son hidrofóbicas, lo cual les confiere menor susceptibilidad a la resistencia por expulsión activa [3].

Las infecciones por neumococo resistente a antibióticos son mucho más frecuentes en niños pequeños que en adultos. Los factores de riesgo para infectarse con neumococo resistente entre los niños son: asistencia a guarderías, hospitalización reciente y uso reciente de beta-lactámicos, especialmente si se utilizó como profilaxis, un mes previo a la identificación del germen. En un estudio sueco se encontró que el 65% de los portadores estaban libres de organismos resistentes después de un mes de haberlos identificado y para las 12 semanas ya el 94% estaban libres. Los casos de portadores por mayor tiempo estaban asociados a edad menor a un año, más de seis episodios de otitis media, primer episodio de otitis media antes de un año de edad, que otro miembro de la familia sea portador y la adquisición en meses de invierno [4].

Entre los adultos se ha observado mayor frecuencia de cultivos positivos para neumococo resistente en pacientes infectados con HIV, alcohólicos y mayores de 65 años. También aplican en adultos los factores asociados al uso reciente de antibióticos y hospitalización reciente para mayor riesgo de infección con neumococo resistente. Se ha encontrado mayor frecuencia de neumococo resistente a antibióticos obtenido de sitios no profundos (vías respiratorias superiores) en contraste con sitios profundos (vías respiratorias bajas, hemocultivos o líquido cefalorraquídeo) [4].

El presente trabajo presenta la situación del Hospital San José – Tec de Monterrey en relación al *Streptococcus pneumoniae* resistente a antibióticos, la proporción entre cepas sensibles y resistentes, así como los antibióticos contra los que se presenta mayor resistencia. El resultado de esta investigación podrá orientarnos en relación al manejo de las enfermedades comúnmente provocadas por el *Streptococcus pneumoniae*. Nuestra hipótesis es que la frecuencia de presentación de *Streptococcus pneumoniae* resistente a antibióticos en nuestro hospital es semejante a lo reportado en la literatura mundial.

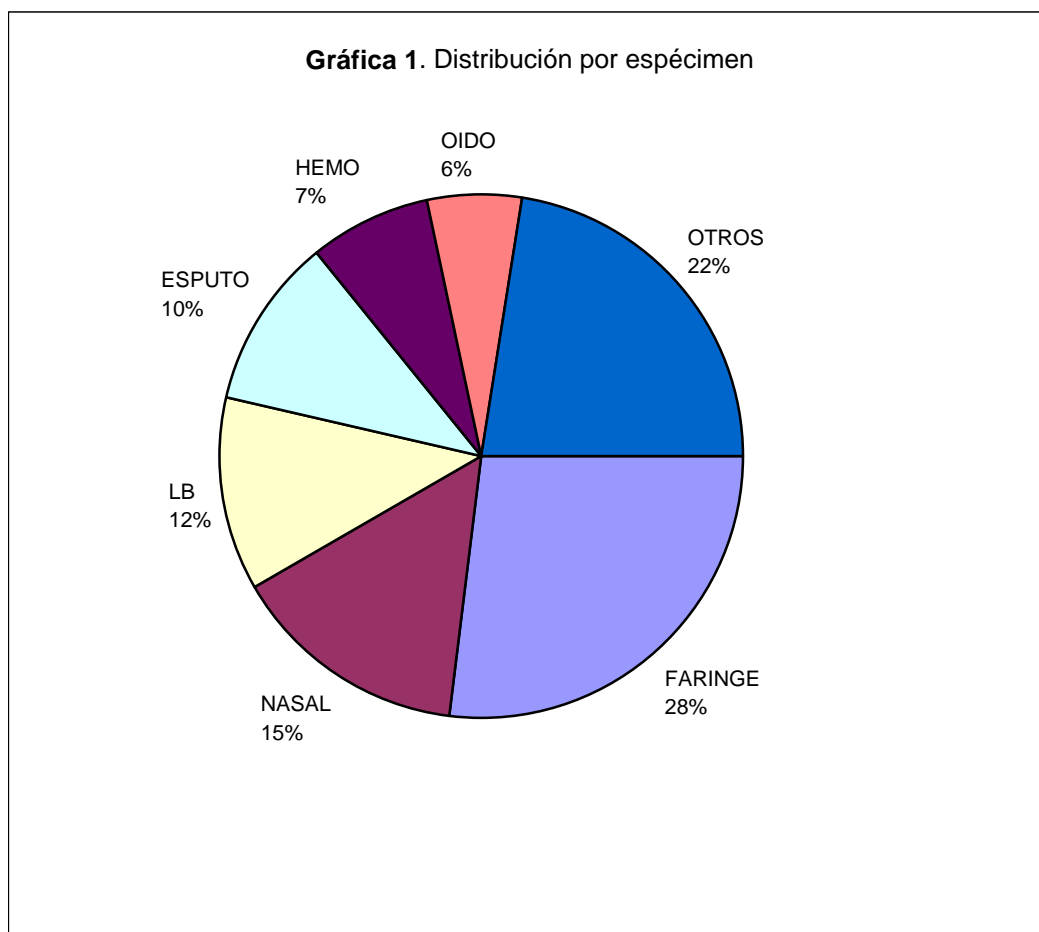
## 2. Metodología

Revisión de los diarios de hemocultivo, cultivo ordinario y panel respiratorio en el laboratorio del Hospital San José – Tec de Monterrey que comprenden desde el 1 de Julio de 2000 hasta el 30 de Junio de 2001 y registro de la información de los pacientes cuyos cultivos hayan resultado positivos para *Streptococcus pneumoniae*. Dicha información consiste en nombre, sexo, edad, No de cuarto, fecha de

toma, fecha de reporte, sitio del espécimen, gram, microorganismos asociados, tipo de antibiograma, sensibilidad o resistencia a ampicilina, amoxicilina/clavulanato, cefalotina, cefuroxima, ceftriaxona, clindamicina, eritromicina, penicilina y otros.

### 3. Resultados y discusión

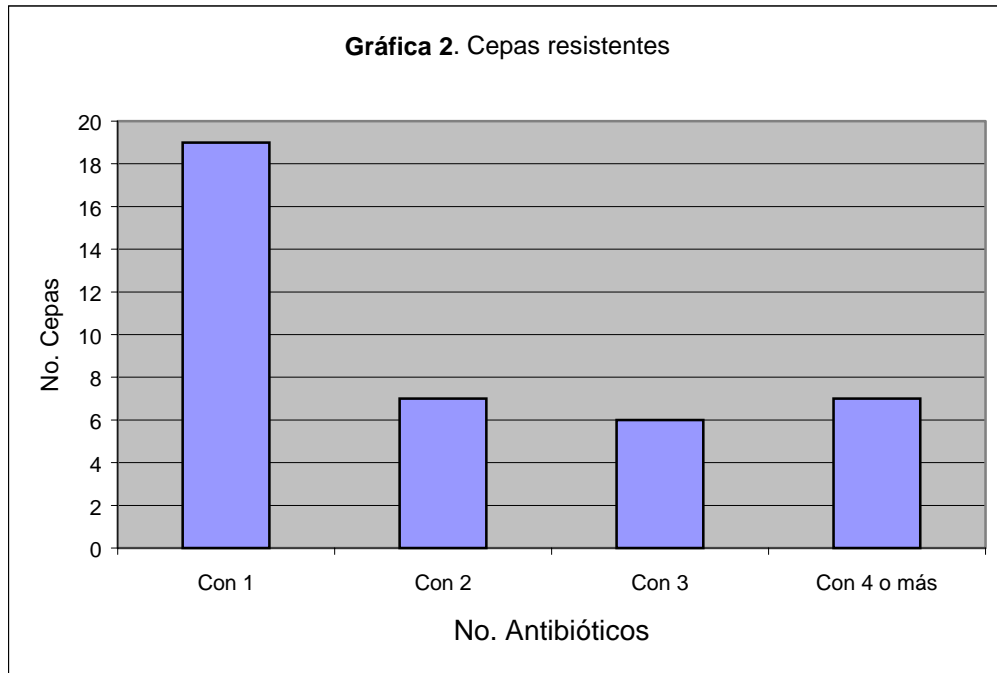
Se realizó la revisión de los diarios de hemocultivo, cultivo ordinario y panel respiratorio en el laboratorio del Hospital San José – Tec de Monterrey que comprenden desde el 1 de Julio de 2000 hasta el 30 de Junio de 2001. Se obtuvo información de 67 cultivos de los cuales fueron 26.87% (18) de exudado faríngeo, 14.93% (10) de exudado nasal, 11.94% (8) de lavado bronquial y lavado broncoalveolar, 10.45% (10) de esputo, 7.46% (5) de hemocultivos, 5.97% (4) de secreción de oídos, 22.39% (15) de otros que incluyen secreción de seno maxilar, secreción ocular, líquido cefalorraquídeo, líquido pleural, secreción bronquial, secreción de cadera, orofaringe y urocultivo (*gráfica 1*).



Del total de las cepas estudiadas el 38.81% (26) se obtuvieron de pacientes masculinos y el 61.19% (41) de pacientes femeninos, distribuidos por edades de la siguiente manera: 34.33% (23) menores de 2 años, 13.43% (9) de 2 a 5 años, 4.48% (3) de 6 a 11 años, cero de 12 a 17 años, 29.85% (20) de 18 a 59 años y 14.93% (10) de 60 años o más.

Además, de todas las cepas estudiadas el 41.8% (28) resultaron sensibles a todos los antibióticos a los que fueron expuestas, y el 58.2% (39) resultaron resistentes a uno o más antibióticos. De éstos

últimos el 48.72% (19) fueron resistentes a 1 antibiótico, 17.95% (7) a 2 antibióticos, 15.38% (6) a 3 antibióticos y 17.95% (7) a 4 o más antibióticos (Gráfica 2). Entre las cepas obtenidas de pacientes de hasta 11 años el 63% (22) fueron resistentes a uno o más antibióticos, y entre las cepas obtenidas de adultos el 50% (13) fueron resistentes a uno o más antibióticos.



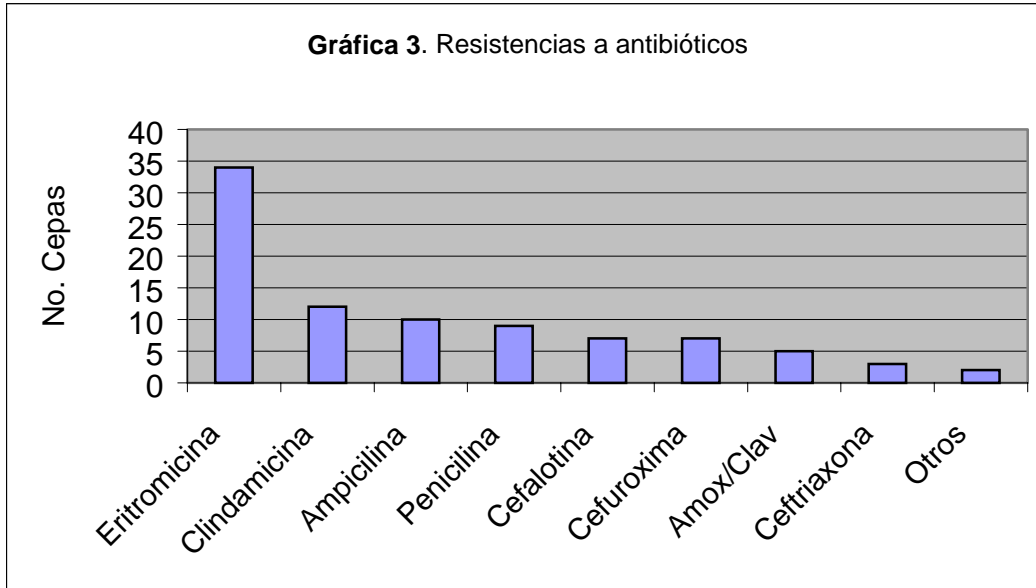
En relación a los antibióticos hubo las siguientes resistencias: 87.18% (34) a eritromicina, 30.77% (12) a clindamicina, 25.64% (10) a ampicilina, 23.08% (9) a penicilina, 17.95% (7) a cefalotina, 17.95% (7) a cefuroxima, 12.82% (5) a amoxicilina/clavulanato, 7.69% (3) a ceftriaxona y 5.13% (2) a otros (Gráfica 3).

Las cepas resistentes a un antibiótico fueron obtenidas de los siguientes sitios: 26.32% (5) de faringe, 21.05% (4) de lavado bronquial y broncoalveolar, 10.53% (2) de hemocultivo y 42.08% (8) de otros sitios como esputo, líquido cefalorraquídeo, líquido pleural, nasal, oído, seno maxilar, secreción bronquial y secreción orofaríngea. De las resistentes a dos antibióticos el 28.57% (2) fueron de faringe, 28.57% (2) de secreción maxilar, y 14.29% (1) de cada uno de los siguientes: nasal, esputo y lavado bronquial. Los cultivos con cepas resistentes a tres o más antibióticos fueron obtenidos de: 53.85% (7) faringe, 15.38% (2) de cada uno de los siguientes: secreción ocular, nasal y lavado bronquial.

En nuestro hospital más de la mitad de las cepas cultivadas tienen resistencia a uno o más antibióticos, que es mayor que lo reportado en la literatura [2,6] (58% contra 43% en el que reporta mayor porcentaje de resistencia). Además, así como reportan Jacobs y cols [5], la resistencia es más frecuente en niños que en adultos (63% contra el 50%). También en relación a lo mencionado por Jacobs y cols [5] encontramos mayor cantidad de cepas multirresistentes en sitios superficiales en contraste con sitios profundos (hemocultivo, lavado bronquial y broncoalveolar, líquido cefalorraquídeo o líquido pleural).

En nuestro hospital se encuentra la particularidad de una alta resistencia a eritromicina (87%), mientras que en la literatura se habla principalmente de la resistencia a beta-lactámicos, lo cual nos habla de los usos y costumbres de los médicos que atienden a nuestra población de pacientes. Sabemos que en relación a los macrólidos, en general si el *Streptococcus pneumoniae* es resistente a uno de ellos entonces lo será para los otros, por lo que no sólo refleja el uso irracional de la eritromicina sino también de los demás macrólidos.





El tratamiento de las infecciones por neumococo resistente a antibióticos del grupo MLS no se han llevado a cabo estudios que nos ayuden a apoyar una conducta en especial, sobre todo porque no se ha encontrado falla en la respuesta clínica en neumonías comparando la resistencia in vitro contra la falla en el tratamiento in vivo, y en las otras patologías no se ha hecho dicha comparación [3]. Cuando la resistencia es a beta-lactámicos debe enfocarse en el tiempo que dure la concentración sérica mayor que la MIC, pues se ha visto mayor efectividad cuando la concentración sérica es mayor que la MIC durante el 40% o más del tiempo entre dosis. Esto implica dar mayor dosis y a menor intervalo de tiempo en pacientes con infecciones que no sean meningitis. El antibiótico que se observó que tuvo una duración mayor fue amoxicilina/clavulanato y algunas cefalosporinas parenterales [3]. En cuanto a las fluoroquinolonas lo que se recomienda es utilizar alguna de las nuevas fluoroquinolonas (levofloxacin, gatifloxacin, sparfloxacin) en caso de que se presente resistencia [3].

#### 4. Conclusiones

La educación de los profesionales de la salud en relación al uso de antibióticos es de suma importancia para reducir el problema de las resistencias a antibióticos. El aumento en el número de microorganismos resistentes a antibióticos puede traer como consecuencia infecciones graves y de difícil control, así como la necesidad de utilizar antibióticos más costosos e invertir una mayor cantidad de dinero en la producción de antibióticos nuevos, lo cual hace que la medicina actual sea de un alto costo. La racionalización de los antibióticos en nuestro hospital y en nuestra comunidad es de suma importancia para evitar la aparición de resistencias y así lograr un beneficio para la salud de nuestros pacientes.

#### 5. Referencias

1. Leggiadro RJ. The clinical impact of resistance in the management of pneumococcal disease. *Infect Dis Clin of North Am* 11(4); Diciembre 1997; pp 867-874

2. CDC Update. Geographic variation in penicillin resistance in *Streptococcus pneumoniae*: Selected Sites, United States, 1997. *Ann Emerg Med* 35(5); Mayo 2000; pp 506-508.
3. Low DE. Resistance issues and treatment implications: pneumococcus, *Staphylococcus aureus*, and gram-negative rods. *Infect Dis Clin of North Am* 12(3); Septiembre 1998; pp 613-630.
4. Harwell JI, Brown RB. The drug-resisting pneumococcus: clinical relevance, therapy, and prevention. *Chest* 117(2); Febrero 2000; pp 530-541.
5. Jacobs MR, Bajaksouzian S, Lin G, et al. Variation in antimicrobial resistance of community isolates of *Streptococcus pneumoniae* by age, region, and disease [abstract C-16]. En: *Program and abstracts of the 38th Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, San Francisco, CA. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1998.
6. Doern GV, Pfaller MA, Kugler K, et al: Prevalence of antimicrobial resistance among respiratory tract isolates of *Streptococcus pneumoniae* in North America: 1997 results from the SENTRY antimicrobial surveillance program. *Clin Infect Dis* 27:764-770, 1998

**Área: Tecnologías de Información**  
**Coordinador de área: Dr. Luis Enrique Sucar Succar**

**Robótica**

**Coordinador de mesa: Dr. Fernando Ramos Quintana**

# MODELO GENÉRICO Y MODULAR PARA EL DESARROLLO DE LABORATORIOS VIRTUALES A TRAVÉS DE INTERNET

Fernando Von Borstel, José Luis Gordillo, Brian Ponce

Se presenta la descripción de un modelo genérico y modular como herramienta para la transformación de experimentos a Laboratorios Virtuales. La meta del modelo es distribuir y encapsular los diversos procesos inherentes en cada experimento para su transformación en un Laboratorio Virtual. Una metodología basada en el modelo es descrita y utilizada para analizar y transformar una aplicación experimental en robótica. Del análisis se obtuvo información de cada proceso involucrado, permitiendo relacionarlos con las entidades que componen al modelo, encapsulándolos y distribuyéndolos en este. Posteriormente, se seleccionó un método adecuado para implementar las comunicaciones en la aplicación transformada. Completada la definición en el modelo, se procedió a su implementación y evaluación. De la evaluación se definieron las mejoras y necesidades del sistema. Una aplicación complementaria fue desarrollada para incrementar las capacidades de observación del sistema. Finalmente, se presentan los resultados de la experimentación con ambas implementaciones.

Palabras clave: Laboratorios Virtuales, Aprendizaje a Distancia, Teleoperación, Robótica

## 1. Introducción

El concepto de Laboratorio Virtual ha sido relacionado recientemente como un complemento del paradigma de aprendizaje a distancia a través de Internet. Diversas referencias a este concepto presentan la importancia de expandir el acceso a equipos costosos y sofisticados a los estudiantes para incrementar sus habilidades prácticas. Dicho acceso se lleva a cabo mediante la simulación de equipos de laboratorio o teleoperando estos remotamente, realizando experimentos didácticos predefinidos [1, 2]. Aun más, un modelo abstracto para la realización de sesiones de aprendizaje a distancia complementado por un Laboratorio Virtual es propuesto en [3].

Por otro lado, diversas investigaciones se han realizado recientemente sobre teleoperación y robótica utilizando Internet. Dichas investigaciones exploran las redes de computo como un medio de comunicación [4], el cual tiene múltiples ventajas y desventajas para la implementación de sistemas de teleoperación [5]. Implementaciones experimentales explorando la teleoperación simulada y remota por Internet fueron reportadas en [6, 7]. Otros experimentos que tienen como meta la creación de recursos robóticos distribuidos usando computación distribuida fueron reportados en [8].

Estas implementaciones para el aprendizaje a distancia y la teleoperación por Internet tienen características comunes: el medio de comunicación, la realización de experimentos, el compartir y operar en una forma simulada o remota equipos de laboratorio sofisticados. Dichas características crean ambientes distribuidos para la experimentación a distancia.

**El concepto del Laboratorio Virtual:** Un Laboratorio Virtual provee acceso a uno o múltiples usuarios para operar en forma simulada o remota, equipos de laboratorio para definir, montar, y ejecutar experimentos. Estos laboratorios proporcionan al usuario capacidades de observación, supervisión e interacción con el experimento. En general, podemos encontrar dos tipos de laboratorios:

---

Ing. Fernando Von Borstel, estudiante de doctorado, CSI, ITESM Campus Monterrey, fborstel@cia.mty.itesm.mx  
Dr. José Luis Gordillo, Profesor Asociado, CSI, ITESM Campus Monterrey, JLGordillo@itesm.mx  
M.C. Brian Ponce, estudiante de maestría, CSI, ITESM Campus Monterrey, bponce@cia.mty.itesm.mx

- (a) **Simulados:** A través de una computadora conectada a Internet, estos laboratorios dan acceso a un modelo simulado del equipo y su ambiente alrededor. El modelo tiene características semejantes al equipo real y su ambiente. Dichas características permiten la realización de pruebas y experimentos completos, dando acceso ilimitado a los usuarios.
- (b) **Remotos:** Equipos de laboratorio son remotamente accedidos a través de una computadora conectada a Internet. Estos laboratorios permiten desarrollar experimentos desde un sitio donde no está físicamente presente el equipo. La supervisión se realiza utilizando información proveniente de sensores ubicados con el equipo y conectados a Internet. El usuario tiene la ventaja de interactuar con el equipo incrementando sus habilidades prácticas encarando situaciones reales difíciles de simular. Desgraciadamente, estos Laboratorios Virtuales implican problemas inherentes al medio de comunicación, que afectan el rendimiento del sistema [9]. Para resolver estos problemas, son complementados o fusionados con laboratorios simulados [10,11].

**Definición de la implementación:** A pesar de que múltiples implementaciones y modelos han sido propuestos, no está formalizado un modelo y una metodología general que permitan transformar aplicaciones experimentales a Laboratorios Virtuales. Cada experimento tiene procesos intrínsecos que tienen que ser distribuidos en un sitio local y otro remoto, dicha distribución generalmente se basa en la experiencia del desarrollador. Además, existen diferentes formas de implementar la comunicación [12]. Debiéndose seleccionar la forma adecuada a las especificaciones del experimento. El modelo propuesto permite utilizarlo en forma genérica y modular, guiando en la transformación de aplicaciones experimentales a Laboratorios Virtuales. Este modelo, en conjunto con una metodología, definen como los procesos específicos y sus interacciones deben ser distribuidos en un Laboratorio Virtual.

Este documento explica el modelo propuesto, muestra un método de transformación basado en el modelo y describe resultados experimentales de rendimiento de una aplicación transformada. La sección 2 describe en detalle al modelo, sus elementos esenciales y sus entidades abstractas, además de las formas de implementar la comunicación. En la sección 3, se describe la metodología basada en el modelo. La sección 4, muestra una transformación e implementación de un Laboratorio Virtual. Los resultados de experimentos con la implementación son presentados en la sección 5. Finalmente, la sección 6 presenta las conclusiones y el trabajo a futuro.

## 2. Modelo Propuesto

El modelo propuesto representa la descripción abstracta de los elementos y entidades que componen a un Laboratorio Virtual. La distribución de las entidades y sus interrelaciones en los elementos es definida por las propiedades necesarias para obtener el mejor rendimiento. Estas entidades pueden ser implementadas o descartadas dependiendo de las especificaciones del experimento. Podemos definir a los elementos de un Laboratorio Virtual como:

- (a) **Invitado:** Contiene una interfaz que permite al usuario observar, montar y ejecutar experimentos en una forma simulada o remota.
- (b) **Anfitrión:** Ejecuta la tarea requerida por el usuario, proveyendo acceso a librerías y programas, o al equipo real, dependiendo del tipo de Laboratorio Virtual implementado.
- (c) **Medio:** Es una red de computo, incluye la capa inferior de comunicación física hasta la capa superior de transportación involucrados en el flujo de comunicación entre el Invitado y el Anfitrión.

El modelo propuesto se compone de al menos tres elementos. Sin embargo, otras posibles configuraciones pueden ser previstas: un Invitado conectado a un Anfitrión, un Invitado conectado a múltiples Anfitriones, múltiples Invitados conectados a múltiples Anfitriones. La figura 1 muestra el modelo que a continuación es descrito a detalle.

**Descripción del modelo:** El modelo considera las diversas estrategias para realizar experimentación por medio de Laboratorios Virtuales a través de Internet. Dos entidades de *Administración de Comunicaciones* en el Invitado y el Anfitrión son necesarias para la interrelación de las entidades entre ambos. Estas entidades delimitan a los procesos encargados de administrar y compartir

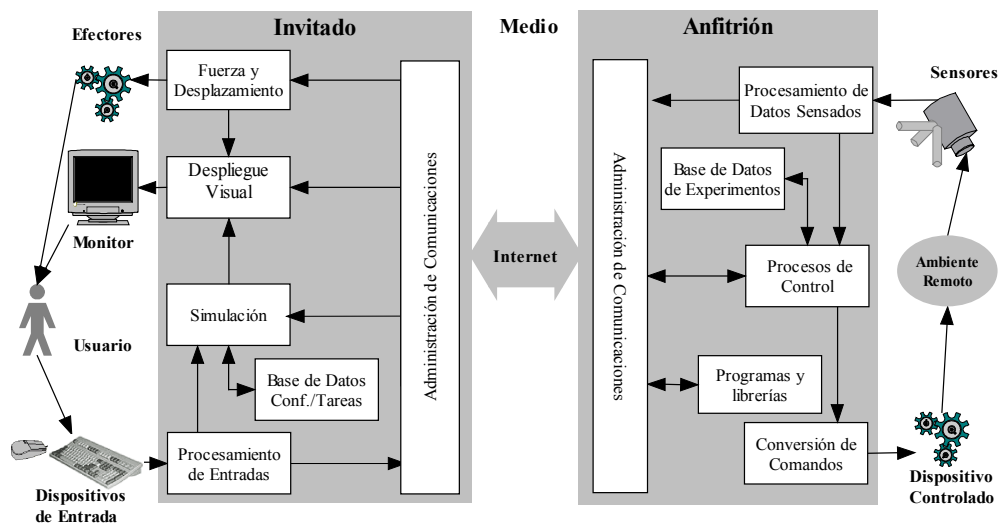
el flujo de información utilizando métodos de implementación en la capa de aplicaciones. Estos métodos utilizan formatos cliente-servidor y son descritos más adelante.

En Laboratorios Virtuales con formato en lazo de control abierto, se establecen procesos de adquisición, verificación, y codificación de comandos en el Invitado. Estos procesos están representados por la entidad de *Procesamiento de Entradas* que utiliza los procesos de comunicaciones para hacer llegar dichos comandos directamente a la entidad de *Conversión de Comandos* en el Anfitrión. Esta entidad engloba los procesos para convertir los comandos a formatos específicos entendibles por el *Dispositivo Controlado*. El lazo continua al utilizar *Sensores* para adquirir información del *Ambiente Remoto*. Dicha información es analizada para encontrar datos puntuales y significativos que son enviados por el Medio a los procesos que integran la entidad de *Despliegue Visual*. Dichos procesos dan al usuario una retroalimentación visual o grafica del experimento. El usuario cierra el lazo de control, como una entidad inteligente que compensa los retrasos causados por el Medio. El usuario puede adoptar la estrategia “Mover y Esperar” para minimizar los errores. Sin embargo, cuando el retraso es grande la eficiencia del usuario cae drásticamente [13].

Para obtener una retroalimentación inmediata del experimento, se integran al Invitado procesos de simulación del equipo y su ambiente. Dichos procesos son delimitados por la entidad de *Simulación*. Los cuales funcionan como una herramienta para predecir los efectos de los comandos aplicados al dispositivo controlado y su ambiente. Estos procesos reciben los comandos del *Procesamiento de Entradas* y su salida es enviada a los *Procesos de Despliegue Visual* cerrando un lazo local en el Invitado. En los Laboratorios Virtuales simulados los procesos de simulación generalmente acceden al Anfitrión por programas en formatos compilados o libretos en lenguajes de simulación que están representados por la entidad de *Programas y Librerías*.

Los procedimientos propios del experimento son delimitados por la entidad de *Procesos de Control*. Dicha entidad es introducida en el modelo para recibir comandos del *Procesamiento de Entradas* en el Invitado y su salida enviada a la *Conversión de Comandos*. La entidad de *Procesos de Control* cierra un lazo remoto en el Anfitrión al recibir datos del *Procesamiento de Datos Sensados* y enviar su salida a la *Conversión de Comandos*, regulando el comportamiento del dispositivo conforme a las entradas de referencia del usuario. Esta entidad proporciona autonomía al Anfitrión, si cierto conocimiento y comportamiento es introducido y codificado en sus procesos de control [14].

En el Invitado, la entidad de *Fuerzas y Desplazamientos* representa procesos que permiten una retroalimentación natural para el usuario mediante *Efectores*. Desgraciadamente, implementar esta



**Figura 1.** Modelo genérico y modular para el desarrollo de Laboratorios Virtuales a través de Internet.

forma de retroalimentación involucra resolver los problemas del Medio. Sin embargo, dicha retroalimentación también puede ser realizada por medios visuales y auditivos [15]. Por otro lado, la entidad de *Base de Datos de Configuración y Tareas* representa los procesos que permiten salvaguardar las descripciones y configuraciones de los experimentos haciendo posible la recreación de los experimentos en detalle. Similarmente, en el Anfitrión la entidad de *Base de Datos del Experimento*, mantiene y salvaguarda los datos obtenidos en la experimentación para su posterior análisis.

**Implementación de la comunicación:** El formato del Invitado nos determina el método para la *Administración de la Comunicación*. Dos formatos son considerados: aplicaciones para navegador, y programas ejecutables. En las aplicaciones de navegador, el navegador y el servidor *Web* son los encargados de administrar las comunicaciones. Este tipo de aplicaciones realizan la comunicación a través de la interfaz común del servidor Web (CGI) o llamando librerías predefinidas en lenguajes como VRML (Virtual Reality Model Language) y programas como *Applets*. Estos últimos, una vez ejecutados pueden comportarse como programas ejecutables. Los programas ejecutables pueden administrar sus comunicaciones a través de *Sockets* u Objetos. La implementación por *Sockets* se realiza mediante el protocolo UDP (User Datagram Protocol) o el protocolo TCP (Transport Control Protocol). La implementación por Objetos es propia de los lenguajes de programación orientados a objetos, permitiendo llamar y ejecutar objetos en forma remota. En Java existe RMI (Remote Method Invocation) que utiliza un servidor de registro de objetos. Similarmente, los servidores ORB (Object Request Brokers) permiten la administración de objetos distribuidos en diversas locaciones.

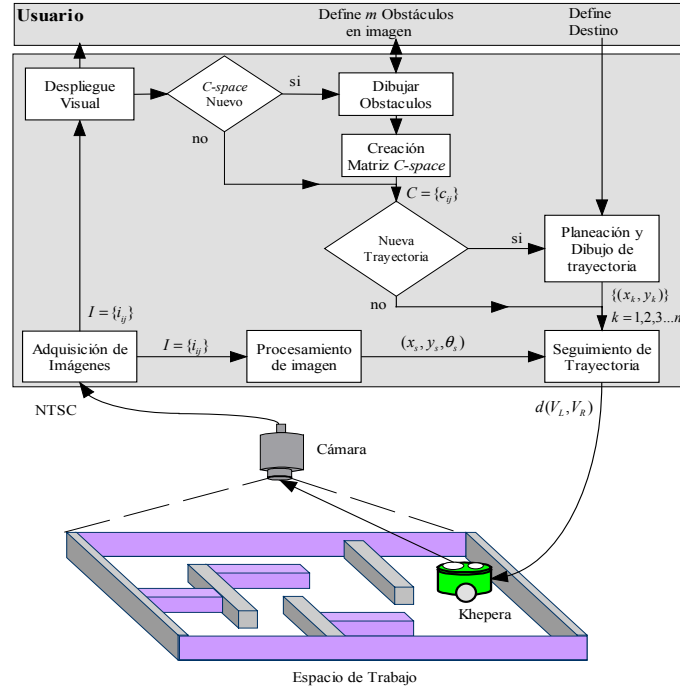
### 3. Una Metodología Basada en el Modelo

La metodología propuesta toma como entradas la descripción del experimento y sus especificaciones, analizando cada una de sus características. Este análisis provee la información necesaria para definir los procesos y sus interrelaciones específicos al experimento. Basado en las funciones que cada proceso realiza, estos son relacionados y encapsulados en las entidades abstractas del modelo. Este paso identifica los procesos que componen al Invitado y Anfitrión de manera que permitan un funcionamiento eficiente del Laboratorio Virtual. Los procesos que mantienen una fuerte interacción con el experimento y su ambiente son relacionados con entidades del Anfitrión. Los procesos con una fuerte interacción con el usuario son relacionados con el Invitado. Los procesos separados por el Medio interactúan entre sí mediante los métodos de comunicación antes mencionados. Este último paso provee un esquema específico para guiar en la implementación del Laboratorio Virtual. Finalmente, el modelo es implementado y evaluado para revisar que las tareas y sus especificaciones sean cumplidas. En este paso, procesos y dispositivos complementarios son agregados al sistema para añadir mayor interacción, seguridad, autonomía, y otras características para el incremento de las capacidades y el rendimiento del laboratorio.

### 4. Transformación de una Aplicación Experimental

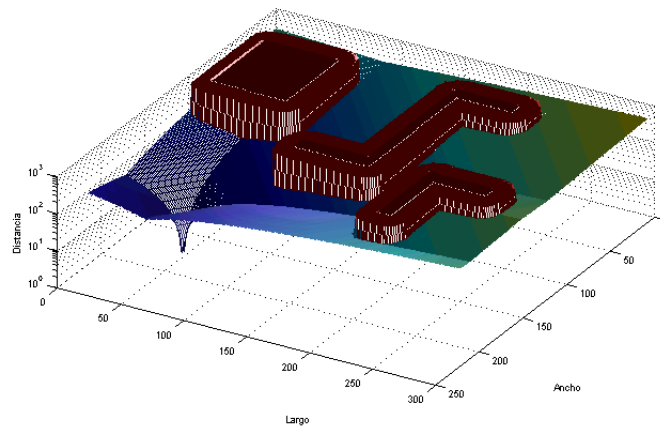
La validación del modelo propuesto y su metodología está basada en la transformación de una aplicación experimental en robótica móvil. Esta aplicación fue desarrollada como un ejercicio didáctico y de investigación basado en técnicas de planeación de trayectorias y de visión computacional para el seguimiento de dichas trayectorias por un vehículo [16]. Los pasos seguidos fueron los siguientes:

**Análisis del Experimento:** Las tareas principales del experimento son: planeación y seguimiento de trayectorias. Los procesos implicados en la planeación están basados en una definición del *C-Space* sobre la imagen de la vista superior del espacio de trabajo. La trayectoria planeada es dibujada sobre la imagen utilizando métodos basados en campos potenciales. Los procesos implicados en el seguimiento usan la trayectoria planeada como referencia para controlar al robot. Cada imagen es procesada para reconocer una marca artificial sobre el robot, la cual proporciona su posición. La posición del robot es comparada con cada elemento de un conjunto secuencial de puntos que definen en forma discreta la trayectoria, hasta alcanzar el punto destino.



**Figura 2.** Muestra el diagrama de flujo del experimento que es transformado mediante el modelo.

El sistema utiliza un robot *Khepera* [17], el cual actúa en un espacio de trabajo diseñado para diversas configuraciones. La figura 2 muestra el diagrama de flujo de la implementación. Al inicio, la imagen es adquirida y convertida a datos digitales en una matriz ( $I$ ) con 320 x 240 elementos en una escala de 256 grises. Esta matriz es binarizada y segmentada para encontrar los objetos en la imagen. Estos objetos son caracterizados, utilizando los momentos invariantes de Hu, para identificar la marca del robot. Dos círculos componen la marca, un círculo de mayor área que el otro, el círculo mayor identifica la parte frontal y el pequeño la parte anterior. Se definió al centroide del círculo mayor como la posición del robot y el ángulo formado por una línea imaginaria que pasa por ambos centroides de la marca y el eje x como su orientación  $(x_s, y_s, \theta_s)$ . La definición del *C-Space* es realizada utilizando el ratón de la computadora para indicar los vértices de cada obstáculo sobre la imagen. Luego, el sistema calcula el envolvente convexo de dichos vértices y lo expande a la mitad del diámetro del robot desplegándolo en la imagen. Este procedimiento es realizado  $m$  veces, al menos una vez por obstáculo.



**Figura 3.** Grafico tridimensional con escala logarítmica de un *C-Space* creado por el sistema utilizando el algoritmo NF1. La figura muestra la forma de un cono sobre el punto destino.

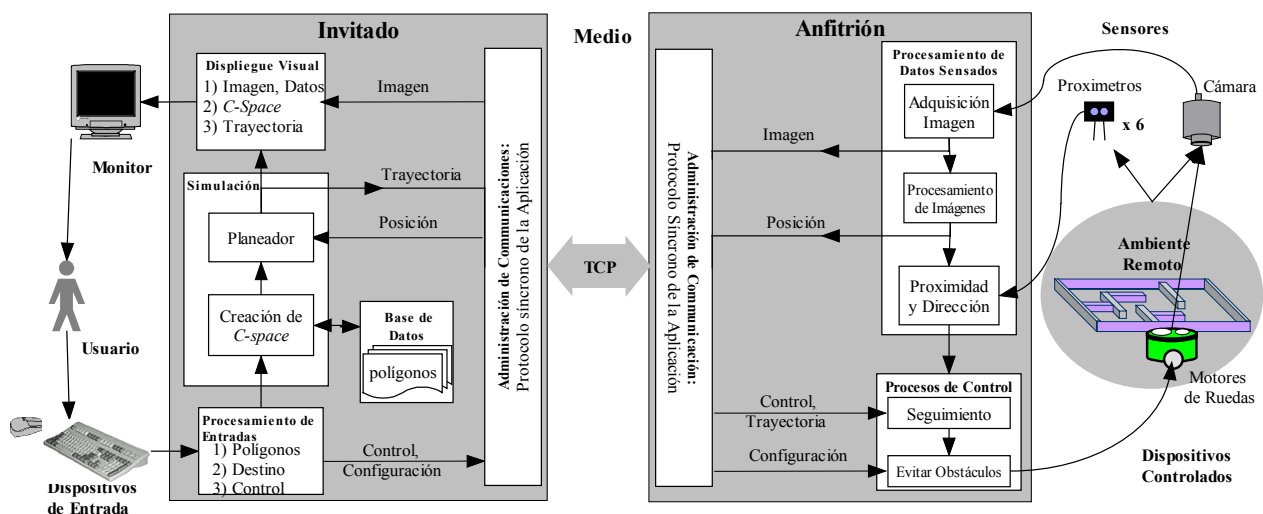


Sí el usuario está satisfecho con el *C-Space*, se crea otra matriz (*C*) del mismo tamaño de *I*, donde cada elemento dentro de los polígonos expandidos tiene valores altos. La matriz *C* modela tridimensionalmente un *C-Space* discreto utilizado en el proceso de planeación. La planeación utiliza el algoritmo NF1, que realiza una búsqueda con una heurística de menor distancia en Vecindad-4 al destino  $(x_f, y_f)$ . Un método de interpolación por polinomios cúbicos es utilizado para suavizar la trayectoria. La trayectoria suavizada es discretizada, y puesta en un arreglo secuencial de *n* puntos  $(x_k, y_k)$ . Este arreglo es introducido al procedimiento seguidor. El seguimiento compara la posición actual del robot con el siguiente punto del arreglo secuencial. Los comandos de avance y orientación son determinados al comparar la posición y orientación del robot con cada punto del arreglo secuencial.

**Encapsulación de Procesos:** En este paso se relacionan y encapsulan cada proceso involucrado en el experimento con las entidades. El Invitado se definió con cuatro entidades: la entidad de *Despliegue Visual* que integra a los procesos de despliegue de imágenes y despliegue de obstáculos. La entidad de *Simulación* que encapsula al proceso que crea la matriz del *C-Space* discreto y al proceso de planeación de trayectoria. Aunque no fue mencionado anteriormente, existe un proceso para resguardar y recobrar el *C-Space* en un dispositivo de almacenamiento. Este proceso es relacionado y encapsulado en la entidad de *Base de Datos de Tareas y Configuraciones*. Finalmente, la entidad de *Procesamiento de Entradas* encapsula a la interfaz de usuario. Por otro lado, el Anfitrión se definió en dos entidades: la entidad de *Procesamiento de Datos Sensados* que encapsula los procesos de adquisición de imágenes y procesamiento de imágenes. En la entidad de *Procesos de Control* se consideró al proceso de seguimiento de trayectorias.

**Implementación de la Comunicación:** La aplicación fue considerada como un programa ejecutable, seleccionándose una implementación por *Sockets*. La *Administración de Comunicaciones* se basa en el protocolo TCP donde el flujo de información se estableció con un protocolo síncrono de información en la aplicación. Esta última definición de las entidades de comunicación completa la distribución de procesos en el modelo propuesto.

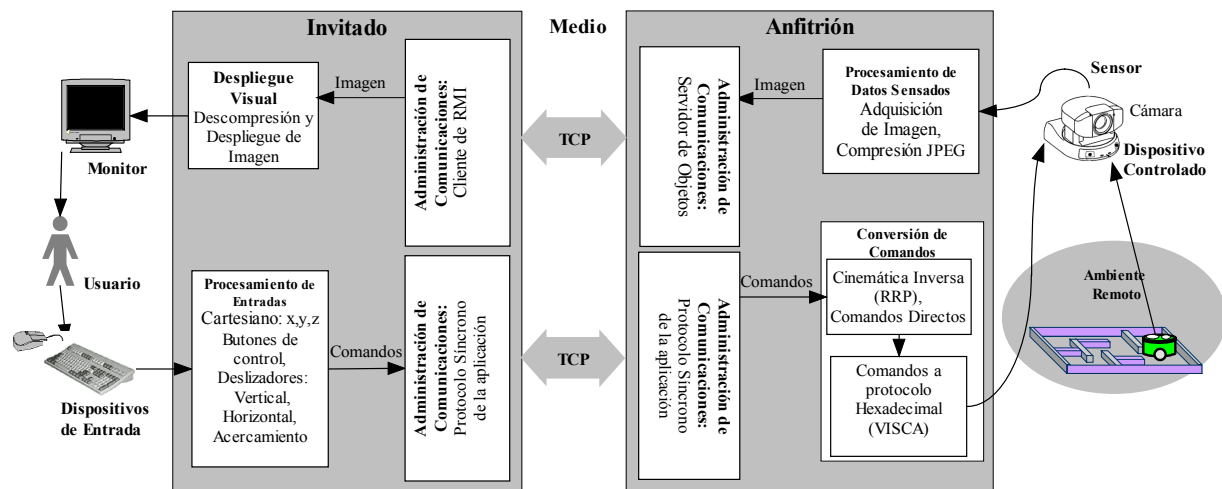
**Implementación del Laboratorio Virtual:** La implementación del Invitado y el Anfitrión fue hecha separando los procesos que realizan las tareas principales en el experimento. La tarea de planeación y sus procesos fueron encapsulados en el Invitado. Por otro lado, los procesos pertenecientes a la tarea de seguimiento fueron encapsulados en el Anfitrión. Los procesos separados que necesitan ser interrelacionados, son reconectados por el Medio utilizando el método definido de comunicaciones. Esta implementación fue realizada en el lenguaje de programación Java.



**Figura 5.** Esquema final basado en el modelo propuesto. Este esquema es utilizado como plantilla para guiar en la implementación de un experimento en un formato de Laboratorio Virtual.

**Evaluación:** Se determinó hacer al sistema más interactivo con el espacio de trabajo, utilizando los sensores del robot. Por otro lado, en conexiones con grandes retrasos en tiempo, el rendimiento del sistema disminuyó considerablemente debido a los frecuentes requerimientos por imágenes del Invitado. Este problema fue resuelto requiriendo menos imágenes. Mientras no se solicitaban imágenes y para cerrar el ciclo síncrono del sistema se envían comandos sin ningún significado. Desgraciadamente, esto disminuyó la frecuencia las imágenes, por lo que se decidió mejorar las capacidades de observación del experimento por medio de una aplicación complementaria para observación.

**Implementación Final:** Se utilizó los 6 proximetros infrarrojos frontales del robot para incrementar la seguridad y autonomía del sistema añadiéndose otro proceso más a la entidad de *Procesamiento de Datos Sensados*. Estos sensores permitieron interactuar con un espacio de trabajo más dinámico, detectando y evitando colisiones con objetos que no fueron descritos en el C-Space. Los procesos de planeación y seguimiento también fueron modificados permitiendo introducir obstáculos virtuales en el C-Space, y su evasión mediante la modificación de la trayectoria por el usuario.



**Figura 6.** Aplicación complementaria que incrementa las capacidades de observación del usuario en el desarrollo del experimento realizado en el Laboratorio Virtual.

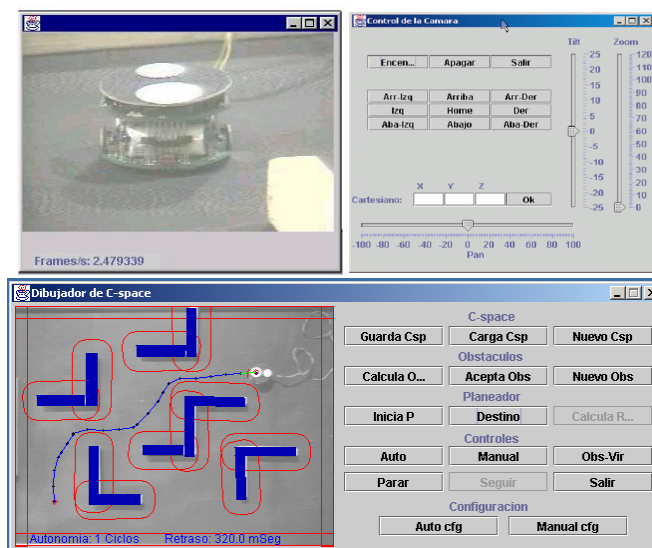
**Aplicación complementaria:** Esta aplicación se utilizará como observador, aumentando las capacidades del laboratorio. La aplicación controla una cámara móvil que puede realizar movimientos verticales y horizontales, así como acercamientos ópticos. El desarrollo de la implementación fue hecho mediante la misma metodología general, la cual es brevemente descrita a continuación.

En el análisis se definió que las tareas son observar y seguir los experimentos en el Laboratorio Virtual. La observación es realizada por un proceso de adquisición de imágenes y una interfaz de despliegue visual. La tarea de seguimiento es hecha por los movimientos de la cámara controlados por el usuario mediante una interfaz de usuario. La cinemática de la cámara se definió como un dispositivo robótico con tres grados de libertad. El proceso de adquisición de imágenes a color comprime en formato JPEG (Joint Photographics Expert Group). Estas imágenes son descomprimidas y desplegadas por un proceso de despliegue visual. Mientras que un proceso de entrada de comandos y posiciones cartesianas envía estos a un proceso de conversión de coordenadas cartesianas a polares. Luego, estos comandos son transformados a un protocolo serial propio de la cámara [18]. La encapsulación de procesos en el invitado quedó compuesto por dos entidades: *Despliegue Visual* y *Procesamiento de Entradas*. Mientras que en el Anfitrión varios procesos fueron relacionados con dos entidades: *Procesamiento de Datos Sensados* y *Conversión de Comandos*. Las cuales encapsulan al proceso de adquisición de imágenes y los procesos de conversión de comandos que es integrado por la conversión de coordenadas, y la conversión al protocolo de la cámara. La comunicación se determinó con dos métodos: La interfaz de usuario se realizó con *Sockets*, usando TCP, y la interfaz visual utilizando RMI. La implementación se basó en un lazo de control abierto y se realizó en lenguaje Java. La figura 6

muestra el sistema completo en el modelo propuesto. Por último, al evaluar experimentalmente la aplicación se determinó utilizar una calidad de compresión en el formato JPEG de 50%, para obtener imágenes menores de 8 Kbytes con una aceptable calidad de imagen (ver figura 7).

## 5. Resultados Experimentales

Los experimentos remotos fueron realizados utilizando ambas implementaciones. Ambos Invitados fueron ejecutados en una sola computadora, y los Anfitriones fueron ejecutados en dos computadoras. Una computadora para planeación y seguimiento de trayectorias y otra para el servidor de imágenes y control de movimientos de la cámara móvil. La computadora Invitada estaba geográficamente separada de las computadoras Anfitrionas y los resultados fueron obtenidos a través de una conexión de 23 saltos, según un análisis del comando unix *traceroute*. La figura 7 muestra todas las interfaces de usuario en la computadora Invitada. Las computadoras tienen las siguientes características: La computadora Invitada tiene Windows 2000, un procesador de 1.1 GHz Pentium III, 128 MB en RAM; La computadora Anfitriona 1 tiene Sun Solaris 2.6, un procesador de 333 MHz UltraSparc-IIi, 320 MB en RAM; la computadora Anfitriona 2 tiene Sun Solaris 2.6, un procesador de 270 MHz, 256 MB en RAM.



**Figura 7.** Muestra el despliegue visual y la interfaz de control del observador, junto con la interfaz del sistema de planeación y seguimiento con el C-Space utilizado en el experimento.

En el Anfitrión de planeación y seguimiento de trayectorias, la comunicación serial con el robot estaba configurada a 9600 Bauds. Los comandos enviados al robot varían la velocidad de los motores laterales del robot, por medio de PWM (Pulse Width Modulation). Para la orientación se utilizó  $\pm 4$  pulsos/10 ms, para el avance se utilizó +13 pulsos/10 ms en ambos motores dando una velocidad promedio de 2.3383 cm/s en trayectorias rectas.

**Análisis de la Trayectoria:** Se realizaron 7 seguimientos de trayectorias, sin ninguna modificación. Los resultados son basados en un espacio de trabajo con ancho de 73.5 cm y largo de 98 cm, el cual fue discretizado en una matriz de 320 x 240 píxeles, obteniéndose una resolución de 0.30625 cm/píxel. Los resultados en la tabla 1 son del análisis de las trayectorias planeadas y las reales. Los puntos de control nos dan la cantidad de puntos que definen la trayectoria, las distancias totales son la sumatoria de las distancias entre cada punto. El error cuadrático y el error promedio están en base a la distancia perpendicular entre la trayectoria real seguida y el segmento de trayectoria planeada al cual pertenece. El error cuadrático nos muestra que tanto difieren las áreas de ambas trayectorias. Se encontró que los errores resultantes dependen de la complejidad de la trayectoria. Los errores son proporcionales al número de curvas y su forma en cada trayectoria. Las trayectorias rectas pueden ser

seguidas con errores mínimos, aun si existen pocos puntos para definirla. La frecuencia de exploración por cada tarea equivale al número de ciclos ejecutados por el Anfitrión en la Tabla 2 presentada más adelante.

Trayectoria	Puntos de Control	Distancia Total (cm)	Error Cuadrático (cm <sup>2</sup> )	Error Promedio (cm)
1	14	49.160	18.5362	0.219
2	15	44.599	20.0113	0.243
3	22	66.092	47.2083	0.300
4	10	30.588	9.6709	0.195
5	11	25.492	5.0094	0.060
6	14	47.063	12.6313	0.191
7	30	97.360	56.9557	0.299

**Tabla 1.** Resultados del análisis de trayectorias, cada trayectoria se considera como una tarea realizada por el sistema.

**Análisis en el Tiempo:** Dado que el sistema planeador y seguidor realiza una conexión sobre TCP, se definió un protocolo síncrono de información. Para reducir el retraso por frecuentes requerimientos de la imagen, se implementó un algoritmo que calcula el retraso promedio después de diez peticiones continuas de imagen. Este retraso es dividido por el tiempo promedio de ejecución del Anfitrión (131.145 ms). La división da los  $n$  ciclos que puede ejecutarse el Anfitrión en ese tiempo. Así el Invitado al iniciar su décimo primer ciclo de ejecución envía un comando sin significado de 2 Bytes de longitud para completar su ciclo interno. El Anfitrión lee este dato y realiza su ciclo interno también, sin enviar ninguna respuesta. Esto es hecho  $n-1$  veces más, y entonces el Invitado vuelve a requerir una imagen continuando indefinidamente este ciclo.

Trayectoria	Tiempo total (s)	Imágenes enviadas	Comandos de 2 Bytes	Ciclos ejecutados por el Anfitrión	Tiempo promedio por imagen (s)
1	132.994	12	37	478	4.7443
2	402.734	25	37	951	9.2100
3	603.861	50	37	1899	5.8641
4	94.842	12	26	322	3.7525
5	68.638	10	26	252	3.1852
6	130.988	18	26	494	3.0684
7	386.310	56	27	1439	2.9276

**Tabla 2.** Resultados del análisis en tiempo de cada trayectoria realizada.

El análisis en tiempo de las trayectorias realizadas nos dio los siguientes resultados: en la trayectoria 1, la trayectoria se completo en 132.994 segundos, una imagen fue enviada cada 37 comandos de 2 Bytes, en total fueron enviadas 12 imágenes y el Anfitrión se ejecuto 478 veces. Cada imagen agrega un tiempo promedio de retraso de 4.7443 segundos.

Por otro lado, el protocolo TCP utiliza memoria para manejar los datos en el receptor y el transmisor, la capacidad de memoria es negociada cuando se inicia una conexión, la memoria es segmentada y un MSS (Maximum Segment Size) es definido. Usando ventanas deslizantes dinámicas ambos pueden realizar un control del flujo de información. Este método tiene un problema cuando el transmisor envía segmentos pequeños, por ejemplo: 2 Bytes. Este problema se denomina SWS (Silly Window Syndrome) y su resultado es un patrón estable de pequeños segmentos, aunque el receptor y el transmisor tengan suficiente memoria para poderlos enviar juntos. La utilización del ancho de banda por este comportamiento es significativo. TCP utiliza el algoritmo de Nagle para evitar dicha situación. Sin embargo, este algoritmo genera bloqueos temporales del flujo de datos [19]. Un análisis detallado mostró que dichos bloqueos incrementaron de 13% a 24% el tiempo total de cada trayectoria.

## 6. Conclusiones

En este documento se presentó un modelo genérico y modular para el desarrollo de Laboratorios Virtuales. Una descripción de las entidades del modelo y una metodología es dada en conjunto con una descripción de las características de métodos comunes de implementación de las comunicaciones entre los elementos que componen a los Laboratorios Virtuales. Se demostró la validez del modelo utilizándolo para transformar un experimento en robótica móvil a un Laboratorio Virtual mediante la metodología propuesta. A este Laboratorio Virtual se le incrementó las capacidades de observación para el usuario. Este incremento de capacidades demostró la modularidad del modelo. Se describió los resultados obtenidos, donde un análisis de las trayectorias mostró la precisión en el seguimiento, mientras que el análisis de tiempo mostró el efecto de retrasos variables, y de algoritmos propios del protocolo utilizado.

El Laboratorio Virtual implementado puede ser mejorado, transformando los programas a *Applets*, y utilizando procesamiento en paralelo para separar los procesos de comunicaciones y de control del dispositivo. Esta separación aislaría al Anfitrión de los tiempos de retraso añadidos por el Medio al realizar sus tareas. Por último, la comunicación y el control pueden combinarse con colas de trabajo para manejar múltiples usuarios y tareas. Estas mejoras quedan como trabajo futuro en esta implementación.

## 7. Referencias

- [1] B. Wagner, "From Computer-Based Teaching to Virtual Laboratories in Automatic Control", 29<sup>th</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conf. 1999, Noviembre 10-13, San Juan, Puerto Rico.
- [2] C. Ko, B. M. Chen, S. H. Chen, V. Ramakrishnan, R. Chen, S. Y. Hu, and Y. Zhuang, "A Large-Scale Web-Based Virtual Oscilloscope Laboratory Experiment", Eng. Science and Education J., Abril 2000.
- [3] V. Licks, M. Quiroga, R. Jordan and J. S. Correa, "Building Virtual Laboratories- A Web Based Experience", <http://www.eece.unm.edu/~vlicks/papers/icece2000final.pdf>.
- [4] H. Hirukawa and I. Hara, "Web-Top Robotics, Using World Wide Web as a Platform for Building Robotic Systems", IEEE Robotics & Automation Magazine, Junio 2000.
- [5] J. Kikuchi, K. Takeo, and K. Kosuge, "Teleoperation System via Computer Network for Dynamic Environment", IEEE Intl. Conference on Robotics & Automation, Leuven, Bélgica, Mayo 1998.
- [6] H. Friz, P. Elzer, B. Dalton, and K. Taylor, "Augmented Reality In Internet Telerobotics Using Multiple Monoscopic Views", IEEE Intl. Conf. on Syst., Man, and Cybernetics 1998, Vol. 1, pp. 354-359, 1998.
- [7] H. Hirukawa, T. Matsui, S. Hirai, "A Prototype of Standard Teleoperation Systems on an Enhanced VRML", Proceedings of IROS/IEEE '97, Volumen 1, pp. 1801-1806.
- [8] T. Hori, H. Hirukawa, T. Suehiro and S. Hirai, "Networked Robots as Distributed Objects", IEEE/ASME, Intl. Conference on Advanced Intelligent Mechatronics. Sept. 19-23 1999, Atlanta, USA.
- [9] K. Kosuge and H. Murayama, "Bilateral Feedback Control of Telemanipulator via Computer Network in Discrete Time Domain", IEEE Intl. Conf. on Robotics and Automation, New México, Abril 1997.
- [10] O. Michel, P. Sasucy, and F. Mondada, "KheperOnTheWeb: An Experimental Demonstrator in Telerobotics and Virtual Reality", IEEE Robotics and Autom. Magazine, Vol. 7, Marzo 2000, pp. 41-47.
- [11] D. Shulz, W. Burgard, and A. B. Cremers, "Robust Visualization of Navigation Experiments with Mobile Robots over the Internet", IEEE/RSJ Intl. Conf. on Intelligent Robots and Syst., pp. 942-947.
- [12] M. Kassouf, S. Pierre, C. Levert, and J. Conan, "Modeling a Telecommunication Platform for Remote Access to Virtual Laboratories", IEEE Canadian Conf. on Elect. and Comp. Eng., Canadá Mayo, 1999.
- [13] W. Ferrel, "Remote Manipulation with Transmission Delay", IEEE Human Factors in Electron, 1963.
- [14] T. Sheridan, "Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control", ed. MIT Press Mass. 1992.
- [15] R. J. Anderson and M. W. Spong, "Bilateral Control of Teleoperators with Time Delay", IEEE Transactions on Automatic Control, Vol. 34, Número 5, Mayo 1989.
- [16] B. Ponce, "Planeación y Seguimiento Visual de Trayectorias Para Guiar un Vehículo Autónomo", tesis de maestría, ITESM Campus Monterrey, 2002.
- [17] K-Team, "Khepera User Manual", Version 5.02, Lausanne, Switzerland, 12 Marzo 1999.
- [18] Sony Inc., "VISCA/RS232C Control Protocol Technical Report", <http://www.sony.com>.
- [19] J. C. Mogul, G. Minshall, "Rethinking the TCP Nagle Algorithm", ACM SIGCOMM, Computer Communication Review, Vol. 31, Número 1, Enero 2001.

# CONMUTACIÓN ENTRE TELEOPERACIÓN Y EJECUCIÓN AUTÓNOMA DE TAREAS EN UN VEHÍCULO

Adriana Cantú González, José Luis Gordillo

Este artículo presenta una arquitectura para la operación a distancia de un vehículo, a través de Internet, con dos formas de operación: en la primera el vehículo cuenta con cierta autonomía; mientras que en la segunda, el vehículo es teleoperado. En ambos casos se requiere de la transmisión de datos e imágenes, así como el desarrollo de un protocolo de comunicación. Para el comportamiento autónomo, los algoritmos de control utilizan visión para que el vehículo siga una consigna específica, tal como mantenerse a una distancia fija de una marca artificial. En la segunda forma de operación, se procede mediante la teleoperación con imágenes, donde un usuario conectado a Internet controla los movimientos del vehículo. La arquitectura se compone de tres módulos: el Anfitrión que está formado por el vehículo previamente dicho y una computadora para su control, el Invitado que es la computadora que interactúa con el usuario y el Medio de comunicación utilizado para la transmisión de datos e imágenes.

Palabras clave: Vehículos Autónomos, Teleoperación, Visión Computacional

## 1. Introducción

En la minería se requieren tareas de exploración y excavación que son riesgosas para un humano, las cuales pueden ser ejecutadas por un vehículo cuya operación no requiera la intervención directa del conductor [1, 2]; aunque algunas tareas pueden ser automatizadas para que las ejecute un vehículo con poca o nula intervención humana, existen operaciones tales como llevar al vehículo al sitio de la ejecución de la tarea, o desbloquear una situación inesperada que, debido a su complejidad, requieren una destreza muy alta para ser ejecutadas por una máquina de forma confiable. Estas tareas necesitan de la ayuda humana, ya que al trabajar en ambientes reales se tienen altos niveles de incertidumbre durante la operación.

Se plantean dos modos de operación que se consideran complementarios: teleoperación [3, 4] y operación autónoma [5, 6]; en ambos casos se requiere que el vehículo sea controlado a distancia. En la teleoperación, el usuario requiere de excesiva concentración debido a que controla directamente los movimientos del vehículo usando la información recibida del espacio de trabajo. Cuando las tareas son repetitivas, el usuario debe repetirlas manualmente, lo cual a la larga, le provoca cansancio, pérdida de concentración y errores; además, considerando el retraso por la comunicación [7, 8], si la tarea requiere retroalimentación inmediata y el tiempo de respuesta es crítico, el sistema se vuelve inoperable. En la operación autónoma, el usuario establece una meta al vehículo, la cual es ejecutada por un sistema de control y supervisada por el usuario.

---

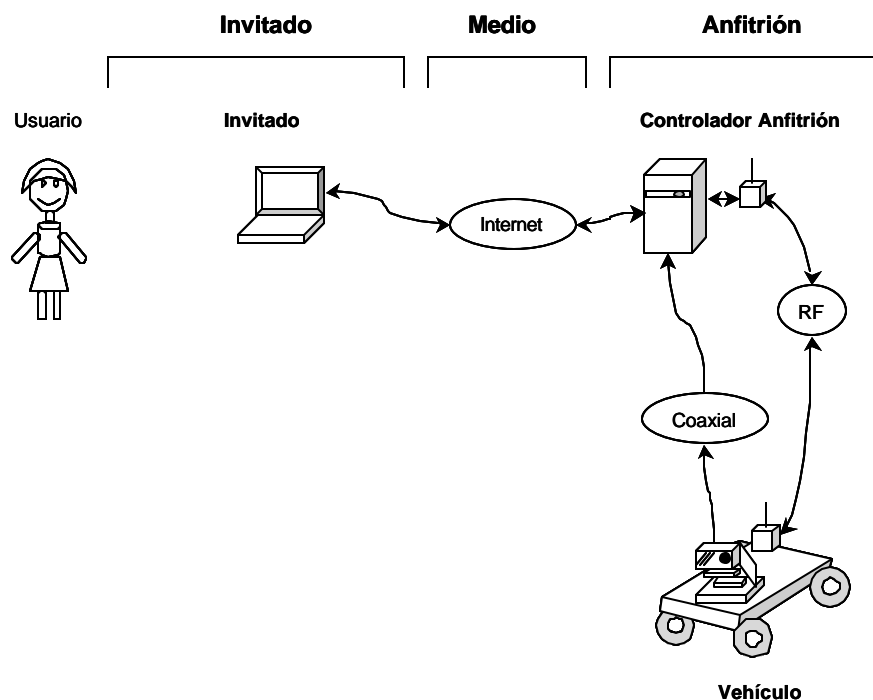
M.C. Adriana Araceli B. Cantú González. Departamento de Ingeniería de Información, Rectoría Sistema ITESM. [adriana@itesm.mx](mailto:adriana@itesm.mx)

Dr. José Luis Gordillo Moscoso. Profesor del Centro de Sistemas Inteligentes, ITESM Campus Monterrey. [jl Gordillo@itesm.mx](mailto:jl Gordillo@itesm.mx)

El objetivo de este artículo es definir un modelo de comunicación para controlar un vehículo a distancia, a través de Internet, que integre la teleoperación y la operación autónoma. Se usará una forma teleoperada para ubicar el vehículo, reconocer el entorno de trabajo e iniciar la tarea; mientras que el vehículo estará dotado de autonomía durante la ejecución de la tarea. En la operación autónoma, el ejercicio puesto en funcionamiento busca mantener al vehículo a una distancia establecida de una marca artificial, en este caso se utiliza un círculo; se considera que la autonomía del vehículo empieza cuando el usuario libera el control para permitir al vehículo ejecutar la tarea y termina cuando, una vez finalizada, el vehículo devuelve el control al usuario; durante la operación, el usuario estará en constante comunicación con el vehículo. El desarrollo de la comunicación conmutada entre las modalidades de teleoperación y comportamiento autónomo requiere de un módulo para la teleoperación del vehículo, un módulo que incluya los algoritmos de visión necesarios para realizar la tarea en el comportamiento autónomo y un mecanismo de conmutación entre ambos modos de operación.

## 2. Metodología

La arquitectura propuesta para que un usuario controle remotamente un vehículo, mostrada en la figura 1, está compuesta por un módulo *Anfitrión* formado por un *Controlador Anfitrión* y por un *Vehículo*, un módulo *Invitado* y un *Medio*; esta arquitectura puede ser utilizada con cualquier clase de vehículo sin importar su tamaño.

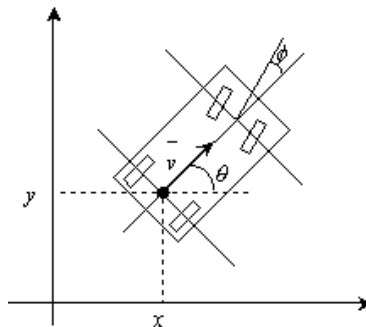


**Figura 1.** Arquitectura general: el sistema está compuesto por un Módulo Anfitrión y un Módulo Invitado conectados a través de un Medio

El *Invitado* es el componente del sistema que interactúa con el usuario; lo compone cualquier computadora que se encuentre del lado del usuario y que cuente con la máquina virtual de Java y una conexión a *Internet*. Durante la teleoperación, el *Invitado* se encarga de enviar las instrucciones establecidas por el usuario para ser ejecutadas por el *Vehículo* y recibe como retroalimentación las

imágenes del área de trabajo y los datos de los sensores; en el modo autónomo, el usuario sólo supervisa la operación del *Vehículo*, por lo que el *Invitado* recibe como retroalimentación las instrucciones que el *Controlador Anfitrión* envió al *Vehículo* y la imagen que muestra la localización de la marca. El propósito del *Medio* es establecer una conexión entre el *Invitado* y el *Anfitrión* a través de la cual se intercambian datos mediante un protocolo; el *Medio* utilizado para la transmisión de datos e imágenes es Internet, ya que permite que el *Vehículo* sea operado remotamente prácticamente desde cualquier lugar. El protocolo utilizado para la transmisión de datos e imágenes del *Invitado* al *Anfitrión* y viceversa, es la Invocación Remota de Métodos de Java (RMI), el cual funciona sobre el protocolo TCP/IP [9].

El *Anfitrión*, esta compuesto por el *Vehículo* y por el *Controlador Anfitrión*; para que el usuario tenga un mayor conocimiento del ambiente remoto, se cuenta con una cámara montada sobre el *Vehículo*. Para la comunicación entre el *Vehículo* y el *Controlador Anfitrión* se utilizan canales independientes para la transmisión de datos e imágenes. El *Controlador Anfitrión* se encarga de manejar las instrucciones recibidas del *Invitado* y mandarlas al *Vehículo* para que se ejecuten; también se encarga de recibir y procesar las imágenes recibidas del *Vehículo*; este controlador cuenta con una tarjeta de captura de video que recibe las imágenes enviadas por la cámara del *Vehículo* para digitalizarlas y procesarlas. El *Vehículo* que se automatizó es un carro a escala de control remoto. Por sus características, se trata de un *Vehículo* no holonómico que se mueve hacia adelante y hacia atrás, además cambia de dirección a la derecha e izquierda, aunque por sus restricciones cinemáticas no puede moverse de lado. El espacio de trabajo del *Vehículo* se define por un plano con coordenadas  $(x, y)$  mostrado en la figura 2; el ángulo de orientación del *Vehículo* con respecto al plano es  $\theta$ , el ángulo de dirección del *Vehículo* es  $\phi$ , que corresponde a la inclinación de las llantas delanteras con respecto a la orientación del *Vehículo* en el plano  $(x, y)$  con una velocidad  $\vec{v} = (\dot{x}, \dot{y})$  [10].



**Figura 2.** Modelo del Vehículo localizado en el plano  $(x, y)$  con una orientación  $\theta$ , un ángulo de dirección  $\phi$  y una velocidad  $\vec{v}$ .

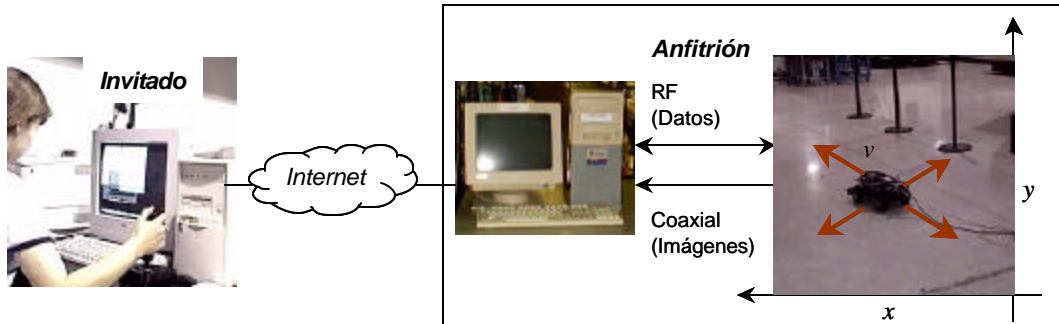
Para el manejo de datos, se definió un protocolo de comunicación que permite que los datos enviados por *Controlador Anfitrión* sean interpretados por el *Vehículo* [11]. Las tres partes principales de las que esta compuesto el protocolo utilizado para la comunicación del *Controlador Anfitrión* al *Vehículo* son: el envío de instrucciones por parte del *Controlador Anfitrión*, la ejecución de instrucciones por parte del *Vehículo* y la recepción de la retroalimentación en el *Invitado*.

### 3. Teleoperación

La teleoperación manual es el modo de operación básico de un *Vehículo* automatizado, ya que el usuario controla los cambios de velocidad, sentido y dirección del *Vehículo*, con un ratón o una palanca,



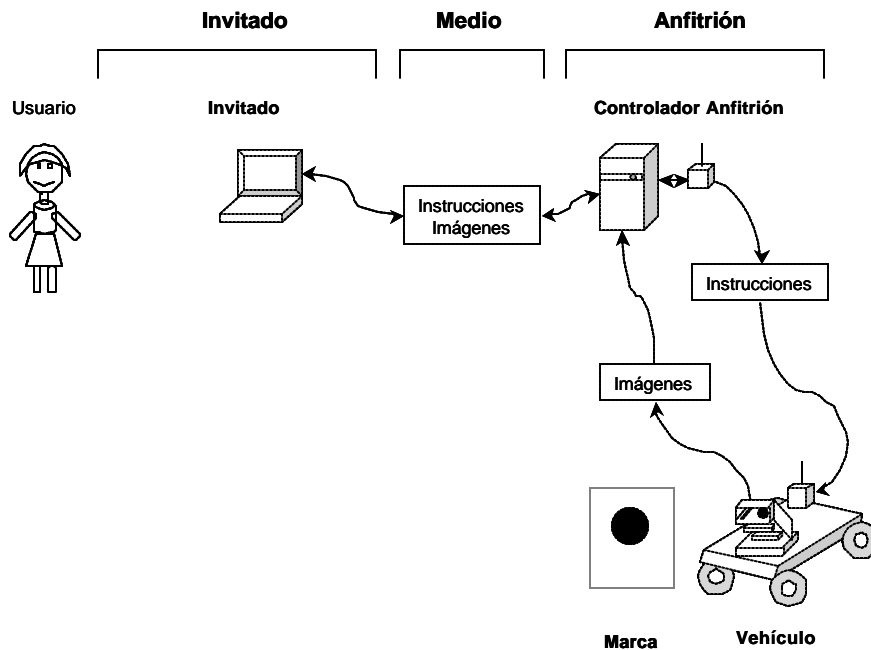
utilizando la información recibida del espacio de trabajo como se muestra en la figura 3. Para la teleoperación se usa un lazo de control cerrado con retroalimentación visual, donde físicamente el usuario cierra el lazo de control; las instrucciones enviadas por el usuario consisten en consignas de velocidad y dirección simultáneamente; además de las imágenes, el usuario recibe como retroalimentación, la distancia que el *Vehículo* ha avanzado en  $X$ ,  $Y$  y el ángulo de inclinación  $q$  del *Vehículo* con respecto al plano.



**Figura 3.** Descripción del funcionamiento del Sistema Teleoperado. El usuario controla la velocidad, dirección y sentido del *Vehículo* utilizando la información recibida del espacio de trabajo.

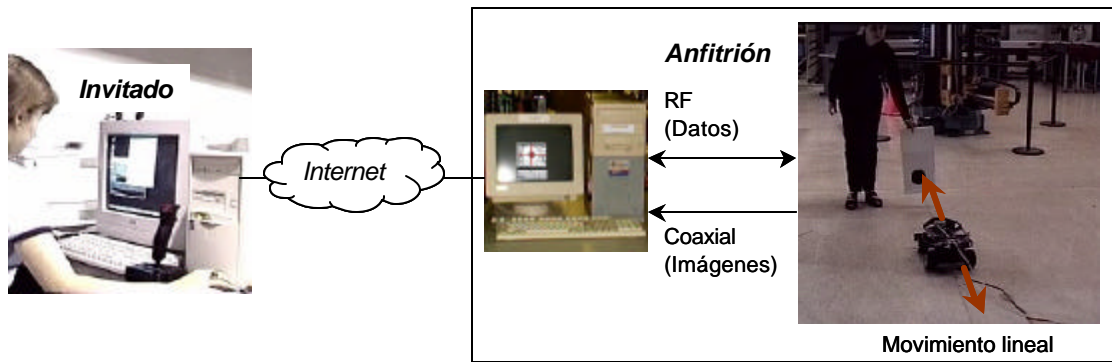
#### 4. Operación Autónoma

El ejercicio realizado para la operación autónoma, consiste en el seguimiento de una marca artificial con consignas de velocidad y sentido como se muestra en la figura 4; en este ejercicio no se modificó la dirección; se utilizó la visión como la principal forma de percepción.



**Figura 4.** Modelo general del comportamiento autónomo para el seguimiento de una marca artificial con consignas de velocidad y sentido

El control del *Vehículo* en la operación autónoma utiliza un lazo de control cerrado, el *Controlador Anfitrión* cierra el lazo de control y el usuario sólo actúa como supervisor; la retroalimentación recibida por el usuario es la imagen procesada por el *Controlador Anfitrión* y las instrucciones enviadas al *Vehículo*. Durante la operación autónoma se controla el avance y retroceso del *Vehículo*, como se muestra en la figura 5, por lo tanto es necesario que la marca se encuentre visible dentro de la imagen al iniciar esta forma de operación.



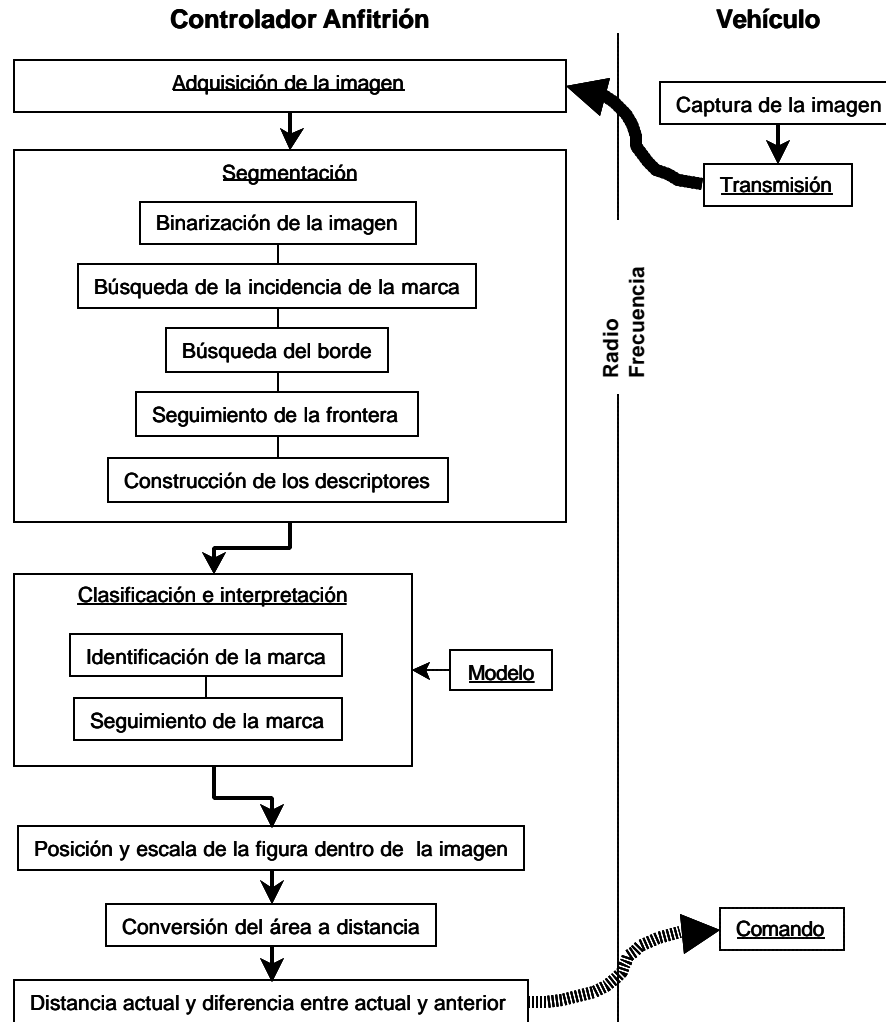
**Figura 5.** Descripción del funcionamiento del Sistema Autónomo. El usuario supervisa la operación del *Vehículo* utilizando la información recibida del espacio de trabajo.

Se desarrolló un método para reconocer figuras geométricas. El método tiene como entrada la imagen de la cámara que está sobre el *Vehículo* y proporciona la posición y la escala de la figura dentro de la imagen; el *Controlador Anfitrión* se encarga de ejecutar todas las etapas de captura y procesamiento de la imagen, mostradas en la figura 6.

El primer paso para analizar una imagen, consiste en segmentar la imagen para extraer un conjunto de características que faciliten el reconocimiento de los objetos segmentados, así como la información relacionada con su ubicación (posición y orientación) dentro de la imagen. La segmentación comienza con la binarización [12], cuyo objetivo es establecer el umbral de corte  $T$  que divida en dos grupos los píxeles que son totalmente blancos de los que son totalmente negros, de esa forma se separan los píxeles del fondo de los píxeles del objeto. Se usará el histograma, como la herramienta para calcular el umbral ideal  $T$ .

Una vez que se tiene la imagen en blanco y negro, el siguiente paso es buscar la incidencia de la marca, para lo que se escoge de forma aleatoria un píxel dentro de la marca y si no es negro, se escoge otro hasta que se encuentre un píxel negro. Cuando se tiene un píxel del objeto, el siguiente paso es avanzar hasta llegar a un punto de la frontera del objeto; la cadena de Freeman se utiliza para describir el contorno de un objeto; en este caso se utiliza vecindad 8, por lo que se consideran todos los vecinos como parte del vecindario. Los códigos de cadena son usados para representar un borde por una secuencia conectada de segmentos de línea recta de longitud y dirección específica [13].

Como la imagen analizada está en un plano, el conjunto de descripción, debe presentar invarianza respecto a cambios de posición, rotación y escalamiento de los objetos analizados. Los momentos estadísticos ayudan a conocer el centro, la extensión, y la forma del objeto que estamos midiendo, en este caso, las medidas son estadísticas de los píxel y sus posiciones. Recorriendo la frontera se encuentran todos los momentos de todos los órdenes [14].



**Figura 6.** Módulo de captura y procesamiento de la imagen: este módulo nos permite obtener la distancia actual de la marca a partir de la imagen recibida.

La conversión del área a distancia es la última etapa del módulo de captura y procesamiento; cada punto de la marca es proyectado a una superficie sobre una línea a través del punto focal, la superficie de proyección es un plano, según se muestra en la figura 7.

Utilizando la igualdad de triángulos, se relacionan el área real de la marca ( $A_R$ ) con el área de la marca en la imagen obtenida por el reconocedor ( $A_I$ ), en función de la distancia real entre la marca y el punto focal ( $D$ ) relativo a la distancia que ve la cámara ( $d$ ) [11].

$$\frac{A_I}{d^2} = \frac{A_R}{D^2} \quad (1)$$

Como podemos ver en la figura 7,  $A_I$  es el área de la imagen que ve la cámara,  $d$  es la distancia entre el punto focal y la imagen,  $A_R$  es el área real de la marca,  $D$  es la distancia real entre la cámara y la marca; entonces, para fijar la distancia a la cual el *Vehículo* se mantiene de la marca, a partir del área obtenida por el reconocedor, se despeja

$$D^2 = \frac{A_R}{A_I d^2} \quad (2)$$

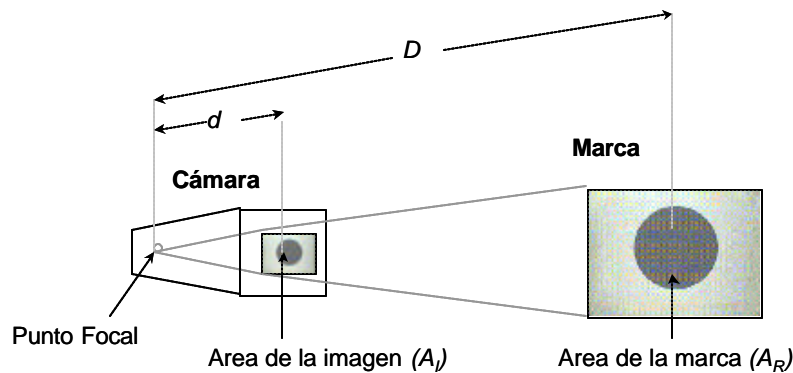
Considerando una constante de escala  $S$  que depende de la figura a utilizar y es calculada mediante experimentación (colocando la marca a una distancia conocida y realizando medidas hasta obtener un valor estadístico satisfactorio),

$$S = \frac{\sqrt{A_R}}{d} \quad (3)$$

Finalmente, la siguiente relación calcula la distancia real entre el *Vehículo* y la marca ( $D$ ), conociendo solamente el área obtenida por el reconocedor,

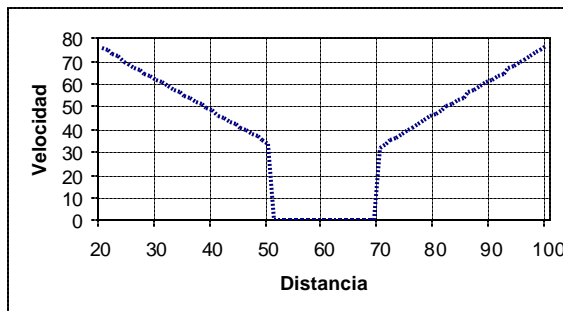
$$D = \frac{S}{\sqrt{A_I}} \quad (4)$$

La distancia real entre el *Vehículo* y la marca es transmitida a la etapa de control.



**Figura 7.** Conversión del área de la marca a distancia utilizando el valor real de la imagen y el área obtenida de la imagen recibida

A la entrada del controlador se tiene la distancia actual entre el *Vehículo* y la marca ( $d$ ) y la diferencia entre la distancia actual y anterior ( $Dd$ ), y a la salida se obtiene la velocidad ( $v$ ) y sentido.



$$\left. \begin{aligned} v &= 104 - 1.4d \\ v &= 0 \\ v &= -73 + 1.5d \end{aligned} \right\} \begin{aligned} 20 \leq d \leq 50 \\ 50 < d < 70 \\ 70 \leq d \leq 100 \end{aligned}$$

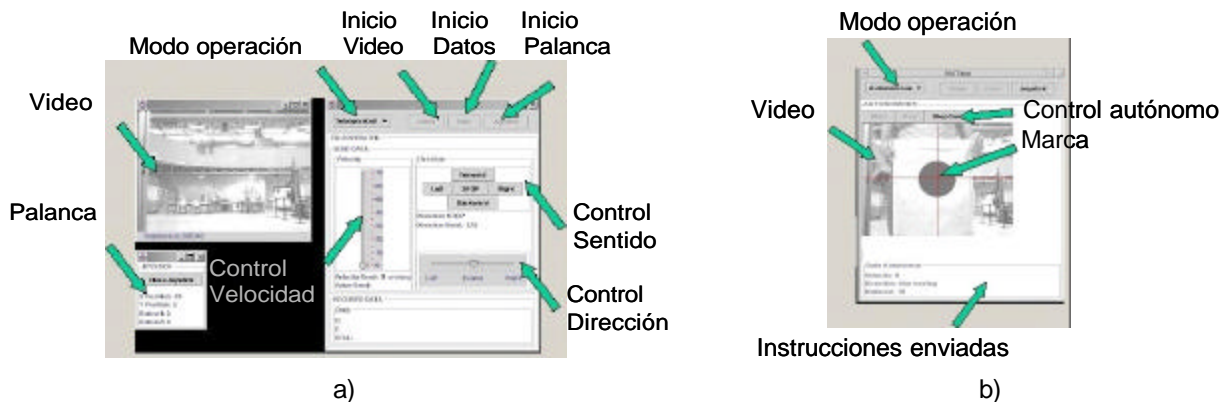
**Figura 8.** Controlador lineal de velocidad obtenido.

Como se muestra en la figura 8 se estableció un umbral de los 50 a los 70 cm. donde el *Vehículo* permanece detenido; si la distancia es menor que el umbral, se considera que el *Vehículo* está muy cerca, por lo que debe retroceder; si es mayor, el *Vehículo* está muy lejos por lo que se debe acercar. Las ecuaciones del controlador se obtuvieron experimentalmente [11].

## 5. Implementación y Resultados

La primera etapa del proceso para controlar remotamente el *Vehículo* es la captura de una imagen digital, para lo cual se necesita un sensor de imágenes y la posibilidad de digitalizar la señal producida por el sensor; digitalizar es el proceso de convertir una imagen de su forma original a la forma digital. La cámara que se encuentra sobre el *Vehículo* toma una imagen que es transmitida al *Controlador Anfitrión* de forma analógica utilizando un cable coaxial, el *Controlador Anfitrión* recibe la imagen y por medio de una tarjeta de video convierte la imagen recibida en formato NTSC en una imagen digital, para procesarla; el tipo de imagen utilizada es "raw data" debido a que no tiene compresión, de 320x240 píxeles y cuenta con 256 niveles de gris.

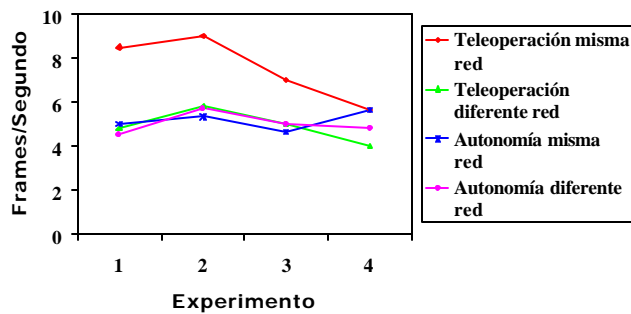
En la figura 9 a) se muestra la pantalla con la que cuenta el *Invitado* para teleoperar al *Vehículo*. Esta pantalla consta de dos ventanas: la primera ventana muestra las imágenes en tiempo real, de la cámara que se encuentra sobre el vehículo; la segunda ventana, es la ventana de control la cual está compuesta de tres partes principales: la barra de opciones, el panel de control y el panel de retroalimentación; si el usuario desea usar la palanca de mando, aparece una ventana adicional donde se muestra la posición y el estado de los botones. En la figura 9 b) se muestra la interfaz que tiene el *Invitado* en la operación autónoma. La ventana de control está dividida en tres partes: la barra de opciones, el panel de imágenes y el panel de retroalimentación.



**Figura 9.** Interfaces utilizadas por el *Invitado* para la teleoperación a) y operación autónoma b).

Durante la operación autónoma, la transmisión de datos del *Controlador Anfitrión* al *Vehículo* es en un sentido, a través de RF, mientras que en la teleoperación, se utiliza un canal bidireccional del tipo "half-duplex"; por lo tanto se requiere optimizar el uso del canal de comunicación, minimizando los tiempos de ocio en el canal donde no hay transferencia de información; además, se requiere evitar que ambos lados de comunicación soliciten enviar la información al mismo tiempo, ya que si esto ocurriera, se perdería toda la información. Para resolver este problema, se le dio prioridad a la transmisión de instrucciones del *Controlador Anfitrión* al *Vehículo* por lo que el *Vehículo* sólo manda datos en modo síncrono cuando se le solicite [11].

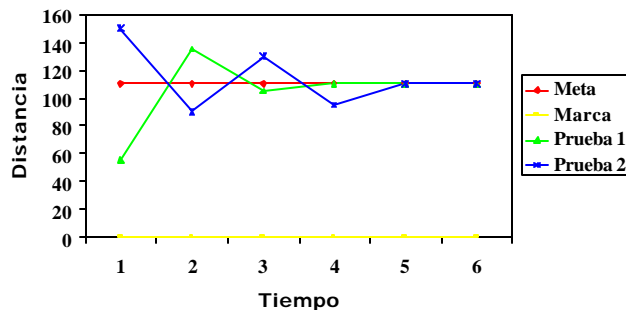
Con el propósito de probar la eficiencia del sistema se midió la cantidad de imágenes que recibe el cliente al utilizar el sistema. En todos los experimentos realizados se consideraron imágenes en niveles de gris de tamaño 320x240 píxeles; se probó la ejecución del sistema en la red local y en la red de Informática. En la figura 10 se muestran los valores promedio de cuadros por segundo obtenidos utilizando RMI para la teleoperación y para la operación autónoma; dentro de la red de Informática se obtuvieron en promedio 4.9 cuadros / segundo para la teleoperación y 5.05 cuadros / segundo para la operación autónoma.



Experimento	Frecuencia (Cuadros / Segundo)			
	1	2	3	4
Hora	8:00	14:00	18:00	22:00
Teleoperación misma red	8.5	9	7	5.6
Teleoperación diferente red	4.8	5.8	5	4
Autonomía misma red	5	5.3	4.6	5.6
Autonomía diferente red	4.5	5.7	5.2	4.8

**Figura 10.** Cantidad de cuadros por segundo recibidos durante la teleoperación y en la operación autónoma.

Para medir la eficiencia del controlador y comprobar que el controlador se estabiliza en un valor determinado y no oscila indefinidamente, se realizó un experimento colocando la marca fija. Se comprobó que el controlador utilizado sitúa al *Vehículo* a la distancia deseada, después de una ligera oscilación; el problema del retraso de la imagen hace que el *Vehículo* oscile ligeramente debido a que ve la imagen más lejos de la distancia establecida y avanza; sin embargo, cuando recibe la siguiente imagen, ya está más cerca por lo que tiene que retroceder antes de detenerse. En la figura 11 se muestran los resultados obtenidos experimentalmente, considerando que la marca se encuentra fija.



Tiempo	Distancia con marca fija cerca del Vehículo	Distancia con marca fija lejos del Vehículo
1	55	150
2	135	90
3	105	130
4	110	95
5	110	110

**Figura 11.** Resultados de la oscilación del controlador. La Prueba 1 se realizó colocando la marca fija cerca del *Vehículo*, mientras que durante la Prueba 2 la marca se encuentra fija lejos del *Vehículo*; en ambos casos el *Vehículo* se detuvo en el punto deseado.

#### 4. Conclusiones

Con este trabajo se construyó un sistema básico, en el que se manejan todos los aspectos necesarios para que cualquier clase de vehículo pueda ser controlado a distancia; se muestra el desarrollo de un modelo para el control a distancia de un *Vehículo* con dos formas de operación: teleoperado o autónomo, las cuales pueden ser conmutadas durante la ejecución, de acuerdo a la actividad que el *Invitado* pretenda realizar. De acuerdo a los experimentos realizados, se demostró que la cantidad de imágenes y datos transmitidos, resultan suficientes para poder controlar el *Vehículo* a distancia, en ambos modos de operación.

#### 5. Referencias

- [1] Gordillo J.L., López I., Olvera M., Cantú A., Berzunza J.L., Mora P.: "Reporte del estudio de factibilidad de un vehículo controlado a distancia que actualice la topografía de la mina", Centro de Inteligencia Artificial del ITESM, URL. <http://renoir.mty.itesm.mx/~gordillo/VA/> Noviembre 1998.
- [2] Crane C. "Autonomous Vehicle Development". Center for Intelligent Machines and Robotics (CIMAR), Department of Mechanical Engineering, University of Florida. Marzo 2002. URL. <http://www.me.ufl.edu/CIMAR/>
- [3] Fong T., Thorpe C. "Vehicle Teleoperation Interfaces". *Autonomous Robot*, Vol. .11(1), Julio 2001. URL. <http://vrai-group.epfl.ch/papers/AR01-INTRO-TF.pdf>
- [4] Fernández J. "JuniorR" Departamento de Ingeniería de sistemas y Automática, Universidad de Málaga. Noviembre 1997. URL. <http://www.isa.uma.es/personal/jafma/junior.htm>
- [5] Murphy K., Juberts M., Legowik S., Nashman M., Schneiderman H., Scott H., Szabo S. "Ground Vehicle Control at NIST: from Teleoperation to Autonomy". Robot System Division. National Institute of Standards and Technology. Seventh Annual Space Operations, Applications, and Research Symposium, Agosto 1993 URL. <http://www.isd.mel.nist.gov/documents/murphy/soar.pdf>
- [6] Lumia R., Albus J. "An architecture to support teleoperation and autonomy". Robot System Division. National Institute of Standards and Technology, IEEE Trans. Syst., Man Cybernet. Octubre 1987 URL. [http://www.isd.mel.nist.gov/documents/lumia/Loc\\_75.pdf](http://www.isd.mel.nist.gov/documents/lumia/Loc_75.pdf) .
- [7] Jokelainen J. "Telerobotics using Internet". Information and Computer Systems in Automation, Helsinki University of Technology, Julio 1998. URL. <http://www.hut.fi/Yksikot/Auttieto/rap1/pre7/Jokelain.html>
- [8] Burdea G. "Virtual Reality and Robotics" , Handbook of industrial robotics, 325-333. 1999.
- [9] Virtej I. "Process monitoring and control-distributed technologies in automation". Information and Computer Systems in Automation, Helsinki University of Technology, Julio 1999. URL. <http://www.hut.fi/Yksikot/Auttieto/rap2/virtej/virtej.htm>
- [10] Palacios G. "Control de dirección de un vehículo autónomo". Tesis de Maestría. ITESM Campus Monterrey, 2000.
- [11] Cantú A. "Modelo de comunicación para la teleoperación y ejecución autónoma de tareas en un vehículo". Tesis de Maestría. ITESM Campus Monterrey, 2001.
- [12] N. Otsu. "A threshold selection method from gray-level histogram", IEEE Trans. Syst., Man Cybernet. 9(1):62-66, 1979.
- [13] González R., Woods R. "Tratamiento digital de imágenes". 1ª Edición, Addison-Wesley. 1996.
- [14] Gauthier A., Duque J.C., Camargo J.A., "Algunas realizaciones en el campo de la visión artificial", IV Congreso Latinoamericano de Control Automático. Puebla, México, 1990.

## RoboCup: El reto

María de los Angeles Junco Rey Ricardo Swain Oropeza  
Alejandro Aceves López Jorge Ramírez Uresti  
{ajunco, rwain, aaveces, juresti} @campus.cem.itesm.mx  
Tecnológico de Monterrey Campus Estado de México

### Introducción

RoboCup (originalmente llamado *Robot World Cup Initiative*) es una iniciativa internacional de investigación y educación. Con la finalidad de promover la investigación en robótica y la inteligencia artificial (IA) se provee un problema estándar en donde una amplia gama de tecnologías pueden integrarse y examinarse, así como utilizarse en proyectos educativos.

Con este propósito, RoboCup escogió el juego de soccer como el dominio de prueba y organiza **RoboCup** que consiste en una copa mundial de juegos de soccer robotizados y un ciclo de conferencias.

Ahora bien, para conseguir que un equipo de robots pueda jugar soccer es necesario incorporar varias tecnologías: agentes autónomos, colaboración en multiagentes, adquisición de estrategias, razonamiento a tiempo real, robótica y visión, entre otras.



# MODELADO Y CARACTERIZACIÓN EN DOS DIMENSIONES DE AMBIENTES POLIGONALES UTILIZANDO DOS SONARES MEDIANTE TIEMPO DE VUELO Y TRIANGULACIÓN

Carlos Albores Borja\*

José Luis Gordillo Moscoso\*\*

Joaquín Gutiérrez Jagüey\*\*\*

Se describe un método para la medición y caracterización de superficies mediante dos sonares, el cual utiliza simultáneamente las técnicas de tiempo de vuelo y de triangulación. Este método utiliza una configuración de un sonar transmisor con dos sonares receptores, lo cual permite caracterizar las lecturas obtenidas en esquinas cóncavas, esquinas convexas, superficies planas (*planos*) y discrimina aquellas no clasificadas. Además, se propone una técnica para el modelado en dos dimensiones de un medio ambiente a partir de una secuencia de lecturas previamente caracterizadas. Finalmente, resultados experimentales sobre un ambiente de pruebas son presentados; los experimentos son realizados con un sistema de dos sonares que utiliza la técnica propuesta.

Palabras Clave: Sonares, mapeo de ambientes, TOF, *Time-Of-Flight*.

## 1. Introducción

Los sonares<sup>1</sup> son dispositivos ultrasónicos usados frecuentemente en la navegación de vehículos autónomos o robots [1, 2], ya que representan una opción barata y confiable para medir distancias y detectar obstáculos dentro de ambientes; la estrategia más utilizada con sonares es la medición por tiempo de vuelo (TOF, *Time-Of-Flight*), que consiste en medir el tiempo de ida y vuelta de la señal ultrasónica al reflejarse con un objeto. Aunque la medición por TOF es simple y precisa, su interpretación es difícil y tiende a apreciaciones incorrectas. Un ejemplo de los resultados obtenidos por una secuencia de lecturas con un sistema giratorio de sonares (barrido rotacional de 360°) se muestra en la figura 1. Se observa que algunas superficies no son detectadas adecuadamente, principalmente en las esquinas y en ciertas partes de los planos del ambiente.

Este artículo describe un método de cálculo de distancias que utiliza dos sonares simultáneamente con la configuración conmutada de un transmisor con dos receptores, y la técnica TOF; de tal forma que, al triangular, se consiga información complementaria a la que provee la técnica TOF, para clasificar los puntos en esquinas cóncavas, esquinas convexas, *planos* o puntos no clasificables. También se describe en este artículo un método para la modelación en dos dimensiones de ambientes a partir de barridos cuyos puntos son caracterizados previamente.

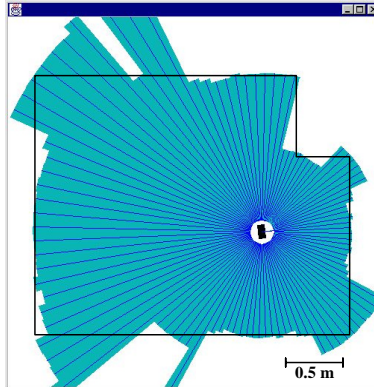
Los ambientes de interés en esta investigación son poligonales con ángulos rectos, principalmente. Por lo tanto, para validar la teoría descrita en este artículo, se considerarán configuraciones compuestas por las estructuras anteriormente mencionadas. Un ambiente poligonal está formado por superficies planas (*planos*); a la intersección de dos planos se le denomina esquina, y dependiendo del ángulo de estos dos planos, medidos desde el interior del ambiente, las esquinas se clasifican en: *cóncavas* (ángulo menor a 180°) y *convexas* (ángulo mayor a 180°).

\* M.C. Carlos Albores Borja, Doctorado en Inteligencia Artificial, ITESM Campus Monterrey, calbores@cia.mty.itesm.mx

\*\* Dr. José Luis Gordillo Moscoso, Centro de Sistemas Inteligentes, ITESM Campus Monterrey, gordillo@campus.mty.itesm.mx

\*\*\* Ing. Joaquín Gutiérrez Jagüey, Doctorado en Inteligencia Artificial, ITESM Campus Monterrey, joaquin@cia.mty.itesm.mx

<sup>1</sup> Sonar es un acrónimo en inglés de “*SOund NAVigation and Ranging*”.



**Figura 1.** Barrido de un sonar; con líneas negras se sobrepone el ambiente real para efectos de comparación.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: En la Sección 2 se hace referencia a trabajos pasados, se describe la técnica de un transmisor con dos receptores y se analizan los casos de interés para esta investigación. En la Sección 3 se describe el método de modelado de ambientes. La Sección 4 muestra algunos experimentos realizados y sus resultados. Por último, la Sección 5 presenta las conclusiones de este trabajo.

## 2. Percepción del medio ambiente con sonares

Desde las primeras investigaciones para percibir el entorno de robots móviles y vehículos autónomos, los sonares, utilizando tiempo de vuelo (TOF), se presentaron como una buena alternativa debido a su precio y fácil manejo [1, 2]. Sin embargo, las experiencias iniciales indicaban que la técnica TOF, aplicada a esta tarea, presentaba varios problemas: los objetos que están presentes no siempre son detectados y las lecturas producidas por TOF no siempre corresponden a la distancia real a la que se encuentran los objetos. Como consecuencia de estos problemas, los sonares fueron abandonados como medio único de navegación [3]. Aún así, trabajos recientes han demostrado que los sonares sí pueden usarse para la construcción de imágenes de superficies ambientales, utilizando variantes de la técnica original. Dichas variantes se caracterizan principalmente por incrementar el número de sonares receptores para cada disparo de un sonar transmisor, lo cual permite mediciones más confiables, y, por lo tanto, una mejor representación del ambiente procesado [4, 5]. Estas investigaciones probaron diferentes cantidades de sonares receptores por sonar transmisor, se han probado 3, 4 y hasta 5 transductores [5, 4, 6]. Los transductores utilizados como transmisores son activados uno por uno, y nunca al mismo tiempo. Los métodos anteriores se basan en la redundancia de información que se obtiene después de activar todos los sensores de transmisión [4, 7]. En [8] se describe un sistema de localización capaz de diferenciar entre objetos con un mínimo de dos transmisores y dos receptores. Para esta configuración se utilizan tres sonares: un sonar sirve exclusivamente como transmisor, otro sirve exclusivamente como receptor, mientras que el tercero tiene función de transmisor/receptor.

El ambiente donde operan los sonares se modela como una sección de un plano horizontal de dos dimensiones con elementos poligonales y los barridos del sonar se realizan sobre este plano. Este modelo es generalmente suficiente para aproximar la mayoría de los ambientes del mundo real generados por el hombre [3].

Las superficies que producen ecos pueden ser reflejantes o difractantes dependiendo de si sus dimensiones son más largas o más cortas que la longitud de onda producida por el sonar, respectivamente. Las superficies reflejantes rebotan la señal con base en la ley de reflexión, dando origen a la reflexión especular; los *planos* y las *esquinas cóncavas* entran en esta categoría. En cambio, las superficies difractantes rebotan la señal en todas direcciones de forma similar a la reflexión difusa. En esta categoría se incluyen las *esquinas convexas*, definidas por los bordes de las superficies. En este tipo de superficies la señal de eco pierde mucha fuerza.

## 2.1. Metodología propuesta: un transmisor con dos receptores

En este trabajo se propone el uso de la técnica de un transmisor / dos receptores con sólo dos sonares, para obtener medidas más confiables por medio de la triangulación, como se describe en la figura 2(a). Así, se cuenta con dos sonares  $T_1$  y  $T_2$  separados por una distancia  $b$ . Primero transmite un sonar ( $T_1$ ) y reciben ambos sonares ( $T_1$  y  $T_2$ ), obteniendo así dos mediciones  $r_{1\ 1}$  y  $r_{1\ 2}$ . Enseguida transmite  $T_2$  y reciben ambos sonares, obteniendo otras dos mediciones  $r_{2\ 1}$  y  $r_{2\ 2}$ ; por lo tanto, el esquema propuesto de un transmisor con dos receptores obtiene cuatro mediciones para el cálculo de la distancia entre el objeto y los sonares, lo cual ayuda a discriminar el efecto que producen, en las mediciones, los objetos planos, cóncavos o convexos, como son las *esquinas cóncavas* y las *esquinas convexas*, respectivamente.

A continuación, se analizan estas mediciones en diferentes superficies, en el siguiente orden: *plano*, *esquina cóncava* y *esquina convexa*, para encontrar características que ayuden a clasificar dichas superficies. Para distinguir los tres tipos de superficies (*plano*, *esquina cóncava* y *esquina convexa*) se analizará la suma:  $r_{1\ 2} + r_{2\ 1} - (r_{1\ 1} + r_{2\ 2})$ , que corresponde a la suma de las distancias cruzadas (el transmisor es diferente al receptor), menos las distancias directas (el transmisor es el mismo que el receptor). Además, en cada caso se encontrará  $a$  (distancia del centro del arreglo de sonares a la superficie analizada) y el ángulo  $\phi$ ; estos valores son los más precisos que se puede obtener con las medidas generadas por los sonares, como se ilustra en la figura 2(a). Una descripción más detallada de la obtención de las formulas se encuentra en [9]. Para que los cálculos tengan validez se presupone que  $r_{1\ 2} = r_{2\ 1}$  ya que en un ambiente que no cambia en el tiempo, y en el que cada sonar se encuentra dentro del rango de la señal del otro, las distancias cruzadas deben ser las mismas.

Por último, es importante notar que se utiliza el reflejo de los sonares[8] para facilitar el análisis del *plano* y la *esquina cóncava*. En la figura 2(a) se observa la medición de los reflejos de los sonares, con el fin de hacer más claro el análisis; en ella se ilustran las distancias  $r_{i\ j}$  que representan la distancia obtenida del sonar  $T_i$  al reflejo del sonar  $T_j$  ( $T'_j$ ); por ejemplo,  $r_{1\ 1}$  va de  $T_1$  a  $T'_1$ .

Además, en la figura 2 se observan las siguientes variables:

$b$ : distancia de  $T_1$  a  $T_2$ ;  $b = |\mathbf{b}|$ , en donde  $\mathbf{b} = \overline{T_2 T_1}$ .

$a$ : distancia entre el punto medio de  $\mathbf{b}$  y el *plano*;  $a = |\mathbf{a}|$ , en donde  $\mathbf{a}$  es el vector que va del punto medio de  $\mathbf{b}$  al plano.

$r_{i\ j}$ : distancia entre  $T_i$  y  $T'_j$ ;  $r_{i\ j} = |\mathbf{r}_{i\ j}|$ , en donde  $\mathbf{r}_{i\ j} = \overline{T_i T'_j}$ .

$\alpha_1$ : ángulo de  $\mathbf{r}_{1\ 1}$  con respecto a la perpendicular de  $\mathbf{b}$ .

$\alpha_2$ : ángulo de  $\mathbf{r}_{1\ 2}$  con respecto a la perpendicular de  $\mathbf{b}$ .

$\beta$ : ángulo de  $\mathbf{r}_{1\ 2}$  con respecto a  $\mathbf{r}_{1\ 1}$ .

$\phi$ : ángulo de  $\mathbf{a}$  con respecto a la perpendicular de  $\mathbf{b}$ .

$\gamma_1$ : ángulo de  $\mathbf{r}_{2\ 1}$  con respecto a  $\mathbf{b}$

$\gamma_2$ : ángulo de  $-\mathbf{b}$  con respecto a  $\mathbf{r}_{1\ 2}$

A partir de estos valores se deducirán  $a$ ,  $\phi$  y la suma  $r_{1\ 2} + r_{2\ 1} - (r_{1\ 1} + r_{2\ 2})$ , en cada caso.

**Plano:** De acuerdo con la figura 2(a) se obtienen las siguientes medidas:

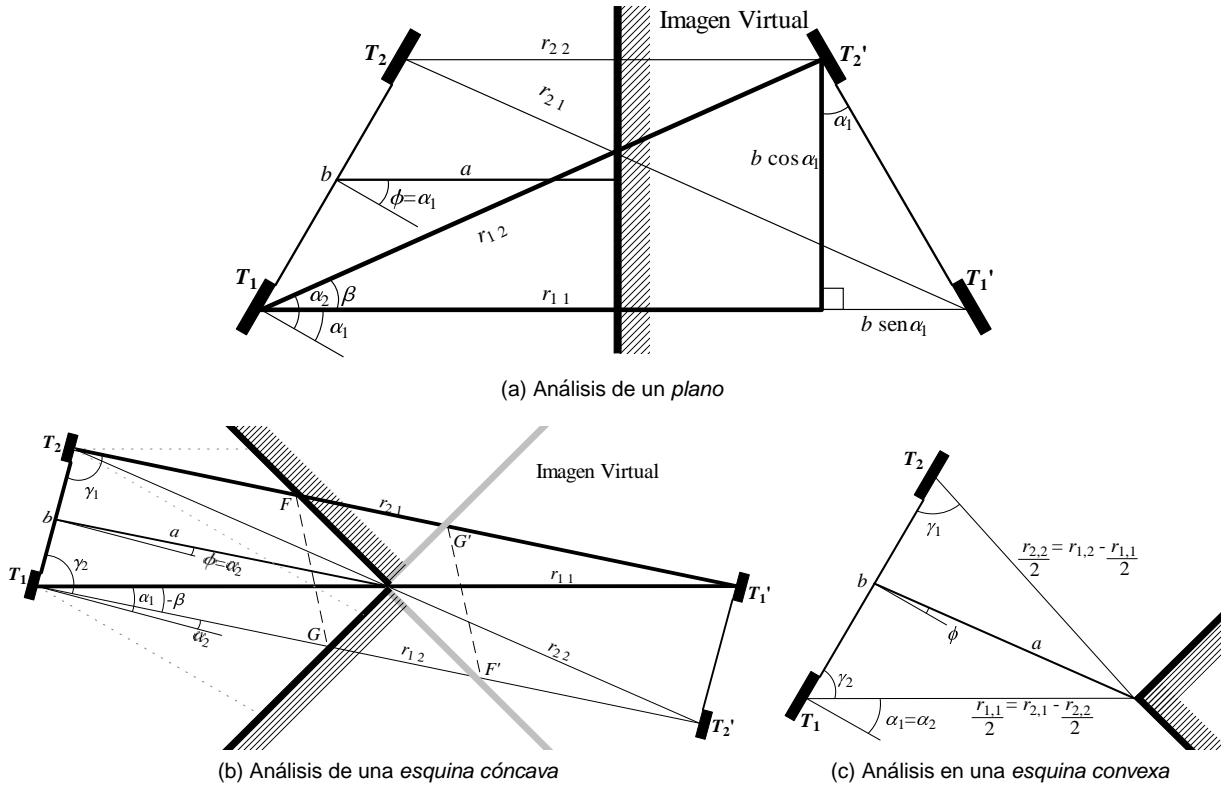
$$r_{1\ 1} + r_{2\ 2} = 4a \quad (1)$$

del triángulo rectángulo de la figura formado por  $r_{1\ 2}$  y  $b \cos \alpha_1$  se puede demostrar que su base es igual a  $2a$ . Ahora, para determinar la diferencia entre  $r_{1\ 2} + r_{2\ 1} - (r_{1\ 1} + r_{2\ 2})$ , primero se deduce,

$$r_{1\ 1} = b \sen \alpha_1 + 2a \quad (2)$$

del triángulo rectángulo arriba mencionado se obtiene:

$$r_{1\ 2} = r_{2\ 1} = \sqrt{4a^2 + b^2 \cos^2 \alpha_1} \quad (3)$$



**Figura 2.** Análisis en un *plano*, una *esquina cóncava* y una *esquina convexa*. En (a) y (b) Se ilustra el reflejo de los sonares sobre la pared creando  $T_1'$  y  $T_2'$ . También se observan las cuatro distancias  $r$  buscadas, en donde  $r_{12} + r_{21} > (r_{11} + r_{22})$  en (a),  $r_{12} + r_{21} < (r_{11} + r_{22})$  en (b), y  $r_{12} + r_{21} = r_{11} + r_{22}$  en (c) (Basado en [8]).

sumando las distancias cruzadas, y haciendo ciertas consideraciones,

$$r_{12} + r_{21} = 2\sqrt{4a^2 + b^2 \cos^2 \alpha_1} \approx 4a \left( 1 + \frac{b^2 \cos^2 \alpha_1}{8a^2} \right) \quad (4)$$

haciendo algunas operaciones se obtiene la resta de interés,

$$r_{12} + r_{21} - (r_{11} + r_{22}) \approx \frac{b^2 \cos^2 \alpha_1}{2a} \quad (5)$$

por último,  $\phi$  se obtiene fácilmente, ya que es igual al ángulo  $\alpha_1$ ,

$$\alpha_1 = \text{sen}^{-1} \left( \frac{r_{11} - r_{22}}{2b} \right) \quad (6)$$

Como se observa claramente en la ecuación 5, el resultado es siempre positivo y varía de acuerdo a  $a$  y  $\alpha_1$ , ya que  $b$  permanece constante una vez definida.

**Esquina cóncava:** Para este análisis se hará referencia a la figura 2(b). La definición de la distancia  $a$  cambia con respecto a la presentada en la sección anterior, ya que ahora  $a$  es la distancia del centro de  $b$  al vértice de la esquina. Cabe señalar que, para que el análisis tenga validez, el ángulo de la esquina debe ser de  $90^\circ$ . En la figura 2(b) se realiza un ejercicio de reflejo similar al efectuado sobre el *plano*. Igual que para el caso anterior, se obtendrá  $a$ ,  $\phi$  y la suma  $r_{12} + r_{21} - (r_{11} + r_{22})$ . Así, tratándose de un

paralelogramo,  $a$  queda definida

$$r_{12} + r_{21} = 4a \quad (7)$$

$$r_{12} = r_{21} = 2a \quad (8)$$

del triángulo que forma  $b$ ,  $r_{11}$  y  $r_{21}$ , y haciendo uso de la ley de los cosenos,

$$r_{11} = \sqrt{r_{21}^2 + b^2 - 2r_{21}b \cos \gamma_1} \quad (9)$$

de la figura se obtiene que  $\gamma_1 = \frac{\pi}{2} + \alpha_2$ ; cambiando de variable en (9) y usando las siguientes identidades:  $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\sin \alpha$  y  $r_{21} = 2a$ ,

$$r_{11} = \sqrt{r_{21}^2 + b^2 - 2r_{21}b \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha_2\right)} \approx 2a + \frac{b^2}{4a} + b \sin \alpha_2 \quad (10)$$

Del mismo modo se puede demostrar que:

$$r_{22} \approx 2a + \frac{b^2}{4a} - b \sin \alpha_2 \quad (11)$$

al sumar  $r_{12} + r_{21} - (r_{11} + r_{22})$ , el resultado se aproxima a:

$$4a - \left(2a + \frac{b^2}{4a} + b \sin \alpha_2\right) - \left(2a + \frac{b^2}{4a} - b \sin \alpha_2\right) \approx -\frac{b^2}{2a} \quad (12)$$

De acuerdo con la ecuación anterior (12), el resultado de la suma para las *esquinas cóncavas* siempre es negativo y sólo varía de acuerdo a  $a$ . Por último, en la figura 2(b) se observa que  $\phi = \alpha_2$ .

No es posible realizar una generalización para *esquinas cóncavas* cuyo ángulo es diferente de  $90^\circ$  usando el análisis aquí descrito, ya que no es válido utilizar el reflejo de los sonares en otro caso.

**Esquina convexa:** El análisis correspondiente a las *esquinas convexas* estará apoyado en la figura 2(c). En este caso, no es posible realizar el reflejo o imagen virtual, ya que no se conservan las distancias al reflejarse. Entonces, al no haber imagen virtual, las distancias que se observan en la figura sólo representan la mitad de las mediciones  $r_{11}$  y  $r_{22}$ .

En las *esquinas convexas* es posible demostrar que la suma:

$$r_{12} + r_{21} - (r_{11} + r_{22}) = 0 \quad (13)$$

lo cual se puede comprobar en [9]. Por último,  $a$  y  $\phi$  se obtienen gracias a la regla de los cosenos, sobre el triángulo formado por  $\frac{r_{22}}{2}$ ,  $\frac{b}{2}$  y  $a$ ,

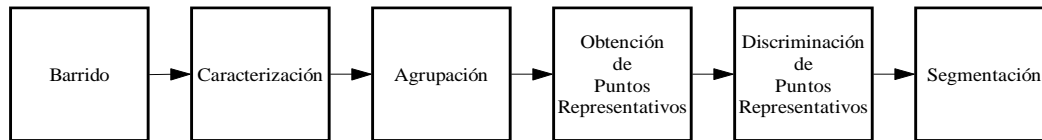
$$a = \sqrt{\left(\frac{r_{22}}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2 - \frac{r_{22}b}{2} \cos \gamma_1} \quad (14)$$

$$\phi = \frac{\pi}{2} - \cos^{-1}\left(\frac{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + a^2 - \left(\frac{r_{22}}{2}\right)^2}{ab}\right) \quad (15)$$

### 3. Análisis de los datos caracterizados

Después de obtener los datos a través de un barrido, se procede a su análisis. Este proceso se ilustra en la figura 3.

Como se mencionó anteriormente, la información de un barrido se caracteriza en *planos*, *esquinas cóncavas*, *esquinas convexas* y puntos no clasificables. Un ejemplo de una caracterización de un barrido se ilustra en la figura 4(a). Al caracterizar, el sistema ayuda a disminuir los problemas que tienen los sonares, ya que discrimina aquellas lecturas que no son confiables (en la que uno o ambos sonares no detectaron correctamente la superficie a medir), y encuentra con mayor exactitud las *esquinas convexas*, *esquinas*



**Figura 3.** Etapas para el análisis de los datos

*cóncavas* y *planos* del ambiente a medir, por lo que un mapeo en dos dimensiones del ambiente resulta más sencillo.

Posterior a la caracterización se procede a la agrupación de las lecturas clasificadas, las cuales se asocian de acuerdo a su posición y a su tipo. Para que un grupo de lecturas sea considerado válido, se deben de cumplir los siguientes criterios:

1. Un grupo está conformado sólo por lecturas consecutivas de la misma clase (*planos*, *esquinas cóncavas* o *esquinas convexas*); las lecturas denominadas como no clasificadas no se agrupan.
2. Si dos grupos de la misma clase están separados por una sola lectura diferente a ellos, éstos se reagrupan como uno solo.
3. Aquellas lecturas alejadas un umbral determinado del promedio de la distancia  $a$  del grupo no son consideradas como parte del mismo.
4. Finalmente, sólo se consideran válidos los grupos con un mínimo de dos miembros. Los grupos de un sólo miembro no continúan el análisis, para evitar así lecturas erróneas causadas por ruido en la obtención de los datos.

El tamaño de los grupos varía de acuerdo a la cantidad de lecturas que el sistema reconoció como *esquinas cóncavas*, *esquinas convexas* y *planos*, y sus posiciones dentro del ambiente. Posterior a la agrupación de las lecturas, se obtiene el punto representativo de cada grupo, el cual es la lectura en el centro del grupo; en caso de ser un grupo con número de miembros par, se escoge uno de los dos puntos centrales. Una agrupación de lecturas y la selección de puntos representativos se muestra en la figura 4(b).

Para evitar que existan puntos representativos que se encuentren muy cercanos entre sí y generen problemas para modelar el ambiente, se realiza una discriminación de puntos representativos. Si dos o más puntos representativos se encuentran a menos de 15 cm. entre sí, se selecciona uno de los puntos y los demás puntos representativos, junto con sus respectivos grupos, pasan a formar parte del grupo del punto representativo ganador. Generalmente se selecciona el punto del grupo con más miembros. En caso de empate se le da preferencia a la *esquina cóncava*, y luego al *plano*. La discriminación de puntos representativos se muestra en la figura 4(c).

Finalmente, se realiza la segmentación del ambiente, un ejemplo de esto se muestra en la figura 4(d); para ello se generan las rectas de acuerdo a si se encuentran ciertas secuencias dentro del orden de los puntos representativos. Las secuencias que generan rectas son:

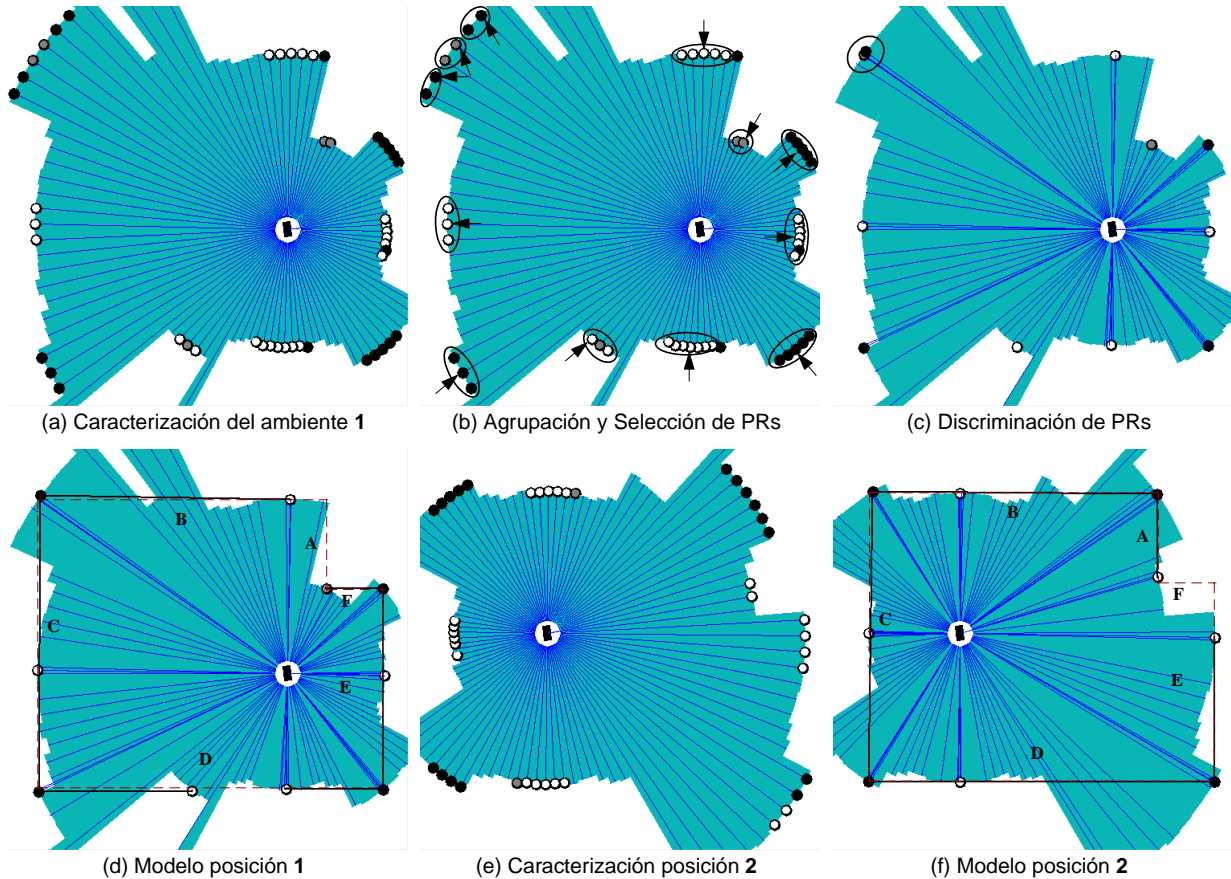
***esquina cóncava- plano:*** Genera una recta entre los puntos representativos.

***esquina cóncava - esquina convexa:*** Genera una recta entre los puntos representativos.

***esquina cóncava - plano - esquina cóncava:*** Caso particular, para *esquina cóncava - plano* y *plano - esquina cóncava*. Genera una recta entre los puntos representativos de las dos *esquinas cóncavas*, generalmente con una incidencia en el *plano* entre ellas.

#### 4. Implementación del Sistema y resultados experimentales

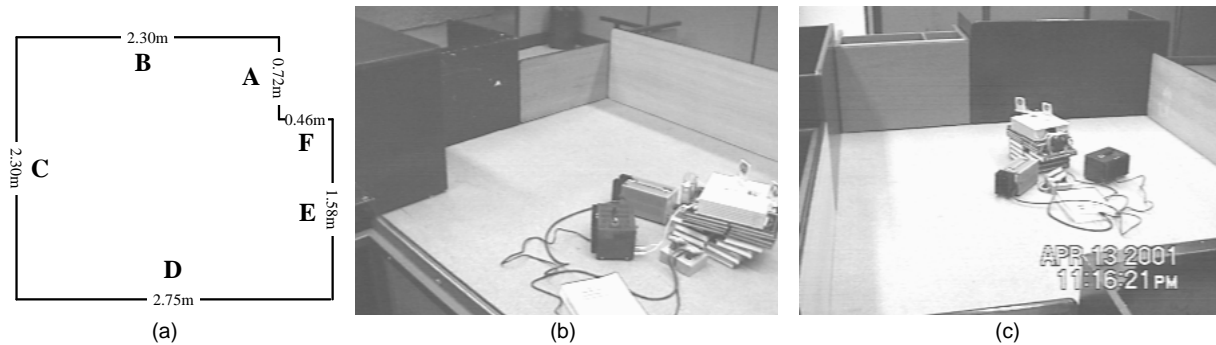
Para comprobar la teoría descrita en este artículo, se construyó un sistema que consta de un arreglo de dos sonares, un mecanismo de giro y una interfaz gráfica para visualizar, almacenar y analizar los datos obtenidos [9]. También se construyó un ambiente con las dimensiones que se muestran en la figura 5(a).



**Figura 4.** Modelado de dos barridos con sus diferentes etapas: caracterización, agrupación de puntos caracterizados, selección y discriminación de puntos representativos (PRs), y modelado del ambiente. Los círculos negros son puntos caracterizados como *esquinas cóncavas*, los blancos *planos*, y los grises *esquinas convexas*. El óvalo grande en (c) muestra los puntos representativos en conflicto. En (c), (d) y (f) se muestra la distancia  $a$  y el ángulo  $\phi$  mencionado en [9], representado por las líneas que salen del centro. Por último, en (d) y (f) se muestran los modelos finales (líneas sólidas) contra el ambiente real (líneas punteadas).

Los experimentos se realizaron en un área similar a un entorno de trabajo de un robot, donde las paredes y obstáculos se montaron con objetos seleccionados para este fin. Una vista del ambiente construido se ilustra en la figura 5. Para construir el ambiente en el cual se realizaron los experimentos se tuvieron las siguientes consideraciones: Primero, el ambiente está compuesto sólo con segmentos rectos bien definidos, los cuales tengan longitud suficiente para ser identificados (mayor a 25 cm.). Otro punto importante es que el entorno no tiene obstáculos en su interior, sólo consta de segmentos que constituyen el perímetro del mismo. Por otro lado, el ambiente está construido con un material que refleje adecuadamente la señal de los sonares, en este caso mesas y escritorios de madera. Por último, las superficies deben de ser planas y carecer de huecos, ya que, para probar la estrategia, el ambiente debe de ser simplificado al máximo, evitando contar con superficies rugosas o con cualquier clase de huecos.

Las fases experimentales son las siguientes: Primero, se obtiene la lectura del ambiente predeterminado; el sistema tarda dos minutos en obtener un barrido del ambiente. En seguida, se procesa la información y se obtiene su caracterización. Ejemplos de los resultados de este proceso se muestran en las figuras 4(a) y 4(e). Por último, se modela el ambiente para obtener un resultado final. Resultados típi-



**Figura 5.** Dimensiones y vistas del ambiente diseñado para este estudio, en la primera figura cada letra representa una recta en el ambiente.

cos se ilustran en las figuras 4(d) y 4(f). Los círculos son puntos que el sistema reconoce como *esquina cóncava*, *plano* o *esquina convexa*. Así, de acuerdo con estos puntos se lleva a cabo la segmentación del barrido del ambiente. En las figuras se observa que las *esquinas convexas* son difíciles de detectarse correctamente. Además, la línea punteada en estas figuras es un modelo exacto del ambiente original; como puede observarse, los modelos propuestos son muy parecidos al ambiente real.

En las figuras 4(d) y 4(f) el ambiente real se sobrepone para comparar los resultados. Por último, estas dos figuras junto con la figura 4(c) muestran los puntos caracterizados con la distancia  $a$  y el ángulo  $\phi$  mencionado anteriormente. Las líneas oscuras que parten del centro del barrido representan la distancia  $a$ , y el ángulo  $\phi$  es la desviación de las líneas con respecto a su ángulo en el barrido original. A los puntos no caracterizados se les asigna un valor por omisión de  $\phi = 0$ .

En los experimentos el sistema obtuvo un nivel de detección superior al 80 % en las *esquinas cóncavas* y en los *planos* (en lecturas que debieran ser caracterizadas como tales), pero sólo alcanza un nivel del 40 % en las *esquinas convexas* ya que son muy difíciles de medir debido a que el eco se difracta y la señal se debilita haciéndose imperceptible para los receptores. Sin embargo, cabe destacar que estos resultados se obtuvieron con un sólo barrido. En general, en la literatura encontramos sistemas con múltiples sonares que utilizan un sonar a la vez. Dichos sistemas realizan varios barridos en diferentes puntos del ambiente para poder caracterizarlo completamente [10], siendo incapaces de hacerlo con un sólo barrido desde un sólo punto. Por lo tanto, no hay forma de poder comparar estos sistemas con el aquí propuesto ya que es imposible utilizar algún tipo de triangulación en estos sistemas.

Cabe señalar que por características propias de los sonares, muchas lecturas no pertenecen a alguna de las tres clases anteriores. Estos puntos en la gran mayoría de los casos no son clasificados porque:

1. No cumplen con la condición de que las distancias cruzadas sean iguales ( $r_{12} = r_{21}$ ) debido a que uno o ambos sonares no se detectaron entre sí.
2. Uno de los sonares o ambos no detectaron la superficie a medir.
3. La relación de la suma de las distancias cruzadas menos las distancias directas no corresponde a ninguno de los tres casos descritos.

Cuando la lectura fue un punto no clasificado, se utiliza la menor de las cuatro mediciones obtenidas por los sonares en la visualización de los datos.

Además, en la figura 4(b), hay agrupaciones de lecturas principalmente en las *esquinas cóncavas* y *planos* del ambiente real. Esto podría ocasionar problemas al escoger cuál punto representa mejor a la *esquina cóncava* o *plano*. Pero, al utilizar el ángulo  $\phi$ , se observa cómo los puntos caracterizados convergen en las *esquinas cóncavas*, *planos* y *esquinas convexas* del ambiente real, por lo que una selección no es tan difícil.



Seg.	Long. real fig. 5(a) (m)	Posición 1 figura 4(d)		Posición 2 figura 4(f)		Or. real fig. 5(a) (x°)	Posición 1 figura 4(d)		Posición 2 figura 4(f)	
		Long. (m)	Error (m)	Long. (m)	Error (m)		Or. (x°)	Error (x°)	Or. (x°)	Error (x°)
		<b>A</b>	0.72	ND	ND		0.689	0.031	90	ND
<b>B</b>	2.30	ND	ND	2.266	0.034	180	179.04	0.96	179.70	0.30
<b>C</b>	2.30	2.368	0.068	2.314	0.014	-90	-90.37	0.37	-90.82	0.82
<b>D</b>	2.75	ND	ND	2.766	0.016	0	*0.05	0.05	0.02	0.02
<b>E</b>	1.58	1.605	0.025	ND	ND	90	90.09	0.09	*89.91	0.09
<b>F</b>	0.46	0.450	0.010	ND	ND	180	179.99	0.01	ND	ND

**Cuadro 1.** Comparación de las distancias (Long.) y orientaciones (Or.) de los segmentos del ambiente real contra los encontrados por el sistema en las figuras 4(d) y 4(f).

	Ambiente Real	fig. 4(d)	fig. 4(f)
<b>Perímetro (m)</b>	10.110	8.4131	9.1817
<b>Porcentaje (%)</b>	100	83.21	90.81

**Cuadro 2.** Comparación de perímetros entre el ambiente real y los modelos generados por el Sistema

Por otro lado, en la figuras se observa que no todas las lecturas del sonar son clasificadas en esquinas cóncavas, esquinas convexas o *planos*, lo cual se debe a las razones arriba mencionadas.

Las medidas que a continuación se presentan en la tabla 1 son los modelos de los barridos de las figuras 4(d) y 4(f); los resultados del Sistema son comparados con el ambiente real. El valor "ND" significa valor no disponible, los datos generados por el sistema no fueron suficientes para obtener esa información. Por otra parte, los asteriscos en la sección de ángulo medido en la tabla 1 se refieren a que el segmento no fue encontrado en su totalidad, sino sólo una porción del mismo; por lo tanto, el ángulo tomado es el de la porción encontrada.

El sistema propuesto realizó, en diferentes posiciones, estimaciones de la longitud de los segmentos continuos con una precisión que variaba de 0.0064 a 0.08 m. de error, obteniendo un error promedio de 0.02897 m. El sistema también reconoció los ángulos de las esquinas cóncavas con aproximaciones menores al 2% de error.

La orientación de los segmentos (o fragmentos) encontrados correctamente tuvo un error máximo de  $3.1976^\circ$ , teniendo como promedio  $0.601^\circ$ . Respecto al ángulo, el ambiente reconoció el 62.5% del total; cabe mencionar que sólo se midieron aquellos que se encontraban entre segmentos detectados acertadamente. Sin embargo, la precisión en estos ángulos presentó un error de 1% aproximadamente. Ahora bien, al considerar los segmentos del modelo que llevan una dirección igual a su equivalente en el ambiente real, se obtiene un perímetro. Estos perímetros se comparan con el ambiente real para obtener otro parámetro que corresponde a la cobertura del perímetro original medido correctamente por el método propuesto. La tabla 2 muestra los resultados de esta comparación, los cuales oscilan entre el 80 y el 90% en todos los casos. Cabe señalar que el sistema sólo requiere de un barrido del ambiente para modelarlo.

Esta técnica tiene algunas ventajas sobre técnicas similares de visión como la luz estructurada o la visión estereoscópica, principalmente en el precio y la cantidad de información que se necesita procesar.

## 5. Conclusiones

Un método que utiliza dos sonares para la medición y caracterización de superficies fue presentado. El método se basa en la combinación de las técnicas de tiempo de vuelo y triangulación, por lo cual sólo se utiliza trigonometría básica para diferenciar entre *esquinas convexas*, *esquinas cóncavas* y *planos*. Aparte se describe un método de modelación en 2-D de ambientes, el cual recibe como entrada un barrido cuyas lecturas han sido caracterizadas, y obtiene como resultado un modelo del entorno en rectas bien definidas.

Se desarrolló un sistema que utiliza el método propuesto. Además, se montó un ambiente de pruebas compuesto por mesas y escritorios de madera, construido con el propósito de validar el comportamiento del sistema y analizar los resultados generados. Los resultados de este trabajo son satisfactorios, ya que muestran que el Sistema reconoce correctamente las esquinas cóncavas y los *planos*, pero tiene dificultades con las esquinas convexas. Además, el Sistema reconoció entre el 80 y el 90 % del perímetro del entorno (en lugares centrados del ambiente), bajo la consideración de que el sistema realiza sólo un barrido del ambiente.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que el método propuesto es confiable en ambientes que cumplan con los requisitos enunciados en este trabajo. Además, esta investigación deja una base sólida para futuros trabajos que requieran utilizar sonares; por ejemplo, el sistema puede ser incluido en sistemas de robots y vehículos autónomos que requieran un modelado del ambiente más preciso para una mejor navegación.

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por CONACYT y el Centro de Sistemas Inteligentes (CSI) del ITESM campus Monterrey. C. Albores agradece a Perla Méndez M. por sus comentarios sobre este artículo.

## Referencias

- [1] J.J. Leonard and H.F. Durrant-Whyte. Application of multi-target tracking to sonar-based mobile robot navigation. In *Proceedings of the 29th IEEE Conference on Decision and Control*, volume 6, pages 3118–3123, December 1990.
- [2] J.J. Leonard and H.F. Durrant-Whyte. Simultaneous map building and localization for an autonomous mobile robot. In *IEEE International Workshop on Intelligent Robots and Systems*, volume 3, pages 1442–1447, November 1991.
- [3] R. Kuc. A spatial sample criterion for sonar obstacle detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 12(7):686–690, July 1990.
- [4] O. Arıkan and B. Barshan. A comparison of two methods for fusing information from a linear array of sonar sensors for obstacle localization. In *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, volume 2, pages 536–541, 1995.
- [5] M. L. Hong and L. Kleeman. A low sample rate 3d sonar sensor for mobile robots. In *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, volume 3, pages 3015–3020, 1995.
- [6] H. Akbarally and L. Kleeman. A sonar sensor for accurate 3d target localisation and clasification. In *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pages 3003–3008, May 1995.
- [7] B. Barshan and R. Kuc. Differentiating sonar reflections from corners and planes by employing an intelligent sensor. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 12(6):560–569, 1990.
- [8] L. Kleeman and R. Kuc. Mobile robot sonar for target localization and clasification. *The International Journal of Robotics Research*, 14(4):295–318, August 1995.
- [9] C. Albores. Sistema de sonares para la localización y caracterización de superficies 2-d usando tiempo de vuelo y triangulación. Master's thesis, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey, Diciembre 2001.
- [10] O. Wijk and H.I. Christensen. Triangulation-based fusion of sonar data with application in robot pose tracking. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 16(6):740–752, Diciembre 2000.

# PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO VISUAL DE TRAYECTORIAS PARA GUIAR UN VEHÍCULO AUTÓNOMO

Brian A. Ponce Tavizón\*

José Luis Gordillo†

La planeación y el seguimiento de trayectorias para vehículos autónomos, consisten en guiar a un vehículo a lo largo de un trayecto libre de obstáculos, pudiendo tomar acciones correctivas de ser necesario. Ambos procesos requieren de la previa captura del ambiente para obtener la información referente a la ubicación y dimensión de los posibles obstáculos. Por tanto, se propone un método de integración de la planeación y el seguimiento visual de trayectorias, para un vehículo autónomo, mediante espacios comunes de trabajo. La integración se apoya en el uso de una cámara de video con perspectiva aérea y eje focal perpendicular al área de trabajo. El método propuesto permite la evasión de obstáculos no previstos, mediante mecanismos de validación y replaneación de la trayectoria. El sistema resolvió correctamente un 95% de los casos intentados, donde los intentos fallidos se concentran en intentos de replaneación de la trayectoria, sin el espacio de trabajo requerido.

**Palabras Clave:** Planeación de trayectorias, Seguimiento de trayectorias, Visión Computacional, Vehículos Autónomos.

## 1. Introducción

El desplazamiento de un vehículo de forma autónoma, dentro de un ambiente determinado, requiere de dos pasos: la planeación de la trayectoria y el seguimiento de la trayectoria planeada. Para planear su trayectoria, el vehículo debe contar con conocimiento acerca del ambiente el cual lo genera el usuario, mediante un dibujador, o bien lo genera el mismo robot por exploración utilizando sus sensores [1], particularmente la Visión Computacional [2, 3].

Hasta el momento, la planeación y el seguimiento de trayectorias se han estudiado de forma separada, utilizando los espacios de trabajo y las técnicas más convenientes para cada problema. Homogenizar los espacios de acción utilizados en la planeación y el seguimiento de trayectorias, requiere de transformaciones complejas y, en algunos casos, adecuaciones manuales que limitan su funcionamiento directamente en línea y en tiempo real.

El objetivo de esta investigación consiste en integrar la planeación y el seguimiento visual de trayectorias, para un vehículo autónomo, mediante espacios comunes de trabajo. Así mismo, se proponen métodos de acceso a dichos espacios, y las herramientas de explotación compatibles, para la solución de ambos problemas: la planeación y el seguimiento visual de trayectorias.

La figura 1 representa una vista general del método propuesto, el cual está compuesto por tres bloques: el trazado de obstáculos, la planeación de trayectorias y el seguimiento de trayectorias. Estas tareas actúan sobre imágenes provistas por el dispositivo de visión. La imagen original  $f(x, y)$  se procesa para

---

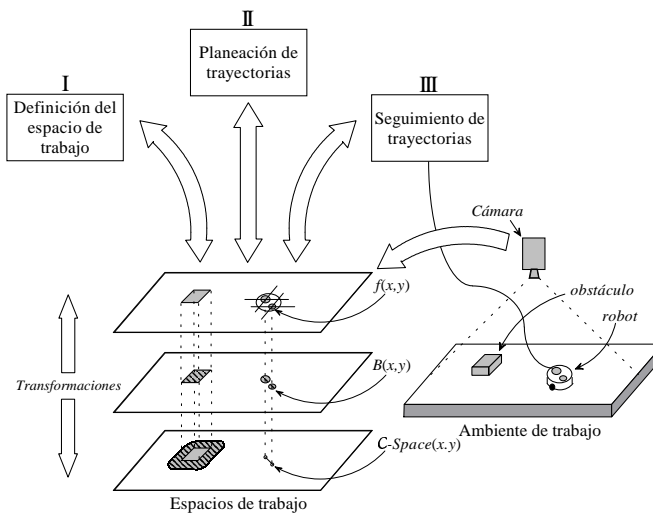
\* M.C. Brian A. Ponce Tavizón, Maestría en Sistemas Inteligentes, ITESM Campus Monterrey, bponce@lycos.com

† Dr. José Luis Gordillo, Centro de Sistemas Inteligentes, ITESM Campus Monterrey, gordillo@campus.mty.itesm.mx

obtener el “bit map” que define el espacio de trabajo dentro del cual se definen los obstáculos  $B(x, y)$ . Dicho espacio es enseguida procesado para obtener el espacio de configuración  $Espacio-C(x, y)$ . Sobre este último espacio se define la trayectoria que el vehículo debe seguir, mediante una serie de procedimientos que van desde la búsqueda de un camino poligonal, que una al punto de partida con la meta, hasta la suavización de este camino para generar una trayectoria que el vehículo pueda seguir considerando sus restricciones cinemáticas.

El seguimiento de la trayectoria se realiza utilizando, como entrada, el espacio imagen  $f(x, y)$ . Enseguida, este espacio es procesado para obtener los descriptores que determinen la posición del robot. Finalmente, por una validación directa sobre el  $Espacio-C(x, y)$  se verifica que el vehículo sigue la trayectoria trazada y que no esté en colisión con un obstáculo.

Por su parte, debido a que lo importante es validar el método de integración propuesto, se utilizan técnicas de eficiencia comprobada y clásicas en la literatura. Sin embargo, también se proponen técnicas para el procesamiento de puntos de control (subsección 2.1.1.), la validación de trayectorias (subsección 2.1.2.) y la evasión de obstáculos no previstos (subsección 2.3.).

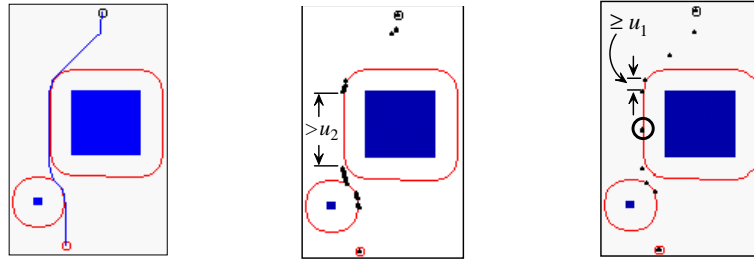


**Figura 1.** Sistema de Planeación y Seguimiento de Trayectorias, donde se ilustran los espacios de trabajo y su respectiva correspondencia, los métodos de procesamiento y el espacio real, que alimenta al sistema. La cámara alimenta a los bloques I y III, con imágenes que actualizan el estado del espacio de trabajo.

A continuación, la sección 2. expone la metodología empleada, así como una explicación de las herramientas utilizadas. En la sección 3. se exponen y analizan los resultados obtenidos para una serie de casos. Por último, en la sección 4. se listan las conclusiones sobre el desarrollo y desempeño del sistema.

## 2. Planeación y Seguimiento de trayectorias

El método propuesto consta de tres fases: la definición del espacio de trabajo, la planeación de trayectorias y el seguimiento de trayectorias. A continuación se exponen las dos últimas fases (las de mayor importancia) donde, por conveniencia, se incluye la definición del espacio de trabajo en la fase de planeación.



(a) Ejemplo del cálculo de un camino mediante el algoritmo NF1 modificado (b) Puntos de inflexión obtenidos para el camino mostrado en la figura 2(a) (c) Puntos obtenidos después de aplicar el procesamiento de separación

**Figura 2.** Obtención de los puntos de control, requeridos para la interpolación, correspondientes al camino NF1 de la figura 2(a).

## 2.1. Planeación de trayectorias

El ambiente de trabajo se captura manualmente guiándose con la imagen provista por la cámara. El espacio definido se ensancha según la forma y dimensión del vehículo, de tal modo que pueda tomarse un sólo punto como representación de dicho vehículo (*Espacio-C* [4]); lo cual facilita la planeación de trayectorias.

La trayectoria se construye con base en la definición de un camino poligonal de longitud mínima, utilizando el algoritmo NF1 [4]. El camino sirve como soporte para definir los puntos de control sobre los cuales se genera una curva suave y continua en curvatura (curva *Spline* [5]). La curva generada es luego validada para evitar que la trayectoria pase sobre algún obstáculo y, de esa forma, asegurar que el robot pueda seguirla.

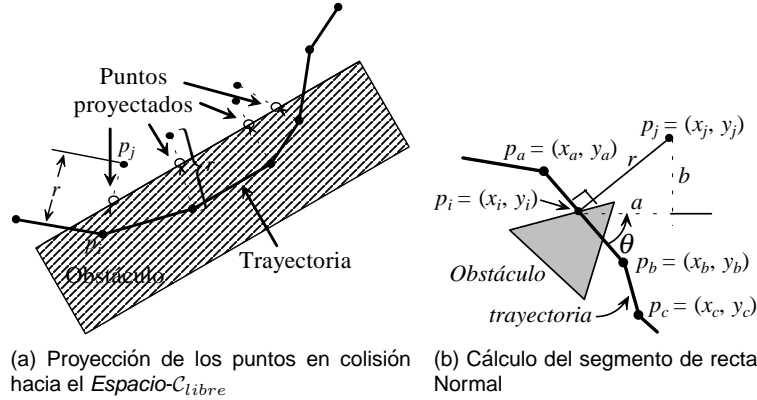
### 2.1.1. Obtención de los puntos de control

La salida del algoritmo NF1 (camino) consiste en una sucesión consecutiva de puntos. Por tanto, sabiendo que la suavidad de la trayectoria disminuye con un aumento en la densidad de los puntos de control [6], el camino se procesa para obtener un menor número de puntos que sirvan de soporte a la curva *Spline*. El procesamiento propuesto, aplicado a la sucesión de puntos, consiste en la obtención de los puntos de inflexión del camino (ver figura 2(b)), por derivación. Luego se obtiene un muestreo de puntos que permita una separación entre ellos, de al menos cierto umbral de distancia  $u_1$  (ver figura 2(c)). Si la separación, entre un par de puntos, sobrepasa un umbral de distancia,  $u_2$ , se insertan uno o más puntos con el fin de controlar la evolución de la curva *Spline*. Los umbrales  $u_1$  y  $u_2$  fueron determinados de forma experimental, cuidando que se afectara lo menos posible la forma descrita por la curva.

### 2.1.2. Validación de Trayectorias

El propósito de la validación es verificar que la trayectoria no se introduzca en alguna región prohibida del *Espacio-C*, dada la interpolación realizada a los puntos de control, corrigiendo el trayecto de ser necesario. Para evitar el trazo de la curva sobre área del *Espacio-C<sub>proh</sub>*, se propuso desplazar los puntos de la trayectoria que se encontraran en colisión, hacia el espacio libre (*Espacio-C<sub>libre</sub>*), mientras se dibuja la trayectoria.

La colisión se evita proyectando la recta, que tiene algún punto extremo en colisión, a lo largo de su normal, hasta que los puntos extremos de la recta se encuentren en *Espacio-C<sub>libre</sub>*. La figura 3(a) muestra



**Figura 3.** Proyección de los puntos en colisión, a lo largo de las rectas normales correspondientes, hacia el *Espacio- $\mathcal{C}_{libre}$*

el comportamiento del algoritmo cuando un segmento de la trayectoria se interna en un obstáculo.

Entre cada par de puntos consecutivos en la trayectoria ( $p_a$  y  $p_b$ ), donde sucede una colisión, el caso a resolver es similar al que muestra la figura 3(b). El punto  $p_j$  asegura una posición fuera del obstáculo,

$$\theta = \arctan\left(\frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}\right), \quad (1)$$

$$a = r \sin \theta, \quad (2)$$

$$b = r \cos \theta \quad (3)$$

$$x_j = x_i *_1 a, \quad (4)$$

$$y_j = y_i *_2 b \quad (5)$$

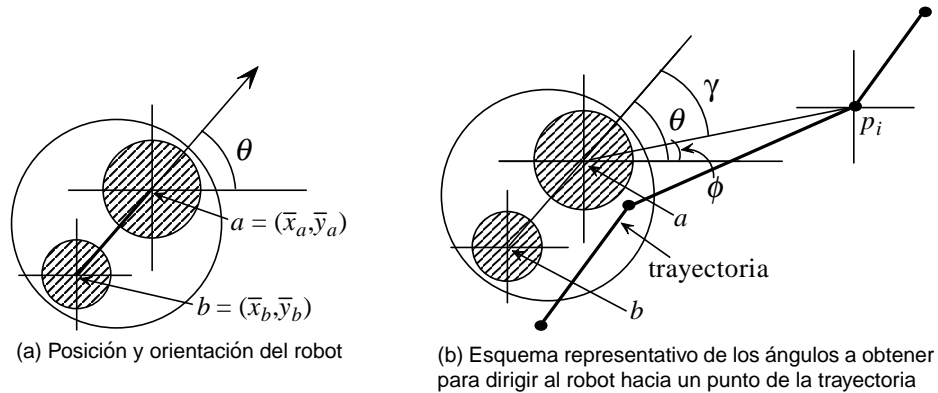
donde  $\theta$  es el ángulo entre la recta  $\overline{ab}$  y el eje de las  $x$ .  $r$  es la distancia entre los puntos  $p_i$  y  $p_j$ .  $a$  y  $b$  son las componentes de la normal de la recta  $\overline{ab}$  sobre los ejes  $x$ ,  $y$ , respectivamente. Los símbolos  $*_1$  y  $*_2$  son reemplazados por signos de suma y resta, según se indica en [7].

## 2.2. Seguimiento de trayectorias

La tarea de seguimiento consiste en recorrer, punto a punto, la trayectoria previamente obtenida hasta llegar a la meta deseada. Cada uno de dichos puntos se considera una meta parcial a satisfacer, lo cual sucede cuando el robot móvil pasa, dentro de cierto umbral de distancia (margen de error), por dicho punto meta.

Por su parte, la etapa de seguimiento requiere determinar la ubicación del vehículo, dentro del espacio de trabajo, para hacerlo coincidir con la posición provista por la trayectoria planeada. El cálculo de la posición se realiza mediante el procesamiento de las imágenes provistas por la cámara.

En cada ciclo de procesamiento de la imagen, según la posición del robot con respecto al punto en turno a seguir,  $p_i$ , se generan comandos de movimiento que dirijan y aproximen al robot a  $p_i$ . Para ello, se calcula el ángulo  $\phi$  formado, con respecto a la horizontal, por la recta definida por la posición del robot ( $a$ ) y  $p_i$ , tal como lo muestra la figura 4(b).



**Figura 4.** Esquema de las marcas del robot y de algunas variables relacionadas con ellas

El procesamiento de la imagen arroja como salida la información correspondiente a las marcas sobre el vehículo (dos círculos). El frente del vehículo es determinado por la marca de mayor área ( $a$ ), como lo ilustra la figura 4(a), y su centroide determina la posición del robot. El ángulo de dirección del robot,  $\theta$ , se calcula por trigonometría, utilizando las coordenadas correspondientes a los centroides de ambas marcas,  $(\bar{x}_a, \bar{y}_a)$  y  $(\bar{x}_b, \bar{y}_b)$ , para así obtener la configuración  $\mathcal{R}(x, y, \theta)$  del robot. Las marcas se detectan mediante un procesamiento constituido por etapas de binarización, segmentación, caracterización, entrenamiento y reconocimiento; en las cuales se separa la información (objetos) del fondo de la imagen, para luego obtener los objetos de interés. La segmentación utiliza el algoritmo conocido como “Coloreado de regiones” [8], mientras que la caracterización hace uso del primer momento invariante de Hu ( $\phi_1$ ) [9] y del área, como discriminantes de forma y tamaño, respectivamente.

El ángulo  $\gamma$ , indicado en la figura 4(b), que es igual a la diferencia entre los ángulos previamente calculados,  $\theta$  y  $\phi$ , determina el sentido (izquierda o derecha) al cual debe girar el robot para orientarse hacia la meta parcial.

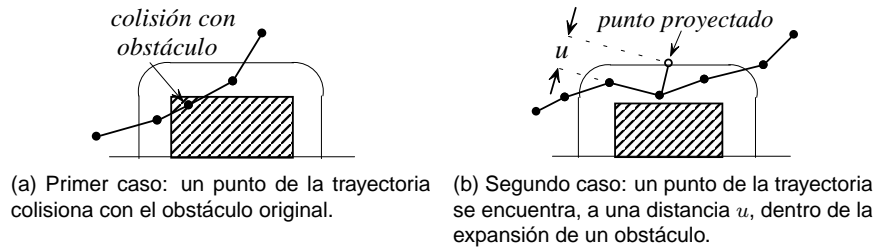
Por su parte, el robot móvil se desplaza hacia adelante mientras el valor de  $\gamma$  no sobrepase un umbral determinado; en cuyo caso, el robot ajusta su dirección mediante comandos de giro. El giro consiste en pequeños desplazamientos angulares constantes,  $\Delta\theta$ ; el cual se aplica por cada ciclo de seguimiento que genere un comando de giro.

### 2.3. Evasión de obstáculos no previstos

Dada una trayectoria, si se desea agregar un obstáculo no considerado previamente, debe modificarse el algoritmo, ya que la proyección de puntos por sí sola no genera una trayectoria alterna para evitar dicho obstáculo.

Para corregir la trayectoria, ante tal evento, se agregó un mecanismo de replaneación del segmento en colisión, el cual complementa la acción de proyectar los puntos. La replaneación consiste en calcular una trayectoria alterna, a partir del punto en colisión, utilizando el mecanismo de cálculo de trayectorias ya descrito. Los casos específicos, que activan el mecanismo de replaneación son los siguientes:

1. Uno o más puntos de la trayectoria quedan situados dentro del área correspondiente al obstáculo original, como se observa en la figura 5(a).
2. La distancia entre alguno de los puntos en colisión y el punto correspondiente a su proyección, so-



**Figura 5.** Casos en los cuales actúa el mecanismo de replaneación

brepassa cierto valor umbral  $u$ , tal y como lo ilustra la figura 5(b).

### 3. Implementación y Resultados

Para validar el método propuesto, se diseñó un juego de ensamble de elementos, flexible y modular, para crear ambientes de trabajo que emulan habitaciones u oficinas [7].

La cámara utilizada fue colocada a una altura de aproximadamente 126 cm, viendo un área de  $98 \times 73.5$  cm. La computadora que alberga al sistema es una UltraSparc II de 333 Mhz, con 320 Mb en RAM, de Sun Microsystems. El sistema se programó en su totalidad en Java, con excepción de las librerías XIL [10], hechas en C. Como vehículo se utiliza un robot Khepera [11].

#### 3.1. Planeación de trayectorias

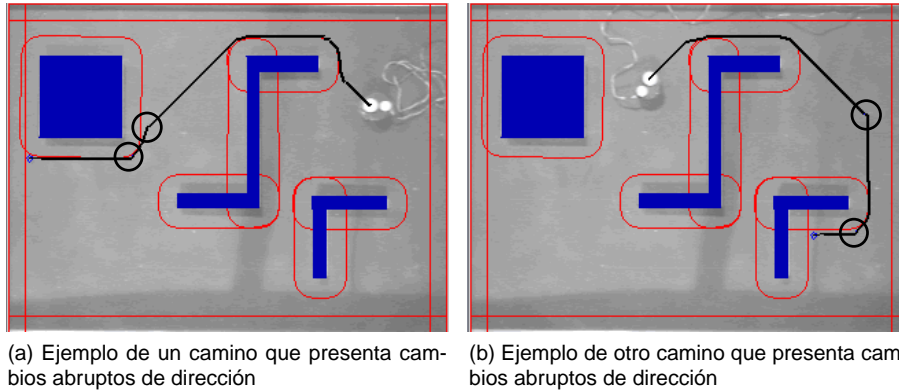
La definición del espacio de trabajo se realiza de forma manual, capturando los obstáculos uno a uno, con base en la imagen provista por la cámara de video. El tiempo de captura depende del número de obstáculos así como de la destreza del operario.

La expansión geométrica y su proyección a un espacio discreto consumen el mayor tiempo dentro de la etapa de planeación; alrededor de 7.8 segundos en tiempo maquina. Dicho tiempo se obtuvo mediante la resta entre los tiempos maquina de inicio y fin, correspondientes al procedimiento de cálculo del "bit map"; lo cual aplica para el resto de los tiempos reportados posteriormente, a menos que se indique lo contrario. El tiempo de proceso es proporcional al número de pixeles en la imagen.

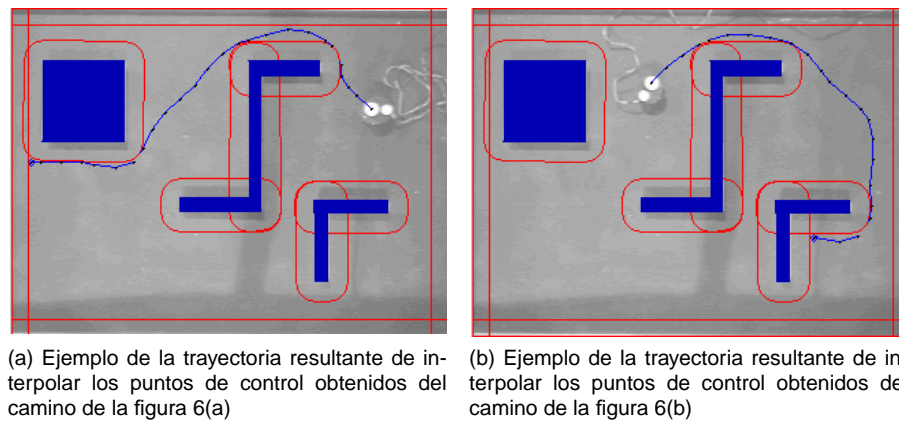
El camino se obtiene con el algoritmo NF1 para una rejilla de  $320 \times 240$  pixels, que corresponde a la resolución de la cámara utilizada. El tiempo requerido para calcular la expansión en distancia 4, oscila entre 40 y 50 milisegundos y depende, directamente, de la resolución de la imagen.

Las figuras 6(a) y 6(b), muestran el cálculo del camino correspondiente a casos con diferente meta, señalando los puntos en los cuales el cambio de dirección se realiza de forma brusca, o repentina. El resultado de la interpolación a una curva, por medio de *Splines*, para los caminos encontrados e ilustrados en las figuras 6(a) y 6(b), se muestra en las figuras 7(a) y 7(b), respectivamente. La tabla 1 lista los tiempos de los procesos involucrados en el cálculo de la trayectoria. Los valores en dicha tabla corresponden a los tiempos obtenidos para caminos de diferente longitud (en pixeles). Por su parte, los tiempos requeridos en el proceso de proyección de los puntos son mínimos, menores a un milisegundo.





**Figura 6.** Caminos obtenidos con el algoritmo NF1



**Figura 7.** Trayectorias resultantes de suavizar los caminos de las figuras 6(a) y 6(b)

### 3.2. Seguimiento de trayectorias

Los tiempos requeridos para el procesamiento de la imagen, por ciclo de refresco de la imagen, se indican en la tabla 2. El tiempo involucrado para la generación de comandos de movimiento a ejecutar por parte del robot, en cada ciclo de seguimiento, oscila entre 51 y 61 milisegundos.

Las trayectorias descritas por el robot durante el seguimiento de las trayectorias mostradas en las figuras 7(a) y 7(b), fueron muy similares, por lo cual no se muestran.

Para medir la eficiencia del seguimiento de la trayectoria realizado por el robot, se calculó el error cuadrático,

$$\varepsilon^2 = \sum_{i=1}^n [(x_s[i] - x_d[i])^2 + (y_s[i] - y_d[i])^2] \quad (6)$$

donde  $(x_s, y_s)$  es el punto alcanzado por el robot en lugar del punto  $(x_d, y_d)$ , el cual pertenece a la trayectoria a seguir. Los valores de error cuadrático mínimo, promedio y máximo, obtenidos fueron de 0.5652, 0.9615 y 1.12, respectivamente.

Los tiempos de seguimiento, de inicio a fin, registrados para las trayectorias mostradas en las figuras 7(a) y 7(b), fueron de 2'05"75 y 1'56"18, respectivamente, cronometrados con un reloj de pulsera, por lo

**Tabla 1.** Tiempos de procesamiento, para tres diferentes longitudes de trayectoria, correspondientes al cálculo del camino, al procesamiento para generar los puntos de control y a la interpolación por *Splines*. El último renglón muestra el tiempo requerido para el cálculo total de la trayectoria, incluyendo procesos propios a la implementación .

Proceso	Longitud (pixeles)		
	144	239	283
Cálculo del camino	1	2.71	5
Procesamiento de puntos	2	6.71	13
Cálculo del Spline	50	72.125	124
Cálculo total de trayectoria	73	101.125	170

**Tabla 2.** Tiempos mínimo (**Min**), promedio (**Prom**) y máximo (**Max**) en milisegundos, obtenidos en la ejecución de los procesos de captura de la imagen, binarización y segmentación de la imagen, así como en el reconocimiento de las formas de interés.

Procesamiento de la imagen	Min (mseg)	Prom (mseg)	Max (mseg)
Captura de la imagen	16	19	22
Binarización	14	15.5	17
Segmentación	11	13.75	19
Reconocimiento	1	1.75	2

que pierden precisión con respecto a valores presentados anteriormente. La velocidad aproximada del robot es de 6.5 mm/s al girar y de 19 mm/s al avanzar (ajustable).

### 3.3. Evasión de obstáculos no previstos

Si al agregar un nuevo obstáculo, a la configuración del espacio de trabajo, la trayectoria original es obstruida se calcula una trayectoria alterna. Para el caso ilustrado en la figura 8(a), se obtiene como resultado el trayecto mostrado por la figura 8(b); dicho cálculo es automático e inmediato.

El tiempo requerido para agregar un nuevo obstáculo, ya dibujado, al espacio de trabajo, oscila entre los 130 y 172 milisegundos. Los tiempos involucrados en la replaneación, dependen de la longitud de la trayectoria alterna calculada.

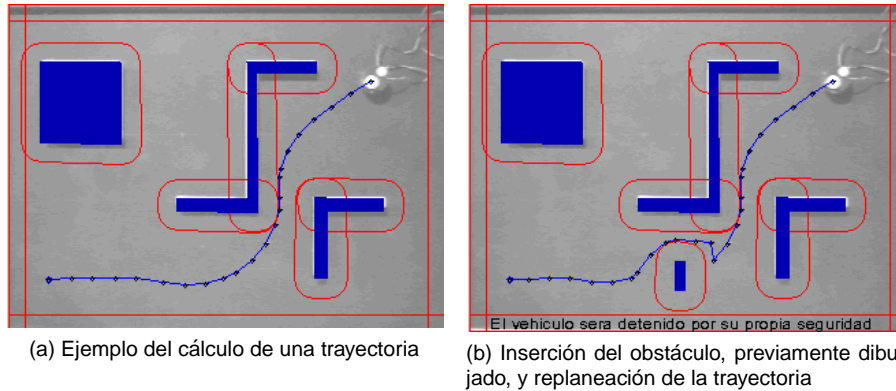
## 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que el sistema resuelve de forma correcta y rápida la mayoría los casos que se le presentaron; salvo casos aislados en donde la curva está muy proxima al obstáculo y en alguna esquina se presentan colisiones.

Se demostró experimentalmente, la conveniencia de manejar de forma explícita, la equivalencia entre los espacios de trabajo para la planeación y el seguimiento de trayectorias como mecanismo de integración de ambos procesos.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que el sistema propuesto tiene un buen comportamiento y presenta robustez, para el tipo de ambientes donde se realizó la experimentación. Se resolvió el 95% de los casos intentados, donde los intentos fallidos corresponden en su mayoría a intentos de replaneación con poco espacio de trabajo de por medio.

Los caminos, sobre los que se basa el cálculo de trayectorias, son de longitud mínima, para la



**Figura 8.** Replaneación de la trayectoria de la figura 8(a) para evadir la obstrucción impuesta por un nuevo obstáculo.

métrica y resolución con que se trabaja. Dado que los puntos de control que se interpolan para obtener la trayectoria provienen de dicho camino, se supone que la trayectoria calculada está próxima de ser igualmente mínima, aunque no se incluyen métodos de validación de ésta propiedad.

Los mecanismos de validación de trayectorias propuestos funcionaron para calcular trayectorias alternas en caso de presentarse una obstrucción en algún segmento del trayecto.

El seguimiento de trayectorias se comporta de forma adecuada pues el robot sigue la trayectoria, dentro de márgenes aceptables de error, inferiores a 0.36 cm (aproximadamente 1.2 píxeles). El sistema se desempeña con suficiente rapidez; la velocidad aproximada del robot es de 6.5 mm/s al girar y de 19 mm/s al avanzar. El desempeño del seguimiento de trayectorias baja o se pierde, cuando existen objetos con forma similar a las marcas sobre el vehículo.

El sistema es perfectible en cuanto al tiempo que toma la creación del *bit map* del *Espacio-C(x, y)* y su actualización, al insertar nuevos obstáculos a la configuración.

## Referencias

- [1] T. Matsuo, k. Tanaka, and N. Abe. Automatic map generation with mobile robot. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pages 680–685, 1999.
- [2] S.H. Kim and B.K. Kim. Fast generation of an environment map for an indoor mobile robot by image reduction. In *IEEE IECON 21st International Conference on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation*, pages 1154–1159, 1995.
- [3] Y. Yagi, H. Hamada, N. Benson, and M. Yachida. Generation of stationary enviromental map under unknown robot motion. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pages 1487–1492, 2000.
- [4] J.C. Latombe. *Robot motion planning*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1991.
- [5] R.L. Burden and J.D. Faires. *Análisis Numérico*. International Thomson Editores, México, 1998.
- [6] A. Simon and J.C. Becker. Vehicle guidance for an autonomous vehicle. *IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*, pages 429–434, 1999.
- [7] B.A. Ponce. Planeación y seguimiento visual de trayectorias para guiar un vehículo autónomo. Master's thesis, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Mayo 2002.
- [8] D.H. Ballard and Brown C.M. *Computer Vision*. Prentice Hall, New Jersey, 1982.
- [9] M.K. Hu. Visual problem recognition by moment invariant. *The Transaction on Information Theory*, pages 179–187, 1962.

- [10] Sun Soft. *XIL Programmer's Guide*. Sun Microsystems, August 1997.
- [11] K-Team. *Khepera User Manual*. K-Team, March 1999.

# VISUAL COMMAND GESTURE FOR REMOTE OPERATION OF MOBILE ROBOTS

Marco Antonio López-Trinidad\*      Héctor Hugo Avilés-Arriaga†      Karen Córdova‡  
Luis Enrique Sucar§

Visual recognition of gestures is an effective and natural form of human-mobile robot communication. In this paper we describe the development of a remote operation system based on visual command gestures to execute movement instructions for a mobile robot. This system is able to recognize and execute four different commands on a mobile robot: *advance-backward*, *turn-right*, *turn-left* and *advance-forward*. Through these commands it is possible to control a mobile robot remotely via a local network. Initial experiments in a laboratory environment have been performed with promising results.

Keywords: Visual Command Gestures, Remote Operation, Mobile Robots.

## 1. Introduction

In the last years, visual recognition of gestures has emerged as a very broad field of study into the Human-Machine Interaction research. Diverse interesting applications have been developed in this field [1, 2, 3, 4] in both, insolated gestures recognition [5] and its relation with spoken language [6]. Visual recognition of gestures applied to command mobile robots is a challenging and interesting research area that involves different fields of study such as *computer vision* and *pattern recognition*. Gestures provides a natural form of communication with mobile robots and an alternative to speech on noisy environments. When using gestures, it is possible to communicate spatial information of the kind of "go there" and "go to the right". This enable us to consider mobile robots as *service robots*, useful to aid humans in everyday and simple tasks. In this paper we describe a remote operation system based on visual recognition of dynamic gestures (*i.e.* gestures that involve motion) to execute motion instructions on a mobile robot. This system is able to recognize and execute four visual commands on the mobile robot: *advance-backward*, *turn-right*, *turn-left*, and *advance-forward*. Through these commands it is possible to control the robot remotely via local network. Initial experiments in a laboratory environment have been performed with promising results.

The document is organized as follows. Section 2 presents the related work on gesture recognition applied on mobile robots. Section 3 describes the gesture recognition module. It presents the visual system and the gesture recognition results. Section 4 describes the remote operation module of the mobile robot. Section 5 describes the experiments and results obtained with our application. Finally, section 6 summarizes the conclusiones and possible directions as future work.

---

\* M.Sc. Marco Antonio López-Trinidad is a reserchear assistant at the Computing Department in the Intelligent Systems Lab at Tec de Monterrey Campus Cuernavaca, mtlopez@campus.mor.itesm.mx

† M.Sc. Héctor Hugo Avilés Arriaga is a Ph.D. student at Tec de Monterrey Campus Cuernavaca, 00374765@academ01.mor.itesm.mx

‡ Karen Córdova is a B.Sc. student at Instituto Tecnológico de Querétaro. karencordova@msn.com

§ Dr. Luis Enrique Sucar Succar is a Professor of the Computing Department at Tec de Monterrey Campus Cuernavaca, esucar@campus.mor.itesm.mx

## 2. Related work

Visual recognition of gestures applied on mobile robots is an important goal for diverse reasons. Gestures can instruct the robot in different tasks such as its own motion or object manipulation [2]. Developing this form of communication would permit us to employ mobile robots in many everyday tasks, reducing or eliminating the human effort to carry out these tasks.

*Perseus* system [1] was developed by Roger E. Kahn and it was implemented employing a mobile robot. The goal was to detect whenever the user is pointing an object, for example, a can of coke. This pointing gesture (which is considered a posture or static gesture) is executed when the user moves his hand away his torso and states stationary for a little while. The robot is able to detect and track a person in a static office environment using skin color and anthropometrical measures. The system developed by Bonasso [7] is composed by 6 postures executed with the user's right-arm. The robot tasks considered includes to stop the robot motion or move the robot toward a pointed place. The arm is represented using a skeleton model based on its shoulder, elbow and wrist. Gestures are recognized using simple rules based on the relative joint angles of the arm. Stefan Waldherr [8] implemented a system to recognize a set of 5 dynamic gestures executed with the right-arm of the user. The recognition process is based on classification of sequential arm postures. To recognize each posture, the arm is correlated with a set of known posture templates. A modification the Viterbi algorithm [9] is used to recognize this stream of templates. Ríos et al. [10] proposed a teleoperation system for mobile robot control in order to investigate the possibility to command a mobile robot at distance using hand postures. They employ 6 different motion commands sent to a mobile robot via local network.

These applications show the possibility to command robots using visual gestures for simple tasks such as object manipulation or robot motion. However, it is possible to consider simpler and more natural gestures than those employed in the previous works. Also, we can apply gestures on mobile robots in order to develop other applications such as remote control for map construction and exploration.

## 3. Gesture recognition

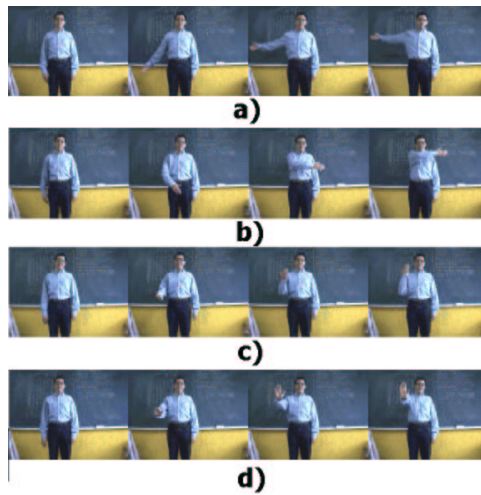
In this section, we describe the visual skills and recognition results of our gesture recognition system. We divide our methodology to recognize dynamic gestures into the next three stages:

- i) Gestures selection
- ii) Vision techniques
- iii) Visual gestures recognition using dynamic Bayesian networks

Dynamic gesture recognition using online visual systems involves diverse fields of study. To improve the system usefulness, it is important to take into account social implications and variations of gestures in their selection. Locating users on images, as well as tracking them and extract movement features are problems related to computational vision. Finally, associating this information with previously stored data is a problem corresponding to pattern recognition.

### 3.1. Gestures selection

Our system considers four gestures: *go-right* (Figure 1a), *go-left* (Figure 1b), *advance-forward* (Figure 1c), and *advance-backward* (Figure 1d). These gestures are executed with the user's right-hand and they are widely understood around the world too. Moreover, we can naturally associate them simple tasks for the mobile robot like left or right motion.



**Figure 1.** Gestures consider by our system: a) go-right, b) go-left, c) advance-forward, and d) advance-backward.

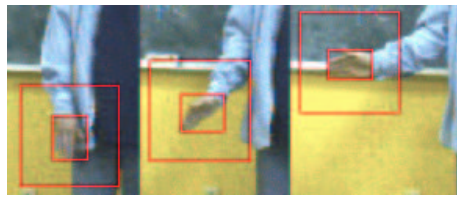
### 3.2. Vision techniques

In order to locate and track the motion of the user, we employ a skin pixel classifier based on the method developed by Jones [12] and a radial scan segmentation algorithm proposed by SAVI Group [13]. The skin pixel classifier is based on histogram color models information and the Bayes rule for skin or non-skin pixels detection. The segmentation algorithm traces lines over the image with certain angular distance among them, from the center of the image to its edges, classifying pixels over these lines, as skin or non-skin pixels. At the same time, it uses some segmentation conditions to grow skin regions. These algorithms are applied over the image to locate the user face and his right-hand. Figure 2 shows an example of face segmentation and the region where the system expects to locate the hand of the user (see figure 2). After the right-hand is localized, it can be tracked in the image sequence employing a search window around its previous position. Some images that show hand tracking are presented in figure 3.



**Figure 2.** Example of face segmentation and localization of the user's right-hand.

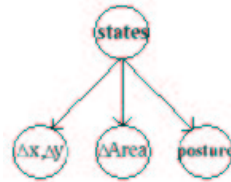
Motion feature extraction is derived from the method proposed by Starner [3]. Our system uses 4 simple features to describe the hand displacement:  $\Delta_{area}$  or changes in area of the hand,  $\Delta_x$  or changes in hand position on the  $x$ -axis of the image,  $\Delta_y$  or changes in hand position on the  $y$ -axis of the image, and  $\Delta_{posture}$  or comparison between sides of the square region that segments the hand. To estimate depth motion, we use the  $\Delta_{area}$  feature. To evaluate the hand motion between two images, each of these features take only one of three possible values, (+), (-) or (0) that indicate increment, decrement or no change, depending on the area, position and posture of the hand in the previous image. An extended explanation of these vision techniques can be found in [14].



**Figure 3.** Tracking of the user's right-hand.

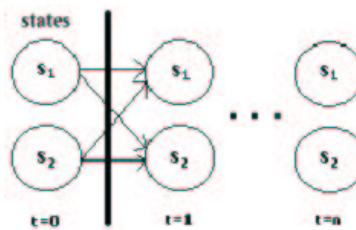
### 3.3. Visual gestures recognition using dynamic Bayesian networks

Dynamic Bayesian networks (DBN's) are acyclic graphical models to represent temporal processes inside a stochastic framework [15]. Many events of the world can be represented by dynamic systems -e.g. car or human motion, speech, etc. [15, 16]. DBN's can be seen as a generalization of hidden Markov models and dynamic linear systems like Kalman filters. These models are representations less structured than dynamic Bayesian networks [17]. To represent a DBN, it is common to employ two assumptions: i) the Markovian property, that establishes independence of the future respect to the past given the present, and ii) the process is stationary, *i.e.*, that probability transitions among states are all the same through the time [18].



**Figure 4.** Topology for the base network proposed in our system.

Usually, a DBN is composed by a *base network*  $X^t$  defining the instantaneous state of the system at time  $t$  and a *transition network*  $R$  that connects some nodes of  $X^t$  to  $X^{t+1}$  for  $t = 0 \dots T - 1$  [16, 19]. Figure 4 shows the Bayesian network proposed as base network for each gesture considered by our system. It contains 3 observation nodes that represent the variables  $(\Delta x, \Delta y)$ ,  $\Delta area$  and *posture* described in the previous section. Hidden node *states* represents the two possible states  $S_1$  and  $S_2$  of the system at each time  $t$ . Intuitively, each states  $S_1$  and  $S_2$  describe a representative motion in the execution of the gesture. The transition net proposed for  $S_1$  and  $S_2$  is shown in figure 5. Our base network, as well as the number of states and their transition network were defined experimentally. To train our DBN's we utilized the Baum-Welch algorithm. To test the models we employed the Forward algorithm [9].



**Figure 5.** States transition network.



	Come	Go-right	Stop	Go-left
Come	100%			
Go-right	0.75%	99.25%		
Stop	25.92%		74.07%	
Go-left				100%
Average	recognition	rate	=	93.34%

**Table 1.** Gesture recognition rates using dynamic Bayesian networks. Lines present the percentage of correct classification in the execution of each gesture as well as the percentage of incorrect classification.

### 3.4. Recognition results

The gesture recognition module runs on a Silicon Graphics O2 5000 with 65 Mb of RAM. Table 1 shows the results and the average rate of the recognition stage for each gesture using dynamic Bayesian networks for recognition. For DBN's training, we used an average of 596 sequences of observations for each gesture, taken from 11 people. To test the recognition rate of our system, other user made an average of 146 executions for each gesture in front of the videocamera. The gestures we used to test the system were different from those used for training. In [20] it can be found a comparison in recognition results between this model and hidden Markov models.

## 4. Mobile robot remote operation

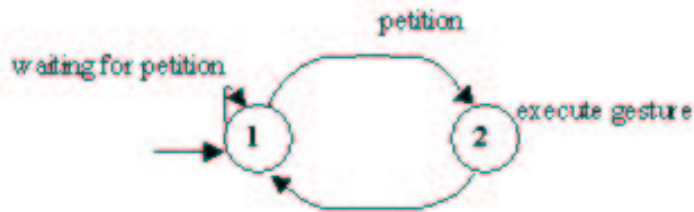
In this section we present the communication module that enables the gesture recognition module to send motion commands to the mobile robot. Then, it is expected that the robot executes the desired command. Our communication module consists of two programs running into a socket client/server architecture. Sockets were developed in C standard, so portability and scalability are assured.

The socket client side is formed of two subprogram modules. These modules are divided in terms of their functionality. The first module contains routines to prepare messages in an appropriated form to be sent through the network. The second module contains functions to connect or disconnect the gesture recognition module with the server. The gesture recognition module invokes the client each time a gesture is recognized, opening a connection with the server, and sending the appropriate command to the robot[21].

The socket server is executed in a Compaq Armada E500 Laptop connected directly to the mobile robot through a local network of 100 Mbps. This computer is the bridge between the robot and the local network. The server is running in an infinite loop waiting for any petition from the client. The server consists of two subprograms. In the first subprogram, there are defined a set of functions to permit connections of any petition from the socket client. The second subprogram process the motion command received, and passing it to the navigation system (Figure 6). The laptop computer has a wireless network card to receive information from the net and a second network card to send the actual command to the robot.

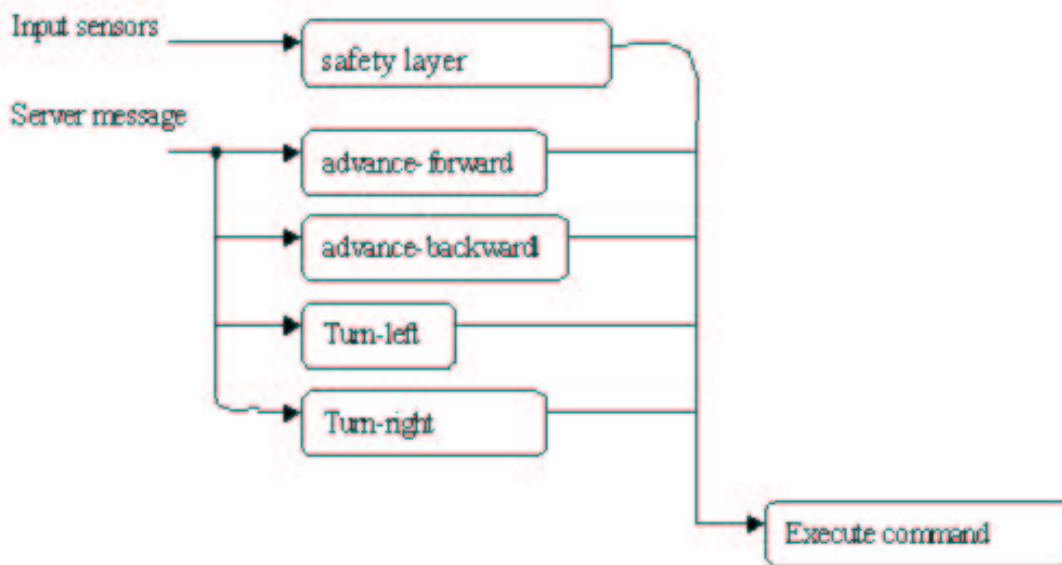
### 4.1. The navigation system

The navigation system allows the mobile robot to move through its environment, depending on the messages sent by the visual command system. This system consists of two software layers. Figure 7 shows the two layers that constitute the navigation system [22]. The first layer is a reactive module which



**Figure 6.** Server schematic graph. The server runs in an infinite loop, waiting for any petition from the client (which is represented with node 1). When a message is received, it is processed and finally interpreted by the navigation system (node 2).

permanently scans proximity sensors to determine if the robot is moving in a safe way. In this architecture, we define a mechanism to preserve a safety zone for navigation through the environment. When an obstacle is detected inside the safety zone, a warning message is sent, and then the robot is stopped. The second layer, is a program which executes our four basic movement commands: advance-forward, advance-backward, turn-left, turn-right. Each movement on the robot is determined by the command generated in the visual command system. We defined a fixed amount of movement for each motion command.



**Figure 7.** Two layers that constitute the navigation system. The first *safety* layer is the reactive layer which preserves the integrity of the robot. The second layer executes the desired motion command.

The first *safety* layer has the highest priority of execution, so any event detected in this layer is executed independently of the second layer. The navigation system runs in the same laptop computer used for the socket server described above.

## 4.2. Mobile robot description

The robot used in this experiments is a Nomad Super Scout II caster type (Figure 8), which has a pentium computer, a network card of 100 Mbps, sixteen Polaroid proximity sensors, five touch sensors in a ring around the robot, and one encoder for the two main wheels. Additionally, we mounted on the robot a pair of cameras with wireless transmitters, used to obtain a visual feedback of the robot motion for the user.



**Figure 8.** Nomad Super Scout II used in our experiments.

## 5. Experiments and results

We have performed some initial experiments in a laboratory environment with promising results. Two different users executed a set of gesture repetitions to move the robot from one point to another. Each gesture recognized by the visual system, it was sent to the robot, and the predefined motion command was executed. We were able to move the robot in the lab using the four command gestures. We observed that the reliance of the gesture recognition results was very close to the results described in table 1. The communication module took was always established taking short periods of time without loss of information.

The navigation system was able to execute correctly all those commands sent by the gesture recognition module. However, a limitation of our system is the fixed amount of movement predefined for each command. This drawback would be minimized by developing a local decision module for the robot to decide the amount of movement it can execute, given local depth information obtained by the robot sonars and a range-finder laser. A pre-constructed free-space map of the environment and their correspondig roadmap could be helpful to command the robot [11]. Another alternative is to include a speech recognition system to complement our gestures. Once we have this, we will be able to define experiments to evaluate the entire system, moving the robot from one point to another in our lab.

## 6. Conclusions and future work

In this document we described a remote operation system based on visual recognition of gestures to execute movement instructions for mobile robots. Although there exist some similar applications, we use simpler and more natural gestures. Moreover, we consider another applications such as remote control for exploration. Our system is composed by two main components: the gesture recognition module and the remote operation module. The former is a visual system to recognize four gestures executed with the user's right-hand. The latter enables the visual system to send commands, receiving and executing a desired command on a mobile robot. With initial experiments in a laboratory environment we obtained promising

results. If the robot recognized a gesture, then this was executed by the robot, and we were able to move the robot in the lab using those four command gestures.

As future work we expect to increase the current number of gestures to execute more complicated robot movements, such as turning the robot with different degrees of rotation. It could be helpful to consider recognition of continuous gestures and the user's speech to increase the reliance of the commands sent to the robot. Also, we plan to include a navigation system based on sonar sensors and range-finder lasers for the robot. The goal is to develop a local decision system for the robot to decide which movement it will execute given sensor data and a command gesture.

## References

- [1] Roger E. Kahn. *Perseus: An Extensible Vision System for Human-Machine Interaction*. PhD thesis, The University of Chicago, 1995.
- [2] David Kortenkamp, Eric Huber, and Peter Bonasso. Recognizing and interpreting gestures on a mobile robot. In *Proceedings of the AAAI-96*, AAAI Press/The MIT Press, pages 915–921, 1996.
- [3] Thad Eugene Starner. Visual recognition of american sign language using hidden markov models. Master's thesis, MIT. Program in Media Arts and Science, 1995.
- [4] Yanghee Nam, Kwangyun Wohn, and Hyung Lee-Kwang. Modeling and recongnition of hand gesture using colored petri nets. *IEEE Transactions on Systems Man, and Cybernetics*, 29(5):514–521, 1999.
- [5] Jerome Martin and Jean-Baptiste Durand. Automatic gestures recognition using hidden markov models. In *Fourth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, 2000.
- [6] J. Cassell. *Computer Vision in Human-Machine Interaction*, chapter A Framework For Gesture Generation And Interpretation. Morgan Kaufmann Publishers, 1998.
- [7] R. Peter Bonasso, Eric Huber, and David Kortenkamp. Recognizing and interpreting gestures within the context of an intelligent robot architecture. In *AAAI Fall Symposium on Embodied Language and Action*, 1995.
- [8] Stefan Waldherr. Gesture recognition on a mobile robot. Master's thesis, Carnegie Mellon University. School of Computer Science, 1998.
- [9] Lawrence R. Rabiner. *Readings in Speech Recognition*, chapter A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition. Morgan Kaufmann Publishers, 1990.
- [10] Homero V. Ríos, François Berard, and Jöelle Coutaz. Navegación robótica y telecontrol con ademanes. In *Prmer congreso de Robótica, Asociación Mexicana de Robótica*, pages 71–78, 1999.
- [11] Leonardo Romero, Eduardo Morales, and Enrique Sucar. Learning probabilistic grid-based maps for indoor mobile robots using ultrasonic and laser range sensors. In *MICAI 2000: Advances in Artificial Intelligence*, pages 158–169, 2000.
- [12] Michael J. Jones and James M. Rehg. Statistical color models with application to skin detection. Technical Report CRL 98/11, Cambridge Research Laboratory, 1996.
- [13] S. A. V. I. Group. Stereo active vision interface. Available at: <http://www.cs.yorku.ca/tsotsos/savi/>, May 28, 1999.
- [14] Héctor Avilés, Enrique Sucar, and Víctor Zárate. Dynamical arm gestures visual recognition using hidden markov models. In *IBERAMIA/SBIA, Workshop on Probabilistic Reasoning in Artificial Intelligence*, pages 1–8, 2000.

- [15] Jeff Forbes, Tim Huang, Keiji Kanazawa, and Stuart Russell. The batmobile: Towards a bayesian automated taxi. In *Proceedings of the Fourteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pages 1878–1885, 1995.
- [16] Geoffrey Zweig and Stuart Russell. Probabilistic modeling with bayesian networks for automatic speech recognition. In *Australian Journal of Intelligent Information Processing Systems*, volume 5(4), pages 253–260, 1999.
- [17] Zoubin Ghahramani. Learning dynamic bayesian networks. *Lecture Notes in Computer Science*, 1387:168–199, 1998.
- [18] Xavier Boyen, Nir Friedman, and Daphne Koller. Discovering the hidden structure of complex dynamic systems. In *Proceedings of the Fifteenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, 1999.
- [19] Kevin Murphy. A brief introduction to graphical models and bayesian networks. Disponible en: <http://www.cs.berkeley.edu/~murphyk/Bayes/bayes.html>, March 3, 2001.
- [20] Héctor Avilés and Enrique Sucar Succar. Reconocimiento visual de gestos dinámicos empleando redes bayesianas dinámicas. In *VI Taller Iberoamericano de Reconocimiento de Patrones*, 2001.
- [21] Luis Enrique Sucar and Marco Antonio López. Virtual laboratories. Available at: [http://www.mor.itesm.mx/~laboratorio\\_virtual.html](http://www.mor.itesm.mx/~laboratorio_virtual.html), August 16, 2002.
- [22] Luis Enrique Sucar and Marco Antonio López. Mobile robot virtual laboratory. In *Segundo congreso nacional de robótica*, pages 63–68, 2000.

## **COMPARISON BETWEEN CLASSIFICATION AND PDF ESTIMATION SVMs FOR DRIVER'S VIGILANCE MONITORING .**

Miguel GONZALEZ-MENDOZA LAAS-CNRS, Alfredo SANTANA-DIAZ LAAS-CNRS, Bruno JAMMES LAAS-CNRS, André TITLI LAAS-CNRS, Daniel ESTEVE LAAS CNRS, Neil HERNADEZ-GRESS ITESM División de Profesional y Graduados, Campus Estado de México.

En este artículo se presenta una comparación de dos tipos de Redes Neuronales para supervisión y diagnóstico de procesos. Los tipos de redes neuronales comparados son las Máquinas de Soporte Vectorial (Support Vector Machines SVM) en forma de clasificación binaria (SVM-BC) y estimación de densidad (SVM-PDF). Ambos sistemas se utilizan para realizar la detección y supervisión de procesos dinámicos y estocásticos. Dentro de este artículo, la aplicación de dichos sistemas es la detección del estado de vigilancia de un conductor de automóvil (conductor : vigilante, no-vigilante), proceso altamente estocástico y dinámico por la participación del ser humano. Dichos estudios, han sido realizados dentro del marco del proyecto Europeo AWAKE. Después del aprendizaje de los sistemas, la evaluación nos muestra que para SVM-BC es necesario contar con patrones de clases normales y anormales, mientras que para SVM-PDF solo la clase normal es necesaria, sin embargo la evaluación nos muestra que SVM-BC tiene una mejor generalización en problemas reales. Dicho artículo, fue presentado dentro del congreso IEEE 5th Intelligent Transportation Systems.

**CONTINUOS ACTIVITY RECOGNITION WITH MISSING DATA.** Rocío Díaz de León, Departamento de Computación, Campus Cuernavaca, ITESM; Luis Enrique Sucar, Departamento de Computación, Campus Cuernavaca, ITESM.

Human activity recognition involves several problems like changes when an activity is performed by different persons. This means that that the people can perform the same activity faster or slower and also the way that an activity is performed can change, therefore we can have different trajectories representing the same activity. Another problem exists when we do not have the whole trajectory because of occlusion or noise. In this work, an approach for human activity recognition based on the Fourier transform and Bayesian networks is presented. This approach can recognize activities performed by different people and can work with missing data. It performs continuous activity recognition without the necessity of manually indicating when the activity starts or finishes.

**Área: Tecnologías de Información**  
**Coordinador de área: Dr. Luis Enrique Sucar Succar**

**Sistemas inteligentes**

**Coordinador de mesa: Dr. Rogelio Soto Rodríguez**



# PREVENTING PASSWORD SHARING: USER AUTHENTICATION VIA FUZZY C-MEANS CLUSTERING APPLIED TO KEYSTROKE PROFILES

Salvador Mandujano, Rogelio Soto

This paper describes the design and implementation of an authentication system developed for preventing password sharing using fuzzy techniques applied to biometrical data. The c-Means clustering algorithm is implemented to create personal per-keyboard profiles based on the typing patterns of users. These profiles are accessed at logon time to further validate the identity of the user by comparing the fuzzy values obtained by a membership function applied to the input (i.e., keystroke intervals) with the values stored on the profile. If they match within a certain precision threshold defined by the administrator, then the user is granted access. Typing profiles are ciphered with the DES private-key cryptography algorithm using the actual passwords as keys and stored along with the ciphered passwords on the file system to provide a higher level of security.

Keywords: password, authentication, c-Means, clustering, biometrics, keystroke profile

## 1. Introduction

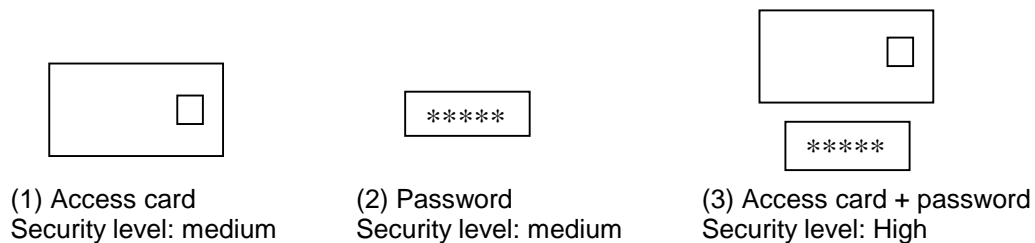
Biometrical mechanisms are the strongest way to authenticate people, that is, to verify their identity [1] [2]. As human beings, we have particular characteristics that make us different from others. Our genetic code, fingerprints, handwriting, and ocular retinal pattern are examples of biometrical features that make us unique and distinguishable as individuals. There is another biometrical measure that has been explored lately as a mean to easily support user identification: the typing pattern of a person on a computer keyboard [2] [3]. It is well known that the typing frequency of a user is a distinctive feature and, even when it is not a method as robust and effective as others that involve costly equipment and software, it is not difficult to obtain this kind of information from users and it is also very useful for enhancing user authentication on computer systems.

Passwords have remained the favorite authentication method for several reasons: they are easy to implement, easy to use, their strength can be tuned up by applying different cryptographic algorithms depending on the security level desired, and they are an inexpensive way of validating user access. For these reasons, most network systems use passwords for authenticating their users so that they can get access to the available services. If the username or password is incorrect, then the user is denied access. Otherwise, she is able to log on.

- 
- Salvador Mandujano is a PhD student at the Intelligent Systems doctoral program of Tec de Monterrey. He can be reached by email at: [smv.@csi.mty.itesm.mx](mailto:smv.@csi.mty.itesm.mx)
  - Dr. Rogelio Soto is the Head of the Center for Intelligent Systems and faculty member at Tec de Monterrey. He can be reached by email at: [r.soto@ieee.org](mailto:r.soto@ieee.org)

The security of typical password systems resides on the actual ciphered string containing the password and on the inability to decipher it while it is stored on the system. This type of security is based on *something the user knows*, in this case, an access word or key password. If someone else gets to know the password, she will be able to log on into the system legitimately. There exist other security systems that are based on *something the user owns*, for instance, a key or an access batch. If someone gets the key, she will be able to access the protected resource with no trouble.

The system being introduced in this paper uses both of these security mechanisms (see Figure 1). It uses a password string, as something the user must know in order to enter the system, and it also uses her keystroke pattern as something she owns. If a user knows the password but cannot type it on the keyboard with the right rhythm or pace, she would be unable to log on into the system. On the other hand, if the user does not remember the password but she is actually the legitimate user, she will be denied access as well. Both components need to be present for the user to be granted access: the password and an acceptable keystroke pattern. If any of them is missing, then the system will reject the access request.



**Figure 1.** Authentication systems: (1) something the user owns, (2) something the user knows, or (3) a combination of both. Our prototype uses the latter approach: a biometrical feature of the user + her password.

This is a way of reinforcing the effectiveness of passwords that are sometimes shared by their owners to give other people permission to access personal accounts [1] [4]. If a user wants someone else to enter the system on her behalf, she just needs to let that someone know the password and automatically the other person will be able to use the system. That is also what happens with password that has been sniffed from a connection line. Someone tapping on a connection can capture all the passwords in the clear that travel through it. If these passwords are not protected by cryptography or by a secondary mechanism like application wrappers, they will give immediate access to outsiders who can abuse the privileges they log on with.

By using enhanced authentication through keystroke pattern analysis we prevent people from using other people's passwords. They will have to do two things in order to enter the system: 1) get the password of one of the users and 2) guess the typing patterns of that particular user. This additional factor makes security stronger since a keystroke pattern is something difficult to imitate and even to communicate over the phone or through an email message. With this mechanism we prevent users from sharing their passwords with other people - even if they want to. This problem constitutes a typical administration issue: if more than one user is logging on into the system with the same user name, the administrator is unable to tell which one of the users is doing what - especially when it comes to anomalous activity. Multi-user systems require mechanisms to make sure that all the accounting is done correctly and that is exactly what this system is trying to support by strengthening user authentication using fuzzy techniques.

This paper includes the following sections. Section 2 reviews background information and the overall design of the prototype. Section 3 describes the fuzzy technique followed to build the authentication mechanism and it also mentions other similar projects related to keystroke dynamics. Section 4 talks about the experimentation results and evaluates the effectiveness of the approach. Conclusions and references are at the end of the document.

## 2. Methodology and Design of the Fuzzy C-Means Algorithm

In the first part of this section we describe the fuzzy techniques that were used to develop the authentication model, i.e., clustering and the c-Means algorithm [5]. The specifics of the design are described in the second part.

### 2.1. The Fuzzy C-means Algorithm

Clustering algorithms are used to determine groupings among a population of points or individuals. They analyze the similarity of these individuals in order to group them or to separate them. Once these groupings or *clusters* [5] [6] are formed, a new incoming individual or sample can be classified into one of them according to its particular features. In other words, a pattern describing the members of each cluster is found so that new individuals can be measured against it. This pattern will help identify what grouping the new sample belong to and there is one cluster member called *centroid* that represents this pattern and all the members of the grouping.

Let  $X$  be a set of points and let  $W(X)$  be the power of the set [5], that is, the set all of possible subsets of  $X$ .  $A$  is a cluster or *partition* if and only if  $A \in W(X)$  ( $A$  is a possible subset of  $X$ ). We can define a membership function for  $A$  as follows:

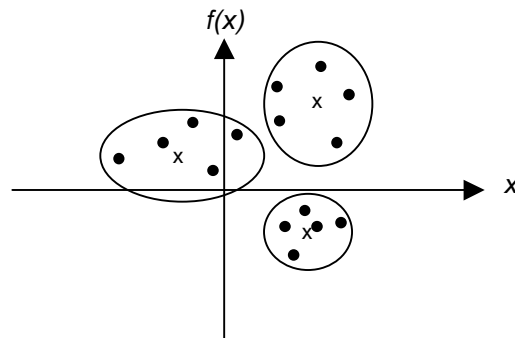
$$u_{Ak} = \begin{cases} 1, & x_k \in A \\ 0, & x_k \notin A \end{cases}$$

Where  $u_{Ak} = 1$  means that  $x_k$  belongs to cluster  $A$ . Now suppose that we have two clusters  $A_1$  and  $A_2$ . We can apply the function above to a group of, let's say, three input points  $p$ ,  $q$  and  $r$ , and then we can create partition matrix  $U$  with the crisp membership values of the three points and the two clusters:

$$U = \begin{matrix} & \begin{matrix} p & q & r \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

The 1 values indicate absolute membership and the zeros absolute non-membership. Any given point will only belong to one and only one cluster and not to other clusters (there will always be only one 1 value in each column). Whether the point belongs to one cluster or another is determined by a similarity measure that helps group similar individuals (e.g., points) together. For evaluating that similarity, the centroid member is used.

In the case of two data points, the similarity measure is typically the distance between them. The closer they are, the stronger the probability of belonging to the same cluster. Figure 2 shows three sets of clusters. They group all the points present in the bi-dimensional space according to the coordinate values in  $x$  and  $y$  of each of the points. Every cluster then has a special representative member or centroid and, in circular clusters, for instance, it is located in the actual geometrical center of the set. For other cluster shapes, it may vary in location [6].



**Figure 2.** Three clusters ( $C1$ ,  $C2$ , and  $C3$ ) in a bi-dimensional space. Crosses represent cluster centroids.

Once a new point needs to be classified, it is compared against the existing clusters by taking their centroid and radius values. For irregular cluster shapes, a membership function is applied. In the case of the example in Figure 2, three membership values would be computed for every incoming point  $P$ :  $f1(P)$ ,  $f2(P)$ ,  $f3(P)$  - one per cluster. Then the membership of  $P$  will be assigned to the cluster with the highest membership value. That is,  $P$  will belong to cluster  $C1$ , cluster  $C2$  or cluster  $C3$ , but not to more than one cluster.

The *c-Means* algorithm [5] is a fuzzy technique that works something like this but that provides more flexibility regarding cluster membership. The most important point to mention is that in Fuzzy systems an individual may belong to more than one class or cluster with different membership degrees. This arises from the fact that it is ambiguous to tell whether a point belongs one hundred percent to a cluster. To deal with this ambiguity, it is necessary to introduce some fuzziness into the formulation of the problem. Instead of having crisp boundaries for a cluster, that is, a binary threshold indicating whether a point definitely belongs to a cluster or not, we have fuzzy membership functions that compute that degree of membership for each cluster.

The purpose of *c-Means* is to find clusters from a set of input (training) points using this loose membership strategy. This algorithm is the most famous one that has been developed for this purpose. It was created by Bezdek in 1981 and, like in this case, has been proven effective to solve real life problems and to support existing technology that makes use of pattern matching methods.

Unlike traditional clustering, for the case of fuzzy, the membership function is not defined that drastically. The output value of a fuzzy membership function will be a real value between 0 and 1, which is  $u_{Ak} = [0, 1]$  for a fuzzy cluster  $A$  and an input point  $k$ . A partition matrix for two fuzzy clusters and three input points will look like this:

$$U = \begin{bmatrix} 0.24 & 0.15 & 0.93 \\ 0.76 & 0.85 & 0.07 \end{bmatrix}$$

Each entry represents the membership degree of an element with respect to a cluster. The first point, for instance, will belong to one cluster with membership of 0.24 while, at the same time, will belong to the other cluster with membership 0.76. It belongs in a higher degree to the second cluster but, still, it does belong to the other cluster even when the degree of membership is lower.

The c-Means algorithm will find  $U$  by defining the clusters and the set of cluster centroids  $V$ . The algorithm works as follows:

**Step1.** Given a data set  $X = x_1, \dots, x_n$ , where  $x_i \in R$ , fix the number  $c$  of clusters where  $c \in 2, 3, \dots, n-1$ , then set  $m \in (1, \infty)$  and initialize partition  $U^0$ .

**Step2.** At iteration  $l$ ,  $l = 0, 1, 2, \dots$ , compute the  $c$  mean vectors  $v_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, c$ , that is, the average points of the clusters. Being  $u_{ik}$  the proximity function of  $x_i$  with respect to cluster  $k$ :

$$v_i^{(l)} = \frac{\sum_{k=1}^n (u_{ik}^{(l)})^m x_k}{\sum_{k=1}^n (u_{ik}^{(l)m)}}, \quad 1 \leq i \leq c$$

**Step 3.** Update  $U^{(l)} = [u_{ik}^{(l)}]$  to  $U^{(l+1)} = [u_{ik}^{(l+1)}]$ :

$$u_{ik}^{(l)} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left( \frac{\|x_k - v_i^l\|}{\|x_k - v_j^l\|} \right)^{2/(m-1)}}, \quad 1 \leq i \leq c, 1 \leq k \leq n$$

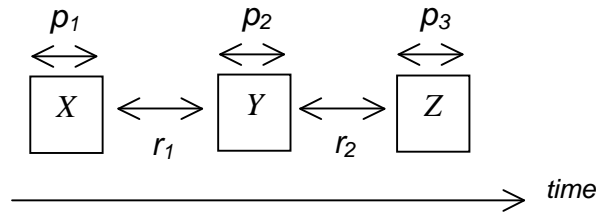
**Step 4.** If  $\|U^{(l+1)} - U^{(l)}\| < \varepsilon$  where  $\varepsilon$  is an error level, stop; otherwise set  $l = l + 1$  for the next iteration and go to Step 2.

The algorithm will converge to a set of  $c$  clusters and a partition matrix  $U$  showing the membership values of each point with respect to the clusters. As mentioned before, c-Means will find the cluster centroids and a set of  $c$  membership values for each point.

## 2.2. Design and implementation

This system is designed to learn the keystroke patterns of the users. When typing a password, there are two variables that are being considered for measurement: 1) the time a key stays pressed, and 2) the interval before releasing a key and pressing the next one (see Figure 3).

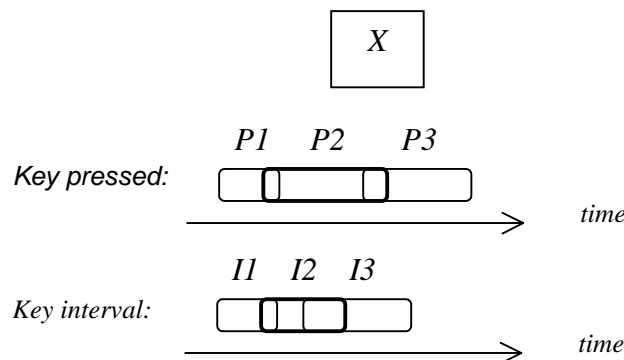
These two values are read every time a key is typed on the keyboard and they are the input data for the modeler. For example, if we have a password of length three, we will have two interval-time values  $r_1$  and  $r_2$  and three key-pressed times  $p_1$ ,  $p_2$ , and  $p_3$ . In general, for an  $n$ -letter password, we will have  $n$  key-pressed time values and  $n-1$  interval-time values.



**Figure 3.** Key-pressed and key-released time variables for a 3-letter password “XYZ”:  $p_1$ ,  $p_2$ , and  $p_3$  correspond to the times when keys remained pressed;  $r_1$  and  $r_2$  correspond to intervals between pressed keys.

For training the system, a password needs to be entered  $k$  times where  $k$  can be either 5, 10, 20, or 30. Once it is done, we get  $k * n$  key-pressed times and  $k * (n-1)$  key-interval times. Then the c-Means algorithm is then applied to define six clusters per key pressed: three for the  $k$  key-pressed times and three for the  $k$  interval times (except the first key which does not have an interval value; see Figure 4).

These values are one-dimensional and the computation of centroids is equivalent to computing the arithmetic mean of the input times. These clusters are created with the purpose of defining the centroids, which are actually used to authenticate a user. The pattern profile is composed by the centroid and, additionally, the standard deviation of the points in the cluster.



**Figure 4.** Six clusters for a key  $X$  that has been pressed:  $P_1$ ,  $P_2$  and  $P_3$  corresponding to key-pressed times and  $I_1$ ,  $I_2$  and  $I_3$  corresponding to key-interval times. They each mean *slow*, *exact* and *fast* typing inputs, respectively (see Figure 5).

All these data are written to a text file and ciphered using the DES algorithm library taking the password as the key [1] [7] [8]. That is, once the system is trained and it has learned the keystroke pattern of the user, this information is protected by ciphering it using the password to encrypt it and decrypt it: if the password the user types is wrong, the profile will not be even deciphered; if it is correct, then the profile is deciphered and compared against the typing pattern just observed. Each of the clusters corresponding to the keys that the user presses and releases will be used to decide whether or not the user is the person she says she is.

If the user wants to authenticate to the system, she types in her password and her keystroke times are read by the security system. They are then compared to the clusters corresponding to each key. For instance, if the second letter of the password is a Y then the following six centroids will be read:  $v_{Yp1}$ ,  $v_{Yp2}$ , and  $v_{Yp3}$ . These are the centroids for the key-pressed time clusters, and  $v_{Yr1}$ ,  $v_{Yr2}$ , and  $v_{Yr3}$ , that correspond to the centroids for the key-interval times. Then the difference between the observed keystroke times are computed and then compared to the corresponding standard-deviations  $sd_{Yp1}$  and  $sd_{Yr1}$ :

$$\begin{aligned} m_{Yp1} &= sd_{Yp1} - [v_{Yp1} - k_p] & m_{Yr1} &= sd_{Yr1} - [v_{Yr1} - k_r] \\ m_{Yp2} &= sd_{Yp2} - [v_{Yp2} - k_p] & m_{Yr2} &= sd_{Yr2} - [v_{Yr2} - k_r] \\ m_{Yp3} &= sd_{Yp3} - [v_{Yp3} - k_p] & m_{Yr3} &= sd_{Yr3} - [v_{Yr3} - k_r] \end{aligned}$$

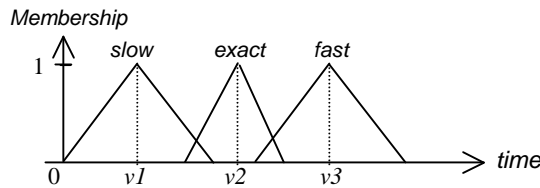
Where  $k_{[p,r]}$  are the keystroke timings just entered. These final membership values  $m_{Ypi}$  and  $m_{Yri}$  are compared to the precision constant  $\delta$  defined into the system which serves the purpose of adjusting the *authentication strength*: for a small  $\delta$ , authentication is tight and the user will have to provide a keystroke pattern very similar to the one stored on the profile. A large  $\delta$  allows for more flexibility and will let the user log on more easily. Her keystroke pattern needs not be as close as the one stored on the profile like when using a small value of  $\delta$ .

What these computations do is to measure the deviation from the typing times from the stored values. If they are close to the centroid of all the defined clusters, it means that the user is probably who she says she is. The  $\delta$  constant can be tuned up to vary the required level of accuracy. If it is left too small, a legitimate user will have to try several times before the system recognizes her typing (see the *Results* section for details).

From the model described above we can identify three fuzzy sets that are defined for each time variable (Figure 5): *fast*, *exact* and *slow*. Once a user types a key, this key will have three membership values - one for each fuzzy set - and will belong to one of them with a higher degree. If the variable has a higher membership value for the *exact* set, it means that it was typed correctly. If it belongs to any of the other sets at a higher degree, it means it does not correspond to the keystroke pattern stored on the system. The number of *exact* categorizations is summed up into a variable  $e$  that is then divided by the maximum number of possible exact values  $f$ .

$$q = e / f \begin{cases} q \leq \gamma \rightarrow \text{access granted} \\ q > \gamma \rightarrow \text{access denied} \end{cases}$$

Parameters  $\delta$  and  $\gamma$  are configuration settings for the system. They define how accurate we want the typing sequence to be and that way make authentication tighter or looser.



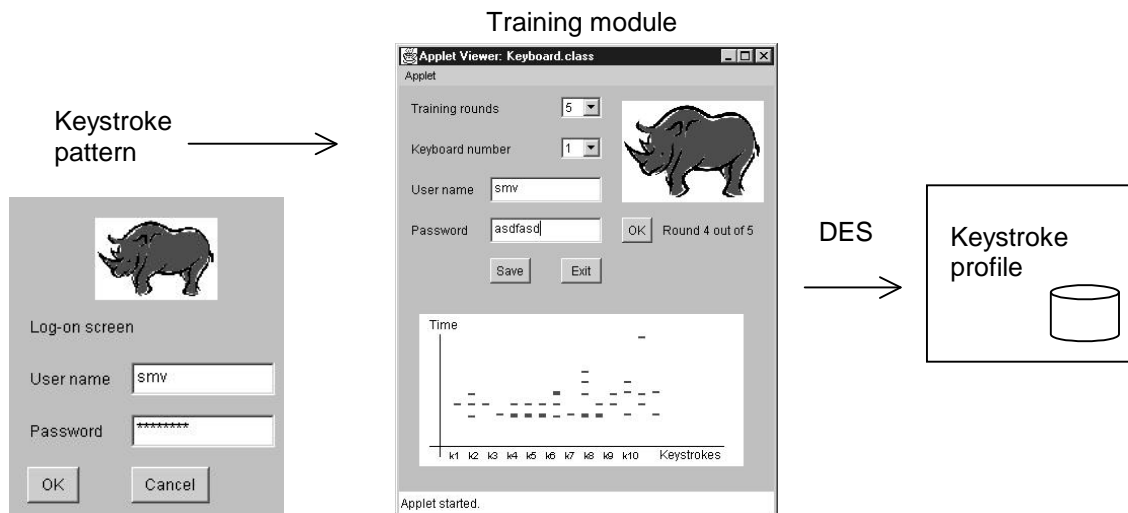
**Figure 5.** Three fuzzy sets and their centroids for each time component of the input: *slow*, *exact* and *fast* (the width of the sets depend on the configuration variables defined by the administrator).

Important to notice that other projects involving enhanced security through keystroke dynamics have been developed as well: [2] [3]. The main difference is the technique they use. The first reference uses fuzzy classes but not clustering. In addition to the keystroke information, it incorporates a degree of complexity value for the password itself based on the distance between the keys that compose the password. The approach is different from the one implemented here. We define more fuzzy sets per key in order to maximize the accuracy for profiling the user. The other project uses decision trees to build user profiles but it does not use fuzzy methods. The trees are visited to classify the keystroke pattern of the user that tries to log on into the system.

### 3. Experimentation and results

The system is composed of two modules: the training module and the test module. The training module (Figure 6) is designed to learn keystroke patterns from users. The number of times the user needs to type in her password is defined here as well as her user id, which works as the profile name. Additionally a keyboard number may be specified. This keyboard number is used to let the user have several profiles given that the typing pattern of a person may in fact vary from keyboard to keyboard.

The lower panel shown in the training module plots the typing frequencies read from the keyboard. They give an intuitive idea of how a keystroke pattern looks like and it is displayed for visualization purposes only. Once the user has typed in her password the requested number of times, a profile with the name "username.prf" is created. This profile stores the centroids and standard deviations computed by the c-Means algorithm. This profile is then ciphered with the actual password using the *DES cipher* [1] [7] implemented on the *org.logi.crypto.keys.DESkey* Java class [8] (the prototype system was developed in Java using the JDK v. 1.3.1).



**Figure 6.** How the prototype works. Once the password is entered, fuzzy membership values are computed in order to build the typing profile. This is then ciphered and stored on the filesystem.

Once the user has trained the system, she can go to the test module to see whether it has learned the pattern. Like any logon screen, it will send an "Access granted" or an "Access denied" message to the user indicating whether the authentication succeeded or not.



In the experimentation phase, fifteen users trained the system with their passwords and created their personal profiles. Then they were asked to type the password of the other fourteen users fifteen times each. The results are captured in the following table (Table 1).

**Table 1.** Experimentation results. The password corresponding to each user-id in is shown in the *Password* column. The third column indicates the percentage of times the user was correctly authenticated and the fourth column indicates the percentage of times other users were able to log on using the password of the legitimate user.

Userid	Password	Success identifying legitimate user (%)	Failing to detect impostor (%)
gork	Napoleon	90	13
vaquero	Carreta3	91	22
germanmontalvo	montalvo4	66	07
ale	KoreAA	95	25
dona	asdfasdf	93	14
wachu	w2567	89	09
brije	lkjoui	93	10
hgcc	ceballos	93	34
tres	aebgtw1	91	00
sam	wanfpc2d	88	08
domino	dOMINO	92	23
Yakarta	s1sss3	92	14
fam	hamloo	87	09
Edmv	edomand	94	21
michun	barl	89	17

It can be noticed that longer passwords provide an easier way to learn a user's keystroke pattern. An unauthorized user can correctly type passwords that are too easy or too short. As indicated by the good practices of setting up passwords, it is then convenient to combine a support authentication module like this with a good password policy that avoids the use of passwords that are easy to guess and to type. A break-in not only affects the user with whom account the outsider is accessing the system, but it also puts in risk the information of the rest of the users.

#### 4. Conclusions

Password authentication can be conveniently enhanced through keystroke pattern monitoring. The proposed fuzzy method using the c-Means clustering algorithm is easy to implement and provides an extra-level of security that makes password authentication stronger. The main benefit of this security model is preventing password sharing and stealing by including an additional variable into the authentication equation. The experimental results show that this sort of biometrical measure positively identifies legitimate users and the implemented tool can be fine tuned to determine the level of accuracy required for gaining access to a system. Compared to other authentication mechanisms that require extra hardware and complex software, this system uses any computer keyboard as a tool to acquire biometric data from the user that may prevent outsiders from gaining access into sensitive accounts.

## 5. References

- [1] Pfleeger, C. Security in Computing. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J. (1995).
- [2] De Ru, W. and Eloff, J. Enhanced Password Authentication through Fuzzy Logic. Fuzzy Logic, IEEE Expert 1997 Nov-Dec num. 1. Pp. 38-44 (1997).
- [3] Gutierrez, F. and Salgado, R. and Lerma, M. and Cantu, F. Biometrics and Data Mining: Keystroke Dynamics Using Data Mining Techniques. Proceedings of MICAI 2002, Merida, Mexico (2002).
- [4] Jobusch, D., Oldehoeft, A. A Survey of Password Mechanisms: Weaknesses and Potential Improvements. Computers and Security vol. 8. Pp. 587-604 (1989).
- [5] Wang, L. A Course in Fuzzy Systems and Control. Prentice Hall (1997).
- [6] Blanco-García, E. Clustering Algorithms: An Overview. URL <http://www.1.imin.es/~eblanco> (2002).
- [7] Schneier, B. Applied Cryptography 2<sup>nd</sup> edition. Wiley Assoc. (1996).
- [8] Guttman, P. Godzilla crypto tutorial, Part I. RSA Labs. URL <http://www.it.iitb.ac.in/~amit/docs/> (1997).

# KNOWLEDGE ACQUISITION USING FUZZY LOGIC AND SYSTEM DYNAMICS

Rafael E. Bourguet<sup>1</sup>, Rogelio Soto

*Knowledge Acquisition consists of two steps: (1) elicitation and (2) codification of knowledge in a computer. A method for qualitative knowledge acquisition based on Fuzzy Logic and System Dynamics is presented. A set of fuzzy rules pretends to carry out a hotel business administration. This research represents an effort to extrapolate some of the benefits that Fuzzy Logic has brought to the area of control systems by representing qualitative knowledge of human operators to the discipline of System Dynamics by representing policies of decision-makers. The set of fuzzy rules and the hotel model have been implemented using the "ithing" software. Results show advantages and disadvantages of the method in both knowledge representation processes and learning process of managers when the attention is explicitly paid on the rules that transforms information into action.*

Key words: Knowledge Acquisition, Fuzzy Logic, System Dynamics.

## 1. Introduction

The processes of knowledge acquisition, knowledge representation and the method of inferring decision rules are the fundamental issues in the design and development of intelligent systems. By its own side, knowledge acquisition has proved to be one of the greatest challenges in these developments. It involves a "knowledge engineer" interviewing the appropriate human experts and literally writing down with a computer language all of the relevant knowledge and decision-making rules used by the human expert.

The process of knowledge acquisition involves (1) identifying and eliciting relevant technical knowledge and (2) registering and getting it into computable form so it can be used to solve a problem.

The interest of this research belongs to efforts of knowledge acquisition where:

- Internal models for simulation are required.
- There is no data, cases or training patterns available for machine learning methods.
- The domain experts are decision-makers from business and administration.

One of the problems is to collect the enough volume of information and rules involved, but another and bigger one, as [1] states, is "that while humans experts are capable of solving problems within their domains of expertise, they generally do not know how they accomplish these tasks. The skill required of the knowledge engineer is to be able to extract the decision-making process from the domain experts despite their not being aware of man elements of this process." One of the challenges in the process is finding a source of expertise or knowledge. Written or recorded documents are typically incomplete and sometimes misleading. Manuals for example often leave out crucial "tricks" that experts have discovered through the time. As well, the best and most experienced domain persons are generally running out of

---

<sup>1</sup> Rafael E. Bourguet Díaz, Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, bourguet@itesm.mx. Rogelio Soto Rodríguez, Profesor del Centro de Sistemas Inteligentes, rsoto@itesm.mx, ambos del ITESM Campus Monterrey.

time and do not have much time for participating as necessary for the construction of the system. Additionally, in complex systems where many perspectives of the same situation are involved, multiple experts equally skilled in the same field disagree on how to do the job.

There are some automatic tools to assist the knowledge acquisition process toward expert systems but not in the same sense for creating computer simulation models. Some of the automatic tools of knowledge-based systems have been proposed by [2, 3, 4, 5, 6]. Research is carried out in order to provide customized interviewing techniques to help get at distinctions experts find difficulty to verbalize. Also, research on how to analyze completeness, consistency and circular reasoning. The techniques describes so far are mainly focused on interviewing a domain expert, however many benefits have been generated from the area of Machine Learning [7, 8, 9]. Machine learning focuses on methods to make a computer programs to learn autonomously from examples or from feedback to its own performance. The knowledge is acquired through a training process rather than by directly encoding instructions from an interview. In domains where data, cases and training are available, the knowledge acquisition effort can be quite efficient and effective.

The objective of this research is to develop a method-based on Fuzzy Logic and System Dynamics that support the process of Qualitative Knowledge Acquisition about dynamics of continuous complex systems. The focus is toward the modeling and simulation of policymakers' mental models on socio-technical-economic systems. The technical issue is the process of the Knowledge Acquisition of dynamic complex systems when scarce or non-numerical data are available and just individual or collective mental models are the information sources. Two research questions and justification to carry out this research are exposed as follows:

Two research questions are formulated: (1) based on Fuzzy Logic and System Dynamics, how to elicit uncertain, incomplete, and qualitative knowledge of the dynamics of complex systems and getting it into a model for computer-based simulation? and (2) when is adequate to use Fuzzy Logic into System Dynamics to represent dynamic complexity?

Theoretical value: As so far to the author's knowledge, there is only one published work by [10] in the literature that explore the use and benefits of working simultaneously Fuzzy Logic and System Dynamics. The difference between this research and the previous one is the use of Fuzzy Logic to represent policies or rules to make decisions instead of the use of fuzzy numbers as alternative to probabilistic methods for handling uncertainty and vagueness in parameter values. The article of 1994 is perceived by this research as a valuable piece of knowledge but with an undesired collateral effect in the community of System Dynamics: a lost of interest for using Fuzzy Logic in the construction of simulation models.

Methodology value: This research proposes an original method by integrating methods of three main disciplines of knowledge: Feedback Systems (from Control Engineering), Fuzzy Logic (from Artificial Intelligence) and System Dynamics (from Business and Administration). The research pretends to clarify when Fuzzy Logic is adequate to use in System Dynamics models during a process of knowledge acquisition. A prime convenience is to transfer some of the benefits that Fuzzy Logic has brought to the area of control systems by representing qualitative knowledge of human operators in physical systems to the discipline of System Dynamics by representing policies of decision-makers in business and administration systems.

## **2. Methodology**

Knowledge Acquisition Using System Dynamics. The method starts with the assumption that there is a problematic situation that demands to be understood in order to provide a solution through the change or design of policies. An analysis using System Dynamics has two objectives<sup>2</sup>: (1) to explain the

---

<sup>2</sup> Note that these objectives do not refer at all to the model of the system. Individual models depend on the point of view of the audience. There is no absolutely correct model of a system. All that can be done is to construct the right

behavior of the system in terms of its structure and policies, and (2) to suggest changes to structure, policies, or both, seeking an improvement in the problematic situation.

The method consists of 4 stages with a total of 10 steps [11].

### **1. Conceptualization**

- Define the purpose of the model
- Define the model boundary and identify key variables
- Draw the reference mode of the key variables
- Diagram the basic mechanism, the feedback loops, of the system.

### **2. Formulation**

- Characterize the Flows
- Estimate and select parameter values

### **3. Testing**

- Test dynamic hypothesis and model assumptions with simulation
- Test model sensitivity

### **4. Implementation**

- Analyze policies through the response of the model
- Translate study insights to an accessible form

Knowledge Acquisition Using Fuzzy Logic. The proposed method is based on three steps:

#### **1. Elicitation of policies from the decision-makers.**

- Select the set of conditions or variables that will be managed.
- Select the set of goal values for such conditions.
- Select the variables that will allow decisions be implemented.
- Sketch a hypothetical oscillating-damped time response of the deviation for each managed variable.
- Make clear the meaning of the variables: *deviation* and *Tendency of deviation*.
- Select two or three, at most, linguistic values (adjectives) for *deviation* and *tendency deviation* with regard to the managed variables.
- Select two or three singletons, at most, as linguistic values for the driving variables.
- Represent the knowledge of the manager as a policy system using if-then rules and linguistic values.

#### **2. Codification of the policies in a computer.**

- Apply the Mamdani's fuzzy model to represent the set of obtained policies.
- Test the policies in the model and adjust parameters.

#### **3. Utilization of the policies in computational models to respond and generate new questions.**

- Challenge the participants to drive the business in the computer.
- Ask the participants for observing how the virtual decision-maker performs in the same task.
- Allow them to periodically discuss the events enabling pauses during the simulation.
- Compare the performance of the participants and the virtual decision-maker. Emphasize the fact that he or she is competing against his or her own knowledge.
- Adjust policies in the knowledge-based fuzzy system.
- Let the participants execute as many times as they desire Step 3 in order to allow them to adjust their own policies through active discussions. The focus of Step 3 is to facilitate learning among the participants, making reflections of their own actions.

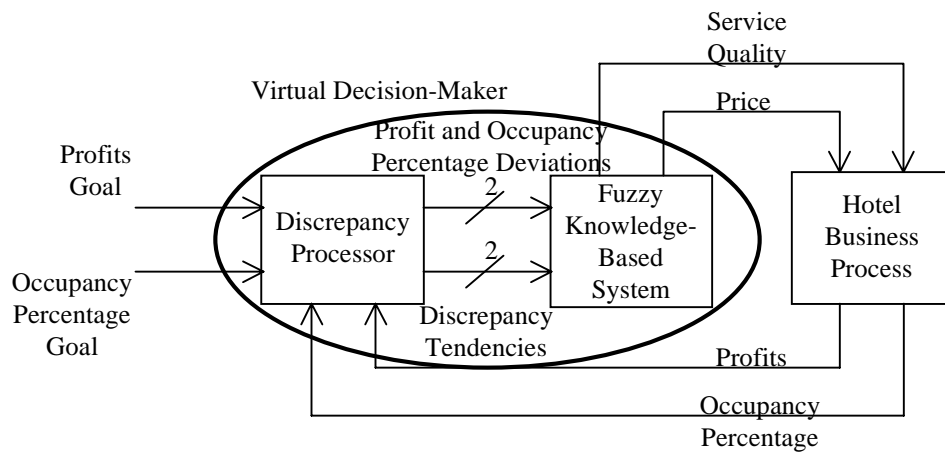
---

model of the relevant parts of the system according to a given purpose. So the correctness of the model will depend on the purpose defined by the audience.

### 3. Results and Discussion

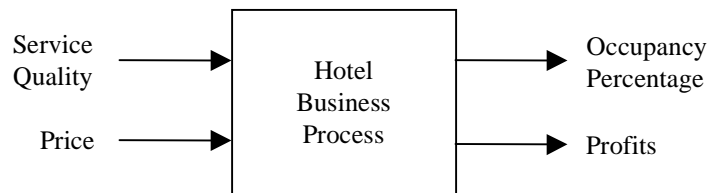
The objective of this section is to show the application and results of the method for policy representation using Fuzzy Logic described in previous Section. The method follows three steps: (1) elicitation of policies from the decision-makers, (2) codification of the policies in a computer, and (3) utilization of the policies in computational models to respond and generate new questions.

The scope is limited to establish the management or control of a hotel business process (HBP) to achieve goals on profits and occupancy percentage (Figure 1). The interactions and processes of two subsystems comprise the whole: (1) Hotel subsystem and (2) Decision-maker subsystem, which can be human or artificial (virtual) kind.



**Figure 1** Goal Seeking System for the Hotel Business and Administration

On one side, the HBP is considered a Multiple Input Multiple Output (MIMO) system of 2 x 2. The input variables are Service Quality and Price. The output variables are Occupancy Percentage and Profits (Figure 2).



**Figure 2** Hotel Business Process as a square system 2 x 2

On the other side, the decision-making policies, which control the process, are represented by a Fuzzy Knowledge-Based System (FKBS) with four inputs and two outputs as it shown in (Figure 1). The input variables are the two discrepancies between desired and current conditions of profits and occupancy percentages, and the two tendencies of both discrepancies. The output variables are the suggested price and service quality recommended by the FKBS called Virtual Decision-Maker during the interaction with the participants.

#### Step 1 Elicitation of Policies from the Decision-Makers

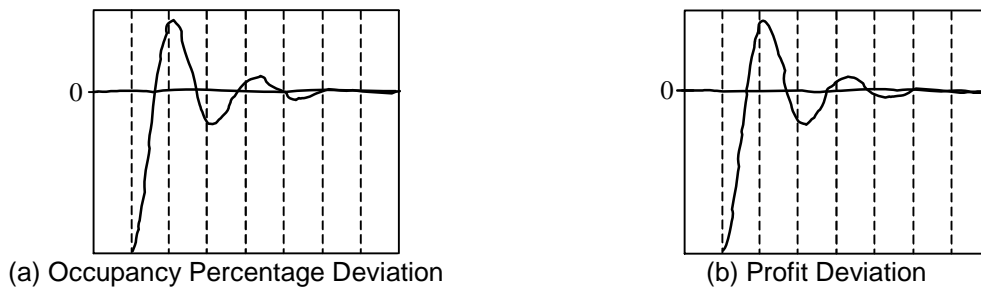
1. Select the set of conditions or variables you want to manage  
The selected variables are:

- *Profits*
- *Occupancy Percentage*

*Profits* is an indicator of how well the business is going on its objective of generating wealth. It reflects the fast dynamics of the system. *Occupancy Percentage* is an indicator of the number of clients that possesses the business. It represents the intangible asset of customer satisfaction<sup>3</sup>. This indicator refers to the slow dynamics of the system. It takes a longer time than that one required by *Profits* to increase or decrease.

Both managed variables *Profits* and *Occupancy Percentage* are accessible in the model as well as in the reality.

2. Select the set of goal values for such conditions  
The selected goals, objectives for the management exercise, for the problematic situation in the current year are:
  - *Profits*: 5% higher than those obtained last year
  - *Occupancy Percentage*: 10% higher than the one obtained last year
3. Select the variables that will allow decisions be implemented  
The variables that will drive the business-managed variables are:
  - *Price*
  - *Service Quality*<sup>4</sup>.
4. Sketch a hypothetical curve of the deviation time response for each managed variable  
Behavior hypothesis of Profit Deviation and Occupancy Percentage Deviation are sketched in (Figures 3) (a) and (b). The deviation behavior sketch along with its explanation can omit the sketches of desired and current conditions as well as tendency description. Signal of deviation behavior is a rich enough information to make decisions. The study of deviation signals is useful for linear and non-linear system analysis.



**Figure 3** Sketches of deviation signals

5. Make clear the meaning of the variables: *Deviation* and *Tendency of deviation*

*Deviation* ( $e$ ) and *Tendency of deviation* ( $\dot{e}$ ) are explained with the previous sketched response in (Figures 3 (a) and (b)). The following expressions:

$$e = \text{perceived condition} - \text{desired condition}$$

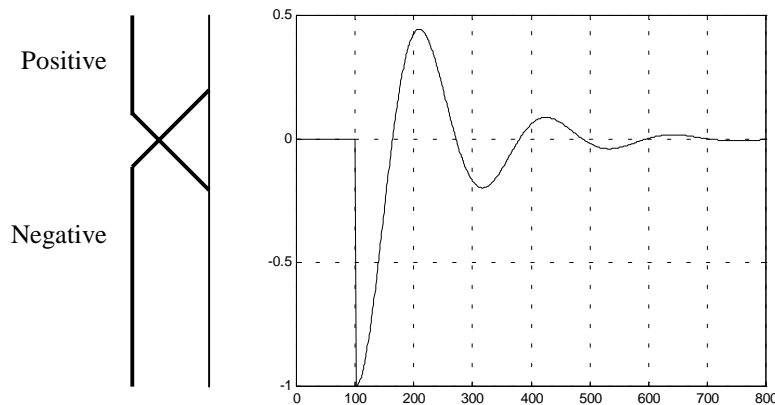
$$\dot{e} = d e(t)/dt$$

<sup>3</sup> The *Occupancy Percentage* indicator may also represent customer loyalty.

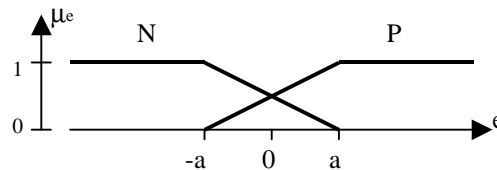
<sup>4</sup> *Service Quality* in the sense of services in infrastructure offered by the hotel, such as swimming pool, restaurant schedules, and discotheque, among some.

It should be clear to the participants that most of the policies used for them to make decisions through the time, limited by the scope of the modeling effort, will be considered during the session to acquire the policies with these two sketches.

6. Select two or three, at most, fuzzy sets for deviation and tendency deviation variables  
Two linguistic values (fuzzy sets) *Negative* and *Positive* have been selected for every linguistic variable (1) *Profit Deviation*, (2) *Occupancy Percentage Deviation*, (3) *Profit Deviation Tendency*, and (4) *Occupancy Percentage Tendency Deviation*. The two linguistic values are illustrated in (Figure 4). The parameters for every linguistic variable are presented in Table 2. The parameters represent the generic fuzzy partitions in this case.



**Figure 4** Two linguistic values Negative and Positive



**Figure 5** Two fuzzy sets and one parameter to handle the linguistic variable "e"

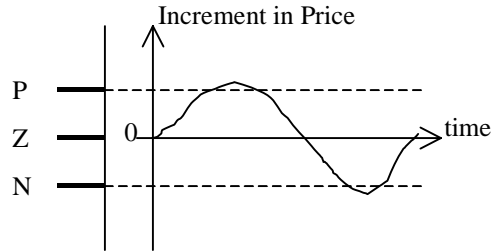
Two initial questions were formulated. (1) Are two fuzzy sets enough? (2) Is one parameter enough to handle the two fuzzy sets? Both questions were affirmatively answered by experimental results. Later on the research, the reference [12] was found with the same proposition for a different process and with satisfactory results as well. After a detailed analysis the conclusion is the fuzzy structure is generic to represent control laws for systems with two inputs and two outputs.

**Table 2** Parameter values for input linguistic variables

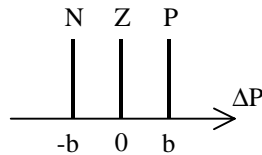
Linguistic Variable	Value of parameter "a"
<i>Occupancy Percentage Deviation</i>	10 %
<i>Occupancy Percentage Tendency Deviation</i>	5 % per month
<i>Profit Deviation</i>	5 %
<i>Profit Tendency Deviation</i>	10 % per month

7. Select two or three singletons, at most, as linguistic values for the driving variables  
*Increment in Price* and *Increment in Service Quality* have been chosen to be the linguistic variables for the driving variables *Price* and *Service Quality*. Three singletons *Negative* (N), *Zero* (Z), and *Positive* (P) are selected as linguistic values for the two linguistic variables. The size of big or small in a positive or negative change should be established for the participants and adjusted by the knowledge engineer during the codification step. This process of adjusting parameters is described with detail in Section 4.2.3. The set of three singletons is showed in (Figures 6 and 7) for *Increment in Price*.





**Figure 6** Three singletons are the fuzzy sets for the driving variables



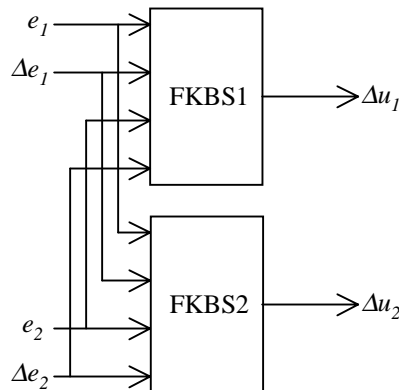
**Figure 7** Three linguistic values for the output linguistic variable  $\Delta P$

The singleton values  $b$  (Figure 7), that are presented below were founded after a process of adjustment by trial and error. This process has been improved later by adding an adaptive mechanism that adjusts the singletons automatically according the system performance. This adaptive mechanism will be discussed in futures papers.

**Table 3** Singleton values for output linguistic variables

Variable \ Values	Negative (N)	Zero (Z)	Positive (P)
Increment in Price ( $\Delta P$ )	-100	0	100
Increment in Service Quality ( $\Delta SQ$ )	-0.8	0	+0.8

8. Represent the knowledge of the manager as policies using if-then rules  
The FKBS structure that supports the *Virtual Decision-Maker* subsystem is shown in (Figure 8).



**Figure 8** FKBS structure for the Virtual Decision-Maker

where:

- $e_1$  - Occupancy Percentage Deviation
- $\Delta e_1$  - Occupancy Percentage Tendency Deviation
- $e_2$  - Profit Deviation
- $\Delta e_2$  - Profit Tendency Deviation
- $\Delta u_1$  - Increment in Service Quality
- $\Delta u_2$  - Increment in Price

The total number of if-then rules that conforms the complete state space is 16 since there are 4 linguistic values with 2 value each. By questioning the corresponding actions for every state, Table 2-1 (in Section 2.3.4) is filled. The use of the hypothetical behavior sketches by the knowledge engineer with the participants is essential in this part of the process. The final result is the Fuzzy Knowledge Base shown in Table 4.

**Table 4** Fuzzy Knowledge Base

Rule	$e_1$	$\Delta e_1$	$e_2$	$\Delta e_2$	$\Delta u_1$	$\Delta u_2$
1.	N	N	N	N	P	Z
2.	N	N	N	P	P	N
3.	N	N	P	N	P	N
4.	N	N	P	P	P	N
5.	N	P	N	N	Z	P
6.	N	P	N	P	Z	Z
7.	N	P	P	N	Z	Z
8.	N	P	P	P	Z	N
9.	P	N	N	N	Z	P
10.	P	N	N	P	Z	Z
11.	P	N	P	N	Z	Z
12.	P	N	P	P	Z	N
13.	P	P	N	N	Z	P
14.	P	P	N	P	Z	P
15.	P	P	P	N	Z	P
16.	P	P	P	P	N	Z

The premises of the if-then rules are  $e_1$ ,  $\Delta e_1$ ,  $e_2$ , and  $\Delta e_2$ . The consequents are  $\Delta u_1$  and  $\Delta u_2$ .

#### Step 2 Codification of the Policies in a Computer

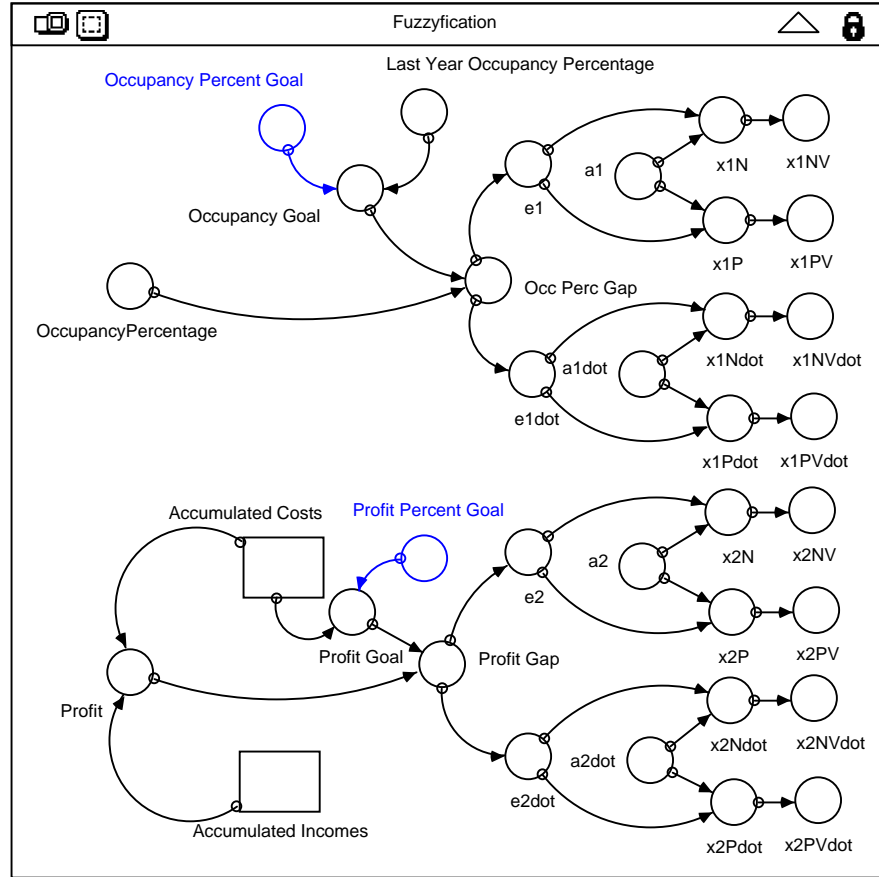
#### 9. Application of Mamdani's fuzzy model

Three processes are codified:

1. Fuzzification
2. Inference
3. Defuzzification

#### **Fuzzification**

This process has been codified following the description in detail by [13] for the case of two linguistic values and considering the value of parameter "a" for each linguistic variable as defined in number 6 of this section.



**Figure 9** Sector "Fuzzification"

The membership functions for the fuzzy sets, shown in Figure 4.29, are defined by:

$$\mu_e N = \begin{cases} 1 & ; e < -a \\ \frac{a-e}{2a} & ; -a \leq e \leq a \\ 0 & ; e > a \end{cases} \quad \mu_e P = \begin{cases} 0 & ; e < -a \\ \frac{a+e}{2a} & ; -a \leq e \leq a \\ 1 & ; e > a \end{cases}$$

The process is implemented in the Sector "Fuzzification", which is exposed in (Figure 9). Occupancy Percentage Deviation is calculated in *Occ Perc Gap* by realizing the difference between the *Occupancy Goal* and current *Occupancy Percentage*. Then  $e_1$  and  $e1dot$ , which are  $e_1$  and  $\Delta e_1$  are fuzzified. Variables  $x1NV$  and  $x1PV$  are the membership degree Negative and Positive, respectively for  $e_1$ . Variables  $x1Nvdot$  and  $x1Pvdot$ , for  $\Delta e_1$ .

Profit Deviation is calculated in *Profit Gap* by realizing the difference between the *Profit Goal* and current *Profit*. Then  $e_2$  and  $e2dot$ , which are  $e_2$  and  $\Delta e_2$ , are fuzzified. Variables  $x2NV$  and  $x2PV$  are the membership degree Negative and Positive, respectively for  $e_2$ . Variables  $x2Nvdot$  and  $x2Pvdot$ , for  $\Delta e_2$ .

### Inference

The Mamdani's fuzzy model is implemented and the Max-Min operations are used for this purpose. The Min operation is applied to conclude in every single if-then rule. The Max operation is applied to solve conflicts among the obtained conclusions.

The codification of the sixteen if-then rules to form the Fuzzy Knowledge Base, see Table 4-10, is shown in Figure 4-34.

Four blocks of fuzzy rules appear in Figure 4-34. Every block contains eight rules. Four of them are for *Increment in Service Quality* ( $\Delta u_1$ ) and 4 for *Increment in Price* ( $\Delta u_2$ ). The consequents for *Increment in Service Quality* rules are identified by  $qw_i$ , and for *Increment in Price* are identified by  $pw_i$ . The premises appear at the center with an initial  $x$  as identifier. Min operations are carried out in the converters  $qws$  and  $pws$  which are the conclusions for every rule. Following the number of rules presented in Table 4-10, the block on the left top corner contains rules 1-4; the block on the right top corner contains rules 5-8; block on the left bottom corner contains rules 9-12, and block on the right bottom corner contains rules 13-16. *Min* operator is used to obtain the conclusion value.

The expression for  $qw1$  is:

$$qw1 = \min(x2NV, x2NVdot, x1NV, x1NVdot)$$

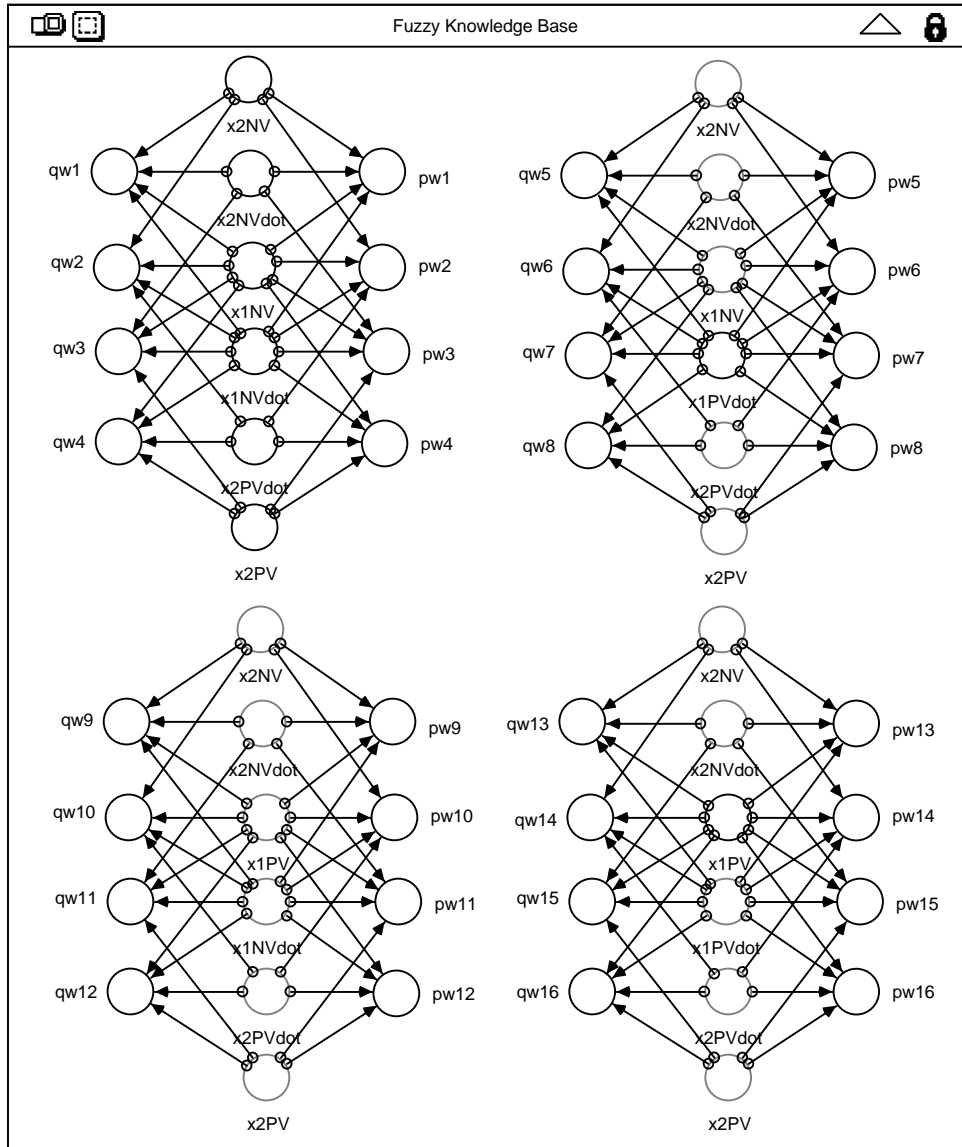
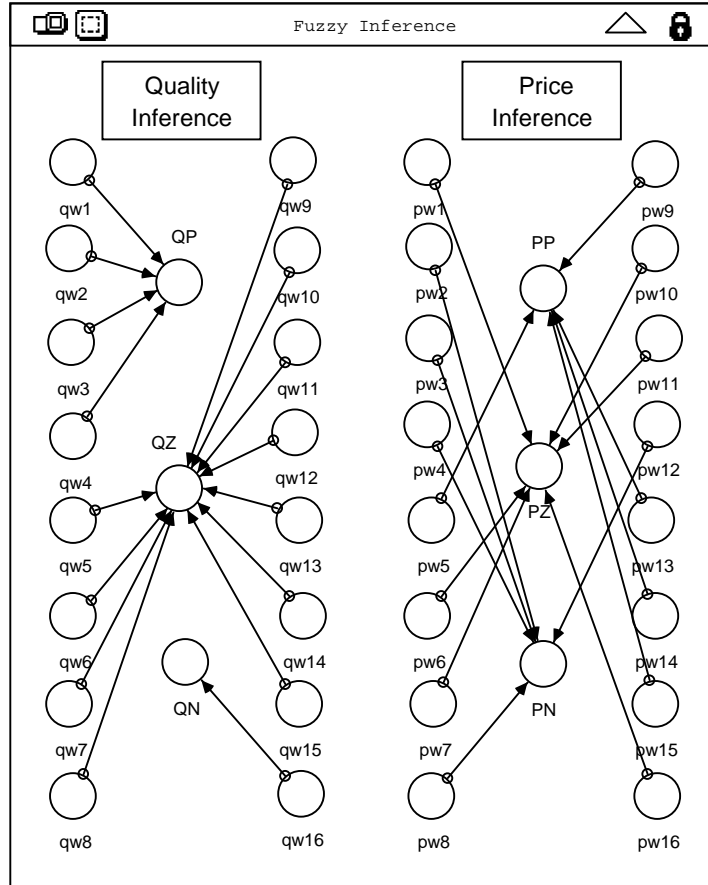


Figure 10 Fuzzy Knowledge Base using *ithink* software

The inference of the fuzzy rule system is carried out in Sector "Inference" that is shown in (Figure 11).



**Figure 11 Fuzzy inference implementation using *ithink* software**

The converters QN, QZ, and QP realize the *Max* operations to obtain the final conclusion for the output fuzzy variable *Increment in Hotel Service Quality*. In the same manner, the converters PN, PZ, and PP do the same for the fuzzy variable *Increment in Price*. For instance, the expression for QZ is:

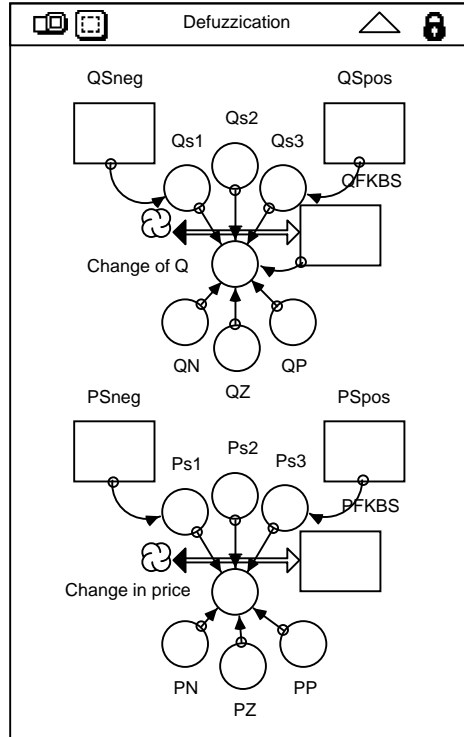
$$QP = \max(qw1, qw2, qw3, qw4)$$

The last process is to convert fuzzy values to crisp values in the defuzzification process.

### Defuzzification

The Defuzzification process transforms fuzzy variables into crisp values. The crisp values in this case are the recommended decision of the virtual decision-maker for an increment in price or service quality.

Based on Mamdani's fuzzy model and the use of singletons as the output fuzzy sets, the Defuzzification process is simply a weighting sum. Sector "Defuzzification", which carries out this process, is shown in (Figure 12).



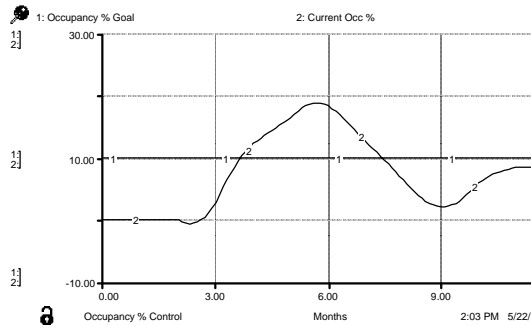
**Figure 12** Defuzzification process implemented with *ithink* software

The crisp values are obtained in the Flows elements of Figure 12 named *Change in Price* and *Change in Quality*. If there is no change, for instance, in *Change in Price* then *PFKBS*, which is suggested Price from FKBS, remains the same. Otherwise, the recommended price by the FKBS changes. The same for *QFKBS* happens. It is relevant to note that the decision to make a change in price or quality is carried out in the Flow elements. In this way is also proved that all decisions are implemented in Flows.

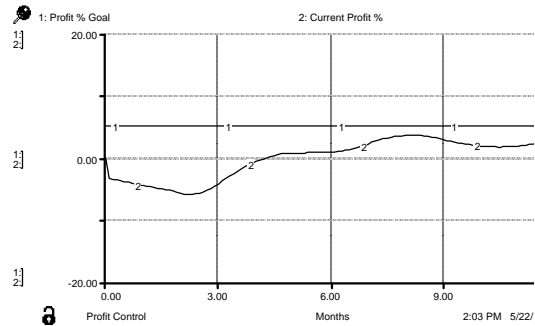
$$\text{Change of } Q = \frac{QN * QS1 + QZ * QS2 + QP * QS3}{QN + QZ + QP}$$

$$\text{Change of } P = \frac{PN * PS1 + PZ * PS2 + PP * PS3}{PN + PZ + PP}$$

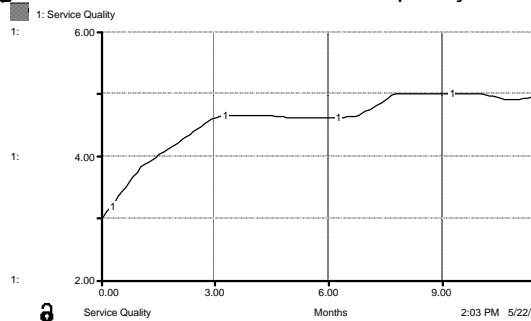
Results after testing and adjusting are shown for comparison in (Figures 13 to 20). A better behavior on *Profits* and worse on *Occupancy Percentage* than that produced by set number 10 is observed.



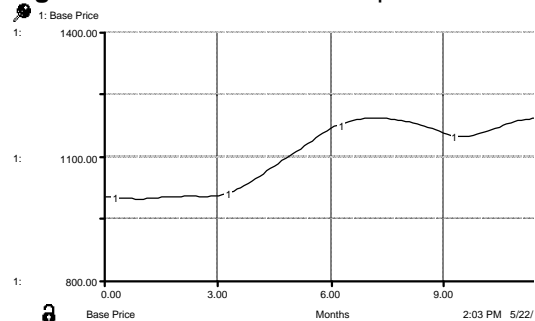
**Figure 13** Desired and current occupancy %



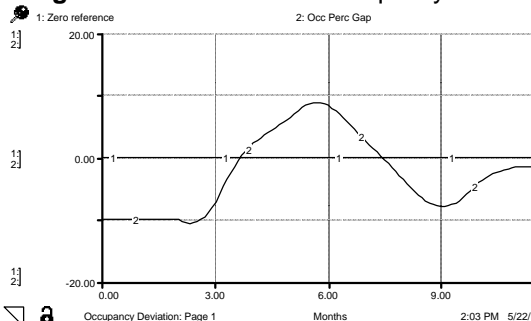
**Figure 14** Desired and current profit %



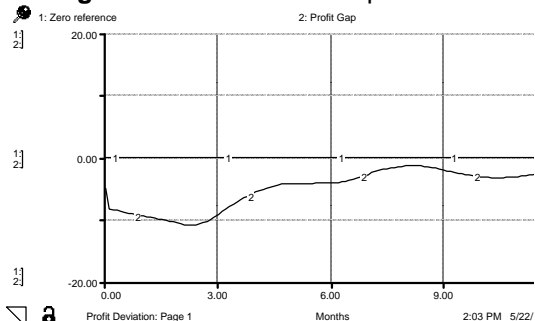
**Figure 15** Actions in service quality



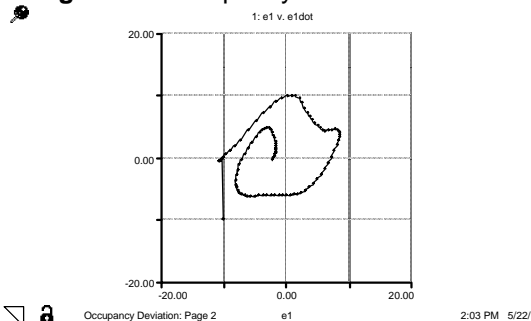
**Figure 16** Actions in base price



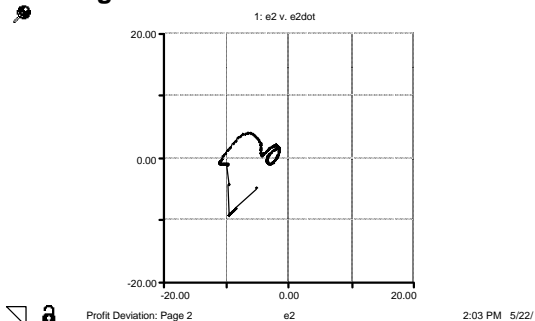
**Figure 17** Occupancy % deviation



**Figure 18** Profit % deviation



**Figure 19** Phase plane for occupancy % deviation



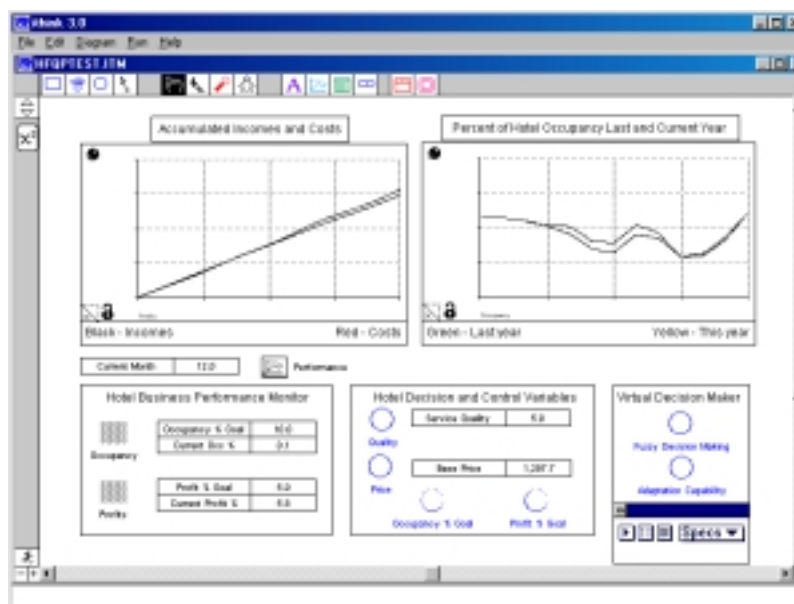
**Figure 20** Phase plane for profit deviation

The behaviors produced are presented as follows. Desired and current states are shown in (13 and 14). An increment of 10% is desired for *Occupancy Percentage* in this year, and 5 % for profits. It is observed an oscillatory behavior on *Occupancy Percentage* with an overshoot of 8% above the goal. The effort on the control variables such as *Service Quality* and *Base Price* are shown in (Figures 15 and 16). It can be observed that the Virtual Decision-Maker firstly increment the *Quality Service* without significantly varying the *Base Price* during the first three months. Then, it begins with slow increments in *Base Price*, maintaining the *Service Quality* constant –months between 3 and 6. By month 7, the increment in *Base Price* continues but now *Service Quality* is waiting for a condition to be increased again, which happens at

the end of the month 7. *Service Quality* reaches the limit around month 8 and the *Base Price* is used as unique control variable. At month 9, *Base Price* decreases in order to arise the *Occupancy Percentage*, which is got it, but *Profits* decreases. Finally, *Service Quality* is then decreased to help current *Profit*. At the end, steady state is not reached in one year. Stability can be inferred by looking at the information of deviation signals in their phase plane plots (Figures 19 and 20). It can be observed how both signals are driven toward their origins, their designed attractors. The deviation signals of *Occupancy Percentage* and *Profits* are shown in (Figures 17 and 18). Observe the forms, which are the same as (Figure 13 and 14) respectively, without the offset given by the goals. This is why the deviation signals have the required information to make decisions.

### Step 3 Utilization of the Policies in Computational Models to Respond and Generate New Questions

This step is to be tested and has no experimentally carried out with human participants. The human interface man-machine of the simulator model that should be used to carry out the Step 3 with human participants is presented in (Figure 21).



**Figure 21** Interface human-machine of the simulation model

The panel of interface human machine is designed to expose and receive information to and from the participating decision-makers. It is divided in five sections. (1) Tendency graph of accumulated incomes and costs, graph located at left top corner. This section allows to perceiving explicitly the moment when the financial equilibrium point is reached. (2) Tendency graph for occupancy percentage is located at the right top corner. This graph allows to visually comparing current and last year occupancy percentage of the hotel. (3) Section "Hotel Performance Monitor" presents information in numerical mode about the current and desired conditions of Profits and Occupancy Percentage. (4) Section "Hotel Decision and Control Variables" has the function of acquiring and showing the values of Service Quality and Base Price currently offered. (5) Section "Virtual decision-Maker" allows to turning on/off both the virtual decision-maker and its adaptive mechanism. Below this section, the run/stop box appears.

Step 3 should be worked with the following sequence:

1. Challenge the participants to drive the business in the computer.
2. Ask the participants for observing how the virtual decision-maker performs in the same task. Allow them to periodically discuss the events enabling pauses during the simulation.
3. Compare the performance of the participants and the virtual decision-maker. Make to note the fact that he or she is competing against his or her own knowledge.
4. Adjust policies in the knowledge-based fuzzy system.



5. Let the participants execute as many times as they desire Step 3 in order to allow them to adjust their own policies through active discussions. The focus of Step 3 is to facilitate learning among the participants, making reflections of their own actions.

#### 4. Conclusions

A method for representing policies using Fuzzy Logic and System Dynamics was presented. The results showed an adequate level of analysis to elicit tacit knowledge. This knowledge is represented by a set of policies that transform information into action. During the elicitation process of policies and during the sessions with the simulator, the participants were constantly involved in reflection processes. The effect was a better understanding of what they already knew and thus a change of awareness. It is expected to have a change of long term behavior. So it can be said that during the process of policy representation an important result was the learning carried out by the participants.

Answer to the first research question. Following the natural transformation myths-symbols-numbers and representing it via circular reasoning. Myths, constituted by mental models, verbal models, and causal diagrams; Symbols, by diagrams of levels and rates of changes along with a graphical computer language, and Numbers, constituted by algebraic and difference equations. Feedback theory provides the structure of knowledge to be used.

This is done by:

- Using traditional methods for Knowledge Engineer developed by Artificial Intelligence for the planning and considerations of the knowledge acquisition process.
- Using if-then rules (cause-effect relationships) as the atomic element to represent knowledge.
- Using System Thinking approach to establish the slide of the reality to be modeled. This allows: (a) Seeing interrelationships among the elements and process of changes. The knowledge is represented as feedback structures causing perceived behavior in the defined context. The representation becomes pure circular reasoning, and (b) stating focus on the closed boundary of the system and the type of aggregation required.
- Using System Dynamics to acquire and construct a simulation model that represent the set of policies that govern the perceived situation into a computer model.
- Using Fuzzy Logic to represent specifically set of policies used by decision-makers.

It is required in the process:

Two kinds of knowledge: (a) actual knowledge and insight of the system such as properties and how it works, and (b) how these facts can be transferred into a useful model. These two areas of knowledge are called the area of expert domain and the area of the knowledge engineer, respectively.

Answer to the second research question. Fuzzy Logic is adequately used in representing dynamic complexity into System Dynamic models when:

- it is used as approximating mapping function instead of a technique to represent vagueness and uncertainty. Fuzzy Logic is not an alternative of probability and statistic Fuzzy Logic is a mathematical discipline to handle interval-based elements, and
- the details of the decision-maker policies are the central issue and these policies have deeper meaning than those represented in the model. In this manner, it is possible to combine different levels of knowledge in the same model.

#### 5. References

- [1] Kurzweil, R. (1992). The Age of Intelligent Machines. Cambridge, MA: MIT Press.

- [2] Davis, R. (1984). Diagnostic Reasoning Based on Structure and Behavior. In: Artificial Intelligence, vol. 24. No. 1-3, (1984), 347-410.
- [3] (Boose, 1984)
- [4] (Musen et al., 1987)
- [5] (Gaines, 1987)
- [6] (Marcus, 1988).
- [7] (Quinlan, 1986),
- [8] (Bareiss, Porter, and Murray, 1989),
- [9] (Preston, Edwards, and Compton, 1994).
- [10] Tessem, B. and Davidsen, P. I. (1994). Fuzzy System Dynamics: An Approach to Vague and Qualitative Variables in Simulation. In: System Dynamics Review, vol. 10, no. 1, 49-62.
- [11] Albin, S. (1997). Building a System Dynamics Model. Part 1: Conceptualization. In Road Maps 8, code: D-4597, <http://sysdyn.mit.edu/road-maps/rm-toc.html>. MIT.
- [12] Viljamaa, P. and Koivo, H. N. (1993). Tuning of Multivariable Fuzzy Logic Controller. Second IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 697-701.

# DESIGN OF A MULTIVARIABLE FUZZY SYSTEM USING GRADIENT DESCENT TRAINING. STUDY CASE: HEAT EXCHANGER

Rubén Morales-Menéndez\*

Federico Guedea Elizalde †

Rogelio Soto Rodríguez‡

In this paper, the model of a heat exchanger equipment is obtained using a Fuzzy Neural Network (FNN) multiple input-multiple output (MIMO) network. This model represents a multivariable process with nonlinear characteristics. The variables involved in the process are described and experimental data showed their nonlinear behavior. The construction of the neuro-fuzzy model is based on the concept of fuzzy systems as universal approximators. The descendent gradient learning method was used to adjust the main parameters of the neural network. The issues that affect the modelling process were analyzed, such as the number of neurons and the initial setup for the learning parameters. Finally, with a few data, it is possible to get a neural-fuzzy model that represents successfully the behavior of the real system.

**Keyword:** Nonlinear Modelling, Learning, Artificial Neural Network, Fuzzy-Neural Network

## 1. Introduction

The task of modelling a physical process in order to control that system is an intrinsic activity in any control system design. A number of modelling techniques are now available, such as parametric or non-parametric identification methods, time domain or frequency domain estimation approaches. Even though, there are unavoidable limitations in most of the methods: (a) *a priori* information about the system under investigation, (b) constrained properties of the system, and (c) restricted excitation sources. Therefore, novel models and methods need to be introduced to improve the estimation of systems.

In this paper the application of a modelling method using a Fuzzy-Neural Network (FNN) is presented as an alternative with respect to the traditional methods [1]. Since Zadeh first introduced fuzzy set theory [2], there has been a widespread interest in real-time applications of fuzzy logic, particularly in control engineering [3]. Fuzzy systems have shown their capability to represent the human knowledge, and to deal with uncertainty. On the other hand, it is well known that Artificial Neural Networks (ANN) models have several inherent properties that distinguish them from traditional computational models, such as parallel architectures and computations, higher degree of robustness or fault tolerance, and the property of adaptation or learning. The two most outstanding characteristics of the ANN for improving computational performance are that neither complicated programming nor rigid algorithms are needed. An ANN, which is employed for recognition purposes, generally lacks the ability to be developed for a given task within a reasonable time. On the other hand, Fuzzy Modelling, which is applied to fuse the decisions from the different variables, requires an approach to learn from experience, i.e. data collected in advance.

The combination of the above two key methodologies – Fuzzy Inference System and ANN – creates Fuzzy Neural-Network (FNN), which offers an even more powerful computational intelligent technology and improves or avoids the drawback of each one [4]. FNN systems combine the capability of Fuzzy Reasoning to handle uncertain information and the capability of ANN to learn from process. FNN can be applied

---

\* MSc. Rubén Morales-Menéndez, Visiting Scholar at The University of British Columbia, Canada, rmm@itesm.mx

† MSc. Federico Guedea E., Visiting Scholar at The University of Waterloo, Canada, fguedea@pami.uwaterloo.ca

‡ Dr. Rogelio Soto Rodríguez, Centre of Artificial Intelligence, ITESM, Mexico, r.soto@ieee.org

to closed-loop control of nonlinear systems without using complex mathematical model of the system [5]. Other examples where FNN systems had shown their potential are:

- (a) Chin-Teng Lin proposed a FNN system able to process and learn numerical information as well as word information; they exploited the advantages of symbolic (Fuzzy) and numerical processing (neural networks)[6].
- (b) Qian Hancheng proposed an adaptive FNN for extracting fuzzy rules directly from experimental data for material property modelling; the system can predict strength based on compositions and microstructure [7].
- (c) Fung developed a FNN controller with varied learning rates to control the motor-quick-return servomechanism without using the complex mathematical model of the motor-mechanism coupled system [8].
- (d) Ching has been also successfully applied a FNN to estimate the direction-of-arrival (DOA) of narrow-band signals [9].
- (e) Kuo used FNN as an intelligent sales forecasting system which can consider the quantitative factors as well as the non-quantitative factors [10].

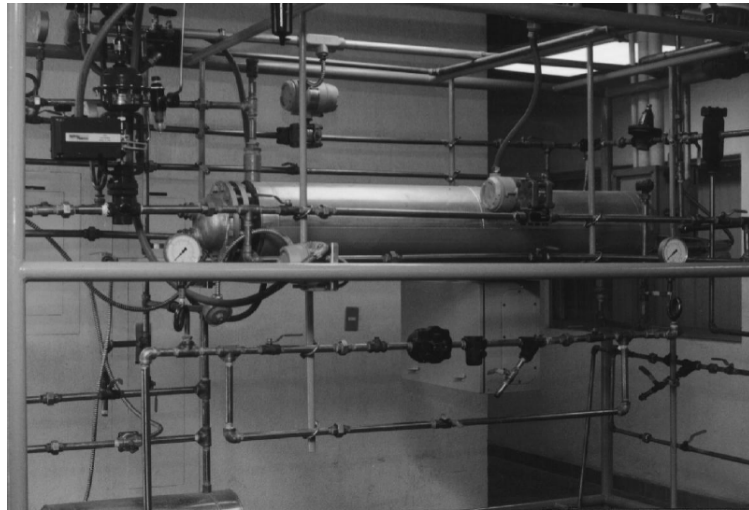
In this paper, the process to be modelled is an industrial heat exchanger with nonlinear characteristics. The validity of this approach (modelling) is demonstrated by its application to a nonlinear function approximation problem implemented in hardware [11]. The main variables for this process are described, and it is shown how they behave in a nonlinear way, similar to Belarbi's work [5]. By using a Sugeno type inference machine proposed by Wang [12] and the extension for multiple-input multiple-output (MIMO) implemented by Valenzuela [13], a FNN system is constructed to get a neural-fuzzy inference machine. The main parameters of the fuzzy model are represented by weights of the link on the neural networks. These parameters are adjusted using the descendent gradient learning method [14]. The main changes on the setup of the neural network correspond to the number of neurons, which influence in the number of rules and membership functions for every input variable. The paper is organized in the following sections: Section 2. describes the methodology that we followed where the process, the fuzzy-neural modelling phase and the training of the neural-network are discussed. Section 3. discusses the results obtained. In section 4., we present the main conclusions and future research.

## 2. Methodology

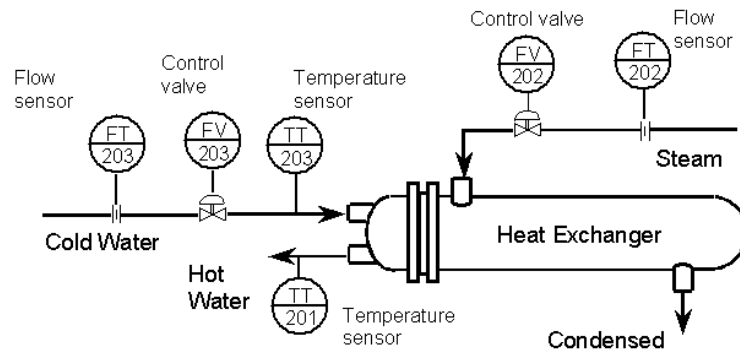
This research was performed in two stages: First, the collection of a data set for different input configuration was carried out, the intention is to collect information around the nonlinear zones of the process. Second, the configuration for the FNN was changed for different network topologies, these topologies will represent the fuzzy rules of the final system.

**Process description.** The heat exchanger used in this work is an industrial type in an horizontal arrangement, (see in Figure 1) BEU-660 model, with 11 Cu-Ni(90-10) tubes of 3/4 inches external diameter, BWG-20 triangular arrangement to heat 10 gpm of water in the range of 25 °C to 70°C with steam at 5 Kg/cm<sup>2</sup>. The container is 6 inches external diameter and 70 inches length. The equipment is automatically operated by an industrial distributed control system, Honeywell TDC 3000. Figure 2 shows a conceptual diagram, where the main instrumentation is detailed, Table 1 describes the tag names.

Throughout several experimental tests, three main nonlinear zones were identified at 30 %, 50 % and 75 % of input water flow valve. For each nonlinear zone we built our data set, output water temperature and output water flow were monitored using an acquisition data system for different steam valve values [15]. Figure 3 shows a graph of output water temperature versus steam flow valve for each nonlinear zone (identified by the water flow valve). Same information is shown in a bi-dimensional graph in Figure 4; here it



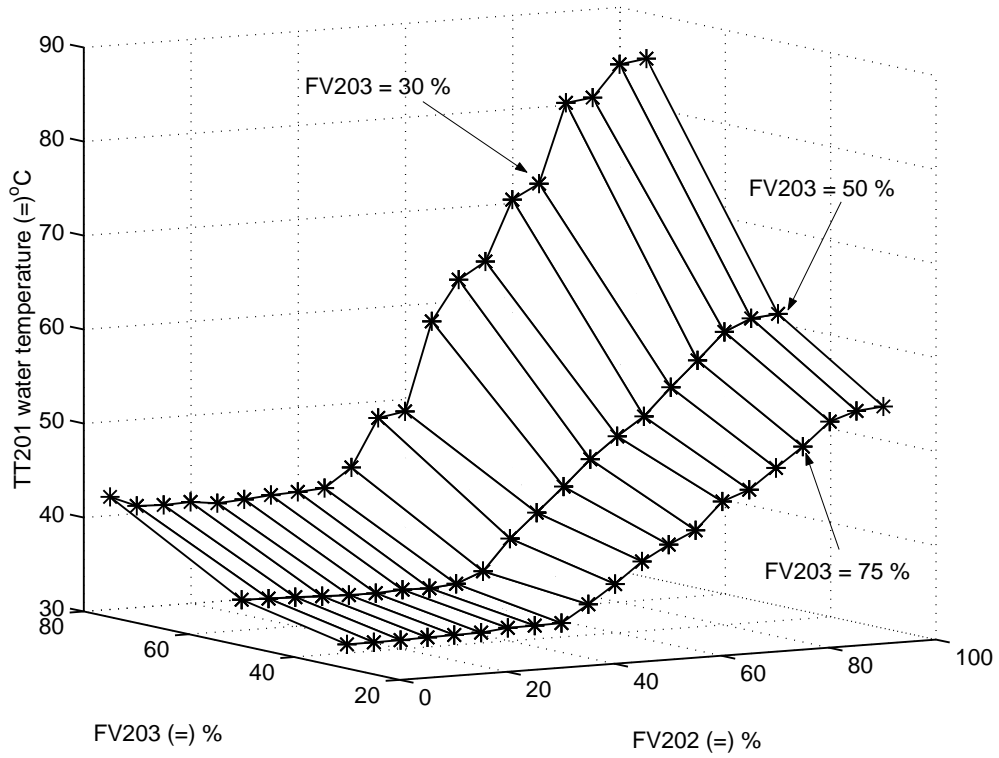
**Figure 1.** Industrial heat exchanger installation



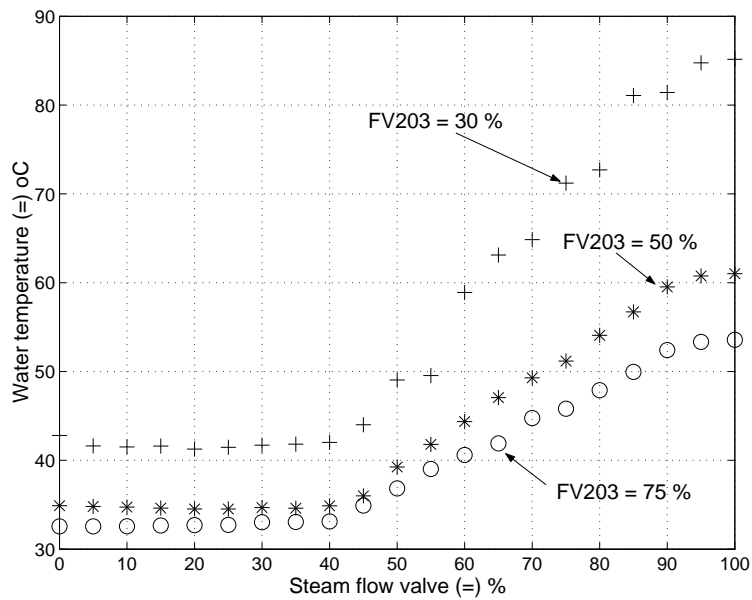
**Figure 2.** Heat exchanger, conceptual diagram

**Table 1.** Heat exchanger instrumentation

Tag name	Description	Variable	Units
FT203	Flow transmitter	Input water flow	%
FV203	Control valve	Input water flow control	%
TT203	Temperature transmitter	Input water temperature	$^{\circ}C$
TT201	Temperature transmitter	Output water temperature	$^{\circ}C$
FT202	Flow transmitter	Steam flow	%
FV202	Control valve	Steam flow control	%



**Figure 3.** Water temperature vs water flow valve vs steam flow valve, 3D view



**Figure 4.** Water temperature vs water flow valve vs steam flow valve, 2D view

shows an important behavior caused by a dead zone in the steam flow control valve; also, the output water temperature versus steam flow is a natural nonlinear process explained by thermodynamics laws.

**Fuzzy-Neural Network.** The FNN used is based on Sugeno product fuzzy inference machine [16]. This structure uses the multiplication operation for the rule antecedent and a constant in the rule consequent. Therefore, the membership functions associated with the input variables have a Gaussian function. The MIMO system can be expressed with the following equations:

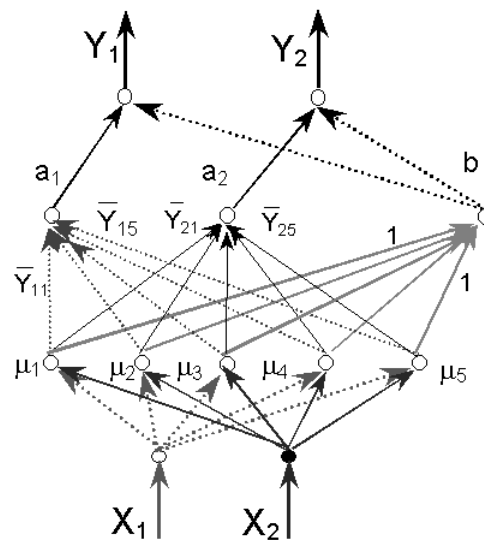
$$\mu_k = z_k(\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^n \exp\left(-\frac{(x_i - h_{ik})^2}{\sigma_{ik}^2}\right) \quad (1)$$

where  $x_i$  are the input variables,  $\mathbf{x} = [x_1, \dots, x_n]^T$ ,  $n$  is the number of inputs, and  $k$  is the number of rules.

$$f_j(x) = y_j = \frac{a_j}{b} = \frac{\sum_{k=1}^M \bar{y}_{jk} z_k(x)}{\sum_{k=1}^M z_k(x)} \quad j = 1, \dots, S \quad (2)$$

where  $y_j$  is the output variable,  $M$  is the number of rules and membership functions associated with each input variable, and  $S$  is the number of outputs.

The described structure by equations (1,2) can be configured as a FNN (see in Figure 5). This network have two input variables ( $n = 2$ ), two output variables ( $S = 2$ ) and five rules ( $M = 5$ ). The network weights are defined by the variables  $\bar{y}_{jk}$ ,  $h_{ik}$ ,  $\sigma_{ik}$  that represent the output constant, media and standard deviation of the Gaussian membership functions  $z_k(\mathbf{x})$ , respectively. The weights associated with node  $a_j$  and node  $b$  have unit value in all cases.



**Figure 5.** Neural-fuzzy network topology

**Training procedure.** The training process was implemented by the descent gradient method [17]. The descent gradient algorithm has a searching process guided by the minimization of a error function, equation (3):

$$error(\bar{y}_{jk}, h_{ik}, \sigma_{ik}) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^p (y_{jk}^{real} - y_{jk}^{model})^2 \quad (3)$$

where  $p$  is the number of training patterns,  $y^{real}$  is the real output and  $y^{model}$  is the desired output. The minimization process is reached when the following condition is met.

$$-\frac{\partial error(\bar{y}_{jk}, h_{ik}, \sigma_{ik})}{\partial(\bar{y}_{jk}, h_{ik}, \sigma_{ik})} = 0 \quad (4)$$

Using this principle, the equations system is created, and can be solved. The learning rules have the structure defined by equations (5)-(7):

$$\bar{y}_{jk}|_{t+1} - \bar{y}_{jk}|_t = \Delta\bar{y}_{jk} = -\alpha \frac{\partial error(\bar{y}_{jk}, h_{ik}, \sigma_{ik})}{\partial\bar{y}_{jk}} \quad (5)$$

$$h_{ik}|_{t+1} - h_{ik}|_t = \Delta h_{ik} = -\alpha \frac{\partial error(\bar{y}_{jk}, h_{ik}, \sigma_{ik})}{\partial h_{ik}} \quad (6)$$

$$\sigma_{ik}|_{t+1} - \sigma_{ik}|_t = \Delta\sigma_{ik} = -\alpha \frac{\partial error(\bar{y}_{jk}, h_{ik}, \sigma_{ik})}{\partial\sigma_{ik}} \quad (7)$$

After each pattern, the increments ( $\delta\bar{y}_{jk}$ ,  $\delta h_{ik}$ ,  $\delta\sigma_{ik}$ ) are computed using the following equations (8)-(10):

$$\delta\bar{y}_{jk} = \alpha \left( \frac{y_j^{real} - y_j^{model}}{b} \right) z_k \quad (8)$$

$$\delta h_{ik} = 2 \left( \frac{x_i - h_{ik}}{\sigma_{ik}^2} \right) \sum_{j=1}^m \delta\bar{y}_{jk} (\bar{y}_{jk} - y_j) \quad (9)$$

$$\delta\sigma_{ik} = \delta h_{ik} \left( \frac{x_i - h_{ik}}{\sigma_{ik}} \right) \quad (10)$$

For each epoch, we compute the increments ( $\Delta\bar{y}_{jk}$ ,  $\Delta h_{ik}$ ,  $\Delta\sigma_{ik}$ ) given by equations (11)-(13):

$$\Delta\bar{y}_{jk}|_{t+1} = \beta\Delta\bar{y}_{jk}|_t + \sum_{epoch} \delta\bar{y}_{jk} \quad (11)$$

$$\Delta h_{ik}|_{t+1} = \beta\Delta h_{ik}|_t + \sum_{epoch} \delta h_{ik} \quad (12)$$

$$\Delta\sigma_{ik}|_{t+1} = \beta\Delta\sigma_{ik}|_t + \sum_{epoch} \delta\sigma_{ik} \quad (13)$$

where  $\alpha$  is the *learning rate* and  $\beta$  is the *momentum*. The iterative algorithm works around the equations (5)-(13). The input-output data were adjusted (normalized) to avoid numerical instability in the training process. Additionally, several restarting steps should be made during training process to avoid local minima.

Table 2 shows the new variables definition according to our original nomenclature.

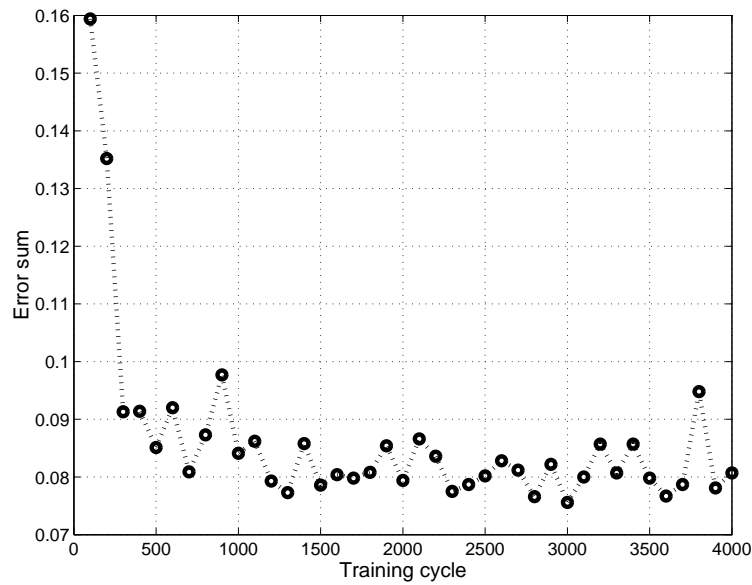


**Table 2.** New variables definition

Variable	tag name	Description
input $x_1$	adjusted FV202	Steam flow valve
input $x_2$	adjusted FV203	Water flow valve
output $y_1$	adjusted FT203	Output water flow
output $y_2$	adjusted TT201	Output water temperature

### 3. Results and Discussion

The FNN was configured for different number of neurons; we found seven neurons as the best representation with minimal error. After several trials, values for  $\alpha = 0.5$ ,  $\beta = 0$  (no momentum), and epoch = 1 were found as the best ones. Figure 6 describes the training cycle. Table 3 shows the numerical value for each parameter ( $\bar{y}_{jk}$ ,  $h_{ik}$ ,  $\sigma_{ik}$ ).

**Figure 6.** Training cycle

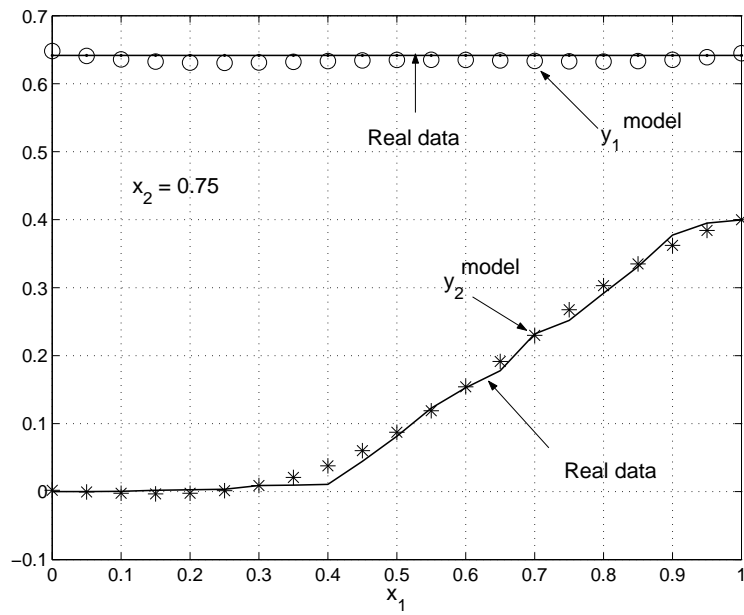
This FNN shows a good performance, and Figure 7 presents the real values versus modelled values ( $y_1$  and  $y_2$ ) for different  $x_1$  values and a fixed  $x_2$  value.

The membership functions for the water flow valve ( $x_1$ ) are shown in Figure 8. These membership functions were implemented in MATLAB using the Fuzzy Logic toolbox. It can be observed that the membership functions could be clustered and reduce the number of rules or the linguistic values for this input variable.

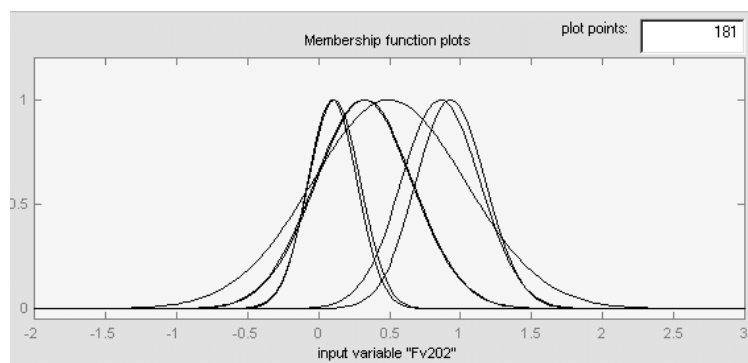
Once the neuro-fuzzy model is obtained and implemented, the outputs of this model correspond with the outputs of the real system with a minimal error. Figure 9 is an example of these results. Columns 1 and 2 show the seven membership functions for the input  $x_1$  (FV202) and  $x_2$  (FV203), and columns 3 and 4 show the output functions for  $y_1$  (FT203) and  $y_2$  (TT201). The errors were 1.2 % and 3.86 % respectively for this point ( $x_1 = 0.65$  and  $x_2 = 0.75$ ).

**Table 3.** Neural-fuzzy network constants

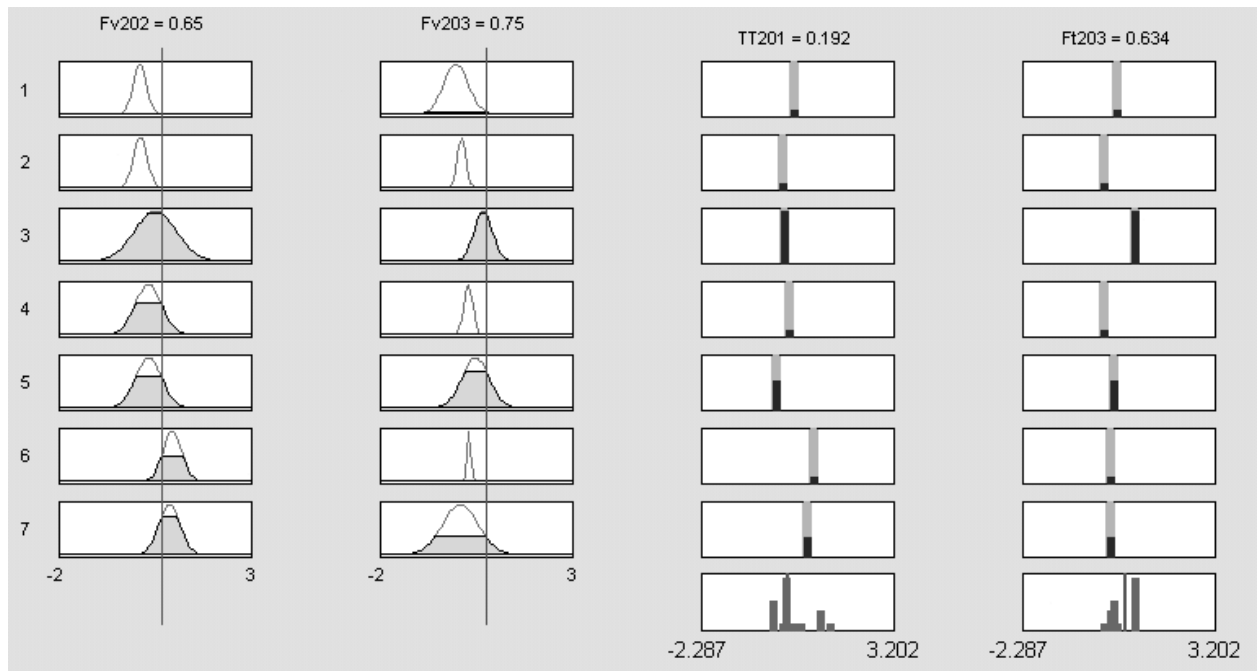
Parameter	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$	$k = 4$	$k = 5$	$k = 6$	$k = 7$
$\bar{y}_{1k}$	0.3886	0.0496	0.9149	0.0607	0.3218	0.2336	0.2313
$\bar{y}_{2k}$	0.5455	0.0442	0.1494	0.3147	-0.2495	1.3673	1.1017
$h_{1k}$	0.0941	0.0949	0.4959	0.3130	0.3237	0.9337	0.8623
$h_{2k}$	-0.0400	0.0958	0.6683	0.2820	0.4715	0.3002	0.0738
$\sigma_{1k}$	0.2452	0.2589	0.7683	0.4886	0.4870	0.3471	0.3943
$\sigma_{2k}$	0.4556	0.1571	0.3411	0.1666	0.4993	0.0690	0.6679



**Figure 7.** Experimental and modelled data



**Figure 8.** Membership functions for water valve input (FV202 =  $x_1$ )



**Figure 9.** Modelling  $y_1$  (TT201) and  $y_2$  (FT203) using Matlab

#### 4. Conclusions

A model for a multi-variable nonlinear process – an industrial heat exchanger – has been obtained using a FNN trained with the descent gradient method. The experimental results showed a good performance with a minimal error for specific nonlinear zones of the real heat exchanger. The advantages of this approach are that the results can be expressed as linguistic values and they can support an expert knowledge to understand the system's hidden behavior (nonlinear or unknown behavior); also this framework can be used for knowledge base for an expert control system. The main drawback found in this research is the FNN setup process to get the optimal network arrangement, because this requires several skills to avoid local minima, i.e. evaluate different training rates, random training restarts, and acceleration convergence (momentum). These changes and decisions have been done by the designer, who behaves according to his or her experience and the results found during the training process; thus, an automatic design could be quite difficult. Even though the above drawbacks, the results were representative and the error tolerance was inside the expected range. Other important result was the implementation of the model using the MATLAB Fuzzy Logic toolbox, because this platform could interact with real control system (i.e. supervisory control system) and many others potential applications. Hence, the resulting model can be employed as a training environment.

The main goal of a fuzzy system is to model human decision making within the conceptual framework of Fuzzy Logic and Approximate Reasoning. The benefits of combining Fuzzy Logic and ANN have been explored extensively in the literature. The common advantages of this combination are as follows: (1) they can automatically and simultaneously identify fuzzy logical rules and tune the membership functions, and (2) the parameters of these systems have clear physical meanings, which they do not have in general neural networks. Fuzzy systems utilizing the learning capability of neural networks can successfully construct the input-output mapping for many applications. Nevertheless, an efficient process reducing the complexity of a fuzzy neural networks is a good opportunity to research.

There are many important points that with are interested in, such as *the number of neurons* because this parameter design can be calculated during the optimization procedure; *a recursive version* for this

procedure is very important, because the online modelling is crucial in the industrial environment. Another future research can be as follows: (a) the evaluation of *convergence procedures* to accelerate the modelling time, (b) *clustering of membership functions* to reduce the numbers of rules, (c) *time variable* to modelling dynamical systems, and finally, (d) *evaluate another inference engines*.

## References

- [1] Ljung, L. *System Identification : Theory for the User*, Prentice Hall, (1987).
- [2] Zadeh, L.A. *The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning: Part 1-2*, Inf. Sci 8, (1965).
- [3] Lee, C.C. *Fuzzy logic in control systems: Fuzzy logic controller - part I and II*, IEEE Trans SMC 20(2):404-435, (1990).
- [4] Brown M., Harris C., *Neurofuzzy adaptive Modelling and Control*, Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ, (1994).
- [5] K. Belarbi K. Bettou A. Mezaache *Fuzzy neural networks for estimation and fuzzy controller design: simulation study for a pulp batch digester* Journal of Process Control 10:35-41, (2000).
- [6] Chin-Teng Lin., Fun-Bin Duh, Der-Jenq Liu *A neural fuzzy network for word information processing* Fuzzy Sets and Systems 127, pp 37-48, (2002).
- [7] Qian Hancheng, Xia Bocai, Li Shangzheng, Wang Fagen *Fuzzy neural network modeling of material properties* Journal of Materials Processing Technology 122, pp 196-200, (2002).
- [8] Fung R.F., Lin, F.J., Wai R.J., and Lu P.Y. *Fuzzy neural network control of a motor-quick-return servomechanism* Mechatronics 10 : 145-167, (2000).
- [9] Ching-Wen Ma, Ching-Cheng Teng. *Tracking a near-eld moving target using fuzzy neural networks*, Fuzzy Sets and Systems 110 : 365-377, (2000).
- [10] Kuo R.J. *A sales forecasting system based on fuzzy neural network with initial weights generated by genetic algorithm* European Journal of Operational Research 129: 496-517, (2001).
- [11] Blake J.J., Maguire L.P., McGinnity T.M., Roche B., and McDaid L.J. *The implementation of fuzzy systems, neural networks and fuzzy neural networks using FPGAs*, Information Sciences 112:151-168, (1998).
- [12] Li-Xin, Wang. *A course in fuzzy systems and control*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, (1994).
- [13] Valenzuela, M. *Implementacion de una red neuronal difusa de multiples salidas*, Technical Report CIA-RD-041, ITESM, NL México, (1998).
- [14] Li-Xin, Wang. *Design and Analysis of fuzzy identifiers of nonlinear dynamic systems*, IEEE Transactions on Automatic Control **40**(1):11-23, (1995).
- [15] Morales Menéndez, R. *Process identification and digital controller design*, MSc Thesis, ITESM, Monterrey, NL, México, (1992).
- [16] Sugeno M., and Kang G.T. *Structure identification of fuzzy model*, Fuzzy Sets Syst. 28 :15-33, (1988).
- [17] Rumelhart D.E., and McLelland J.L (Eds) *Parallel Distributed Processing*, Vol. 1 MIT Press. Cambridge, MA, (1986).

# ELECCIÓN DE MODELOS EN DATA MINING: UNA PERSPECTIVA ESTADÍSTICA

Jose Alberto Frydman Prizant\*

Francisco J. Cantú\*\*

Jorge H. Sierra Cavazos\*\*\*

Machine Learning es una de las áreas más importantes en inteligencia artificial y su reciente aplicación en la extracción de información en grandes bases de datos de la industria y los negocios se conoce como *Data Mining*. Dado que existe un número bastante grande de métodos de aprendizaje usados en *Data Mining*, recientemente ha surgido un mayor interés en su comparación y en el establecimiento de las ventajas y desventajas de cada uno. Saber escoger el mejor algoritmo para un problema en especial tiene un poco de ciencia y arte, y si bien se han comenzado a usar métodos estadísticos para este propósito, no existe un consenso en la comunidad de inteligencia artificial sobre cuál es la técnica adecuada para elegir el mejor algoritmo para un problema en particular. En esta investigación se propone el análisis de varianza como una técnica robusta que no presenta los inconvenientes de la prueba t apareada, ni del efecto multiplicativo cuando se comparan más de dos algoritmos. Saber elegir el mejor algoritmo para extraer información oculta de los repositorios puede considerarse una ventaja competitiva en todo negocio cuya operación genere o requiera gran cantidad de datos.

Palabras Clave: Machine Learning, Árboles de Decisión, Naive Bayes, Prueba t apareada, ANOVA..

## 1.. INTRODUCCIÓN

Una de las áreas más importantes en inteligencia artificial es el área de *machine learning*. El desarrollo de algoritmos de aprendizaje en *machine learning* es bastante nutrido y variado, esto debido a que cada algoritmo realiza la búsqueda del modelo que mejor se adapte a los datos utilizando un fundamento distinto; por ejemplo las redes neuronales, los árboles de decisión y las redes bayesianas difieren sustancialmente en su forma de conceptualizar el espacio de búsqueda, además de la forma en que realizan la búsqueda en sí. Dada la existencia de algoritmos tan diversos surge inmediatamente una de las preguntas fundamentales en *machine learning*, a saber: dado un problema de aprendizaje, qué algoritmo debe ser escogido para resolverlo de mejor manera?. La presente investigación procurará aproximarse a la respuesta. La premisa de la que se parte es que el error del modelo es el factor más importante a valorar cuando se elige un modelo sobre otro; sin embargo, es importante tener en cuenta que otros factores como velocidad de aprendizaje y comprensibilidad del modelo generado pueden tomar mayor relevancia en ciertos dominios.

La elección de modelos se enmarca en un concepto fundamental llamado **validación de modelos**, el mismo que debe ser entendido en su forma más amplia para poder realizar una buena elección. Por validación de modelos se entiende el evaluar cuán bueno es el modelo que se ha desarrollado para resolver el problema en cuestión. Básicamente se puede dividir la validación de modelos en tres procesos interdependientes. a) Medir el error de un algoritmo b) Mejorar el desempeño de un algoritmo. c) Comparar dos o más algoritmos.

El objetivo de esta investigación es desarrollar el inciso c), pero para ello se deben hacer ciertos compromisos con respecto a los incisos a) y b), compromisos que se detallan a continuación.

---

\* Msc., Centro de Inteligencia Artificial, ITESM, Campus Monterrey, albertofrydman@hotmail.com

\*\* Phd., Centro de Inteligencia Artificial, ITESM, Campus Monterrey, fcantu@campus.mty.itesm.mx

\*\*\* Phd., Depto. de Matemáticas, ITESM, Campus Monterrey, jsierra@itesm.mx

Medir el error de un modelo significa establecer una forma de predecir el error en casos no vistos; existen muchas técnicas para medir el error de un modelo y deben ser elegidas en función del número de ejemplos con los que se cuente. Weiss [1] recomienda usar técnicas de *resampling* (*cross validation*, *bootstrapping*, etc) para tamaños menores a 1,000 ejemplos y el método *holdout* para tamaños de muestra donde se puedan destinar más de 1,000 ejemplos de prueba. El método *holdout* consiste en separar la base de datos en dos secciones y usar una de ellas como serie de entrenamiento y la otra como serie de prueba. En este trabajo se usará el método *holdout* y se explicará por qué no debe usarse *cross validation*.

Para mejorar el desempeño de un modelo se pueden aplicar tres tácticas: a) Manipular la base de datos ya sea al disminuir la serie de entrenamiento, realizar selección de atributos o al crear nuevos atributos a partir de los que se tienen. b) Combinar varios modelos y ponderar sus resultados; por ejemplo usando Bagging o Boosting [2]. c) Mediante optimización de los parámetros del algoritmo.

Aquí es necesario detenerse un momento; es necesario apuntar que cualesquiera de estas tres mejoras pueden beneficiar más a un algoritmo que a otro, y este hecho haría la elección de algoritmos un proceso mucho más complicado- véase el proyecto Statlog en [3]-. Sin embargo Weiss [1] sugiere usar cada algoritmo en su mejor forma, es decir, si este se beneficia de alguna manipulación entonces ésta debe aprovecharse. Para mantener las cosas lo más justas y simples posible se optará por el enfoque utilizado en el proyecto Statlog [3], es decir, no se realizará ningún preprocesamiento de la base de datos ni se ajustará algún parámetro.

Por último, para realizar la comparación de modelos se acostumbra usar generalmente la prueba t apareada, sin embargo, y como se verá más adelante, esta prueba no es la más adecuada para realizar esta comparación.

En este trabajo se propone el **análisis de varianza** como una prueba alternativa a la prueba t apareada. Además no se tomarán en cuenta los costos de los distintos errores ya que no todos los algoritmos de aprendizaje pueden lidiar con ellos. Se trabajará simplemente con la función de pérdida 0-1.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera: En la sección dos se presentarán los antecedentes de la comparación de modelos en particular y se describirán los problemas que se presentan al usar las técnicas estadísticas convencionales para hacer dichas comparaciones. En la sección tres se presentará el análisis de varianza (ANOVA) como solución propuesta a estos problemas y se describirán los experimentos. Finalmente en la sección cuatro se presentan los resultados y en la cinco las conclusiones.

## 2.. ANTECEDENTES

Generalmente el error de un modelo se mide mediante una técnica conocida como *ten fold cross validation* ya que se ha demostrado que es un estimador casi insesgado del error [4]. *Ten fold cross validation* consiste en dividir aleatoriamente la base de datos en diez secciones. Luego cada parte es dejada a un lado y el algoritmo es entrenado en los 9/10 restantes, seguidamente el error es calculado en la serie que se hizo a un lado. Por tanto el algoritmo de aprendizaje es ejecutado diez veces, cada vez en una serie de entrenamiento distinta (aunque comparten muchos ejemplos en común) y cada vez en una serie de prueba totalmente distinta. Finalmente, los diez estimados de error son promediados para producir el error estimado del clasificador.

Ahora, cuando se quiere comparar el error de dos algoritmos de aprendizaje A y B en una base de datos  $D_0$ , se acostumbra aplicar el siguiente procedimiento basado en  $k$  *fold cross validation* [5];

1. La base de datos  $D_0$  es seccionada en  $k$  bloques  $T_1, T_2, \dots, T_k$  (*folds*) donde cada bloque tiene al menos 30 ejemplos.
2. Desde  $i=1$  hasta  $k$   
usar  $T_i$  como serie de prueba y el resto de los datos como serie de entrenamiento  $S_i$ 
  - Medir el error de los dos algoritmos,  $E_A(S_i)$  y  $E_B(S_i)$ , en la serie de prueba  $T_i$
  - Medir la diferencia de error  $\delta_i$  obtenida por los dos algoritmos.
3. Promediar las diferencias de errores obtenidos  $\bar{\delta}$ , donde  $\bar{\delta} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \delta_i$

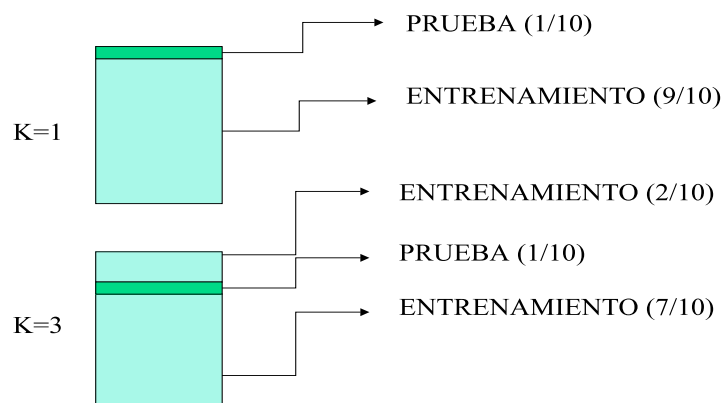
Como se ve, este procedimiento es idéntico a *ten fold cross validation*, con la única diferencia que en vez de obtener el error de un sólo algoritmo se está obteniendo la diferencia del error entre dos algoritmos. Vale la pena aclarar que el número  $k$  puede ser 10 o un número mayor con la única restricción que existan más de 30 ejemplos en cada bloque (*folds*).

Ahora, si los dos algoritmos tienen el mismo desempeño se esperaría que el valor de  $\bar{\delta}$  se aproxime a cero. Pero, cuán cerca a cero? La famosa prueba t apareada se utiliza generalmente para determinar si el valor de  $\bar{\delta}$  es lo suficientemente pequeño como para afirmar que los dos algoritmos tienen el mismo error. Se denomina apareada porque los dos valores que forman cada par de valores,  $E_A(S_i)$  y  $E_B(S_i)$ , son dependientes entre sí (en este caso son dependientes porque los algoritmos se entrenan en la misma serie de entrenamiento y se prueban en la misma serie de prueba). En la prueba t apareada el estadístico de prueba es:

$$t = \frac{\bar{\delta} - \Delta_0}{s_D / \sqrt{n}}$$

La hipótesis nula afirma que el error es prácticamente cero ( $\Delta_0$ ) mientras que la hipótesis alternativa establece que el error es menor, mayor o simplemente distinto a cero. Sin embargo, una de las suposiciones de la prueba t apareada se basa en que los **pares de valores**  $(E_A(S_1), E_B(S_1)), (E_A(S_2), E_B(S_2)), \dots, (E_A(S_k), E_B(S_k))$  son independientes entre sí, supuesto que es violado en el procedimiento explicado líneas arriba. Pero, dónde se encuentra dicha violación?

La respuesta es la siguiente. La prueba t apareada parte de la premisa que las medidas individuales son independientes. En este caso, las medidas individuales son las  $k$  estimaciones de error para cada algoritmo (realmente, las medidas en esta prueba t apareada son las diferencias  $\delta_i$  en los  $k$  estimados de error de los dos algoritmos). Desafortunadamente, *cross validation* introduce una dependencia entre las medidas, y esto sesga la prueba t hacia el rechazo de la hipótesis de igualdad en las medias. Por qué las medidas son dependientes? Cada medida depende de dos cantidades: a) La serie de prueba y b) Los modelos construidos a partir de sus correspondientes series de entrenamiento. Las series de prueba son independientes, pero los modelos no lo son. Cada algoritmo desarrolla un modelo en 10 series de entrenamiento (asumiendo que  $k=10$ ) que son casi idénticas. Cada serie de entrenamiento comparte 89% (8/9) de los datos con respecto a cualquier otra serie de entrenamiento de las 10 iteraciones. En la figura 1 se pueden ver estos traslapes en la serie de entrenamiento, específicamente se muestra el traslape entre la serie de entrenamiento del primer *fold* y el tercer *fold*, sin embargo este traslape se presenta entre todos y cada uno de los *folds*. Cada serie de entrenamiento es dependiente, por tanto cada uno de los 10 modelos generados son dependientes, por ende las 10 estimaciones de error de cada algoritmo son dependientes, en consecuencia las diferencias en los estimados de error son dependientes. He aquí el primer reparo para usar la prueba t apareada en la elección de algoritmos de aprendizaje.



**Figura 1.** Traslape en Cross Validation

Pero este no es el único reparo para usarla. Cuando se desea comparar más de dos medias poblacionales la prueba t apareada no es recomendable por el siguiente motivo.

Supóngase que en cierto problema se toman en cuenta cinco muestras de las cuales se obtienen sus medias o promedios:  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \bar{X}_4, \bar{X}_5$ . Se requieren las siguientes 10 pruebas t para comparar los diez pares de medias muestrales  $\left(C_2^5 = \frac{5!}{2!(5-2)!} = 10\right)$

$$(\bar{X}_1, \bar{X}_2) (\bar{X}_2, \bar{X}_3) (\bar{X}_3, \bar{X}_4) (\bar{X}_4, \bar{X}_5) (\bar{X}_1, \bar{X}_3) (\bar{X}_2, \bar{X}_4) (\bar{X}_3, \bar{X}_5) (\bar{X}_1, \bar{X}_4) (\bar{X}_2, \bar{X}_5) (\bar{X}_1, \bar{X}_5)$$

Si han de compararse más medias muestrales, deberán realizarse más pruebas t; por ejemplo, un total de seis muestras aumenta el número de pares a quince  $(C_2^6)$ . Sin embargo, cuando se aparea una media muestral con cada una de las otras medias muestrales y se realiza una prueba t para cada par de medias, es muy posible que la prueba t muestre diferencias significativas para algunos pares de medias muestrales, aún si las muestras se hubieran obtenido en realidad de la misma población!. Este fenómeno se conoce en estadística como efecto multiplicativo.

Entonces, siempre que se comparen tres o más medias muestrales, unas con las otras, la prueba t se vuelve inadecuada. Deberá utilizarse otra técnica para probar la hipótesis de que las medias están calculadas de muestras tomadas a partir de poblaciones con media idéntica <sup>1</sup>.

Hasta ahora se ha visto que hay dos impedimentos para usar la prueba t apareada; por un lado está el traslape en la serie de entrenamiento debido a *cross validation* y por el otro está el efecto multiplicativo cuando se comparan más de dos algoritmos. Para lidiar con el primer requisito violado se debe restringir la pregunta inicial que se pretendía responder en esta investigación y reformularla de la siguiente manera: dados dos algoritmos de aprendizaje, y una base de datos grande<sup>2</sup>, qué algoritmo aprenderá de mejor forma el patrón subyacente en los datos? La única diferencia entre esta pregunta y la planteada inicialmente es que se está restringiendo el dominio de aplicación a bases de datos grandes. Así, se podrá usar el método *holdout* en vez de *cross validation*; como la base de datos es grande se puede dividir en varias bases de datos más pequeñas y usar el método *holdout* en cada una de ellas. Así se elimina la dependencia que introduce *cross validation*. Para eliminar la segunda violación se debe encontrar una prueba estadística que cumpla la función de la prueba t apareada para más de dos poblaciones; dicha prueba es el **análisis de varianza (ANOVA) con bloqueo**.

### 3.. METODOLOGÍA

ANOVA es un procedimiento estadístico que permite comparar las medias de poblaciones (los errores en este caso) que han sido sometidas a distintos tratamientos <sup>3</sup>. Se llama ANOVA de un factor cuando sólo una variable afecta a la población, mientras que en ANOVA de varios factores son varias las variables que la afectan.

En la presente investigación se presentan dos experimentos de comparación y en los dos se comparan cuatro algoritmos de aprendizaje: tres árboles de decisión generados con distintas reglas de *split*, (Gain Ratio, Gini y CHAID o *Chi Squared Automatic Interaction Detection*) y el clasificador bayesiano (Naive Bayes). Cabe mencionar que los árboles de decisión y el clasificador bayesiano son parte de las técnicas más utilizadas en la comunidad de *Data Mining* por su simpleza y exactitud.

A su vez, la base de datos que se utiliza en los experimentos consta de 45,000 registros y fue obtenida del repositorio Delve, puede encontrarse bajo el nombre de Adult Dataset. Cada registro presenta 13 atributos; 6 continuos, 7 nominales, y no presenta valores faltantes. La variable dependiente es **Ingreso**, la cual puede clasificarse en mayor o menor a 50,000 dólares anuales. Es decir, el objetivo de esta base de datos es clasificar si una persona tiene un ingreso mayor o menor a 50,000 dólares.

El primer experimento consiste en un análisis de varianza de dos factores (algoritmos como un factor y

<sup>1</sup>La media muestral corresponde en el caso de este trabajo al error del algoritmo

<sup>2</sup>El calificativo de grande varía en función del dominio de aplicación; en cierto dominio 2,000 ejemplos pueden considerarse un número grande mientras que en otro dominio 2,000 ejemplos serían absolutamente insuficientes.

<sup>3</sup>Los tratamientos corresponden a los algoritmos de aprendizaje



las series de prueba y entrenamiento -las dos juntas- como el otro factor) con bloqueo en uno de ellos (en el factor entrenamiento y prueba). El modelo generado en este primer experimento es un modelo de efectos mixtos ya que se tiene un factor no aleatorio (los algoritmos) y un factor aleatorio (la serie de entrenamiento y la serie de prueba). Es este factor aleatorio el que representa el bloqueo. Pero, por qué es que se tiene que hacer este bloqueo? El bloqueo se realiza cuando existe una variable extraña que puede afectar los resultados de la prueba [6]. En el caso de la comparación de algoritmos la variable extraña consiste en la elección al azar de los ejemplos de entrenamiento y de prueba.

El segundo experimento es similar al anterior sin embargo se distingue de él principalmente en que se consideran tres factores en vez de dos: algoritmos, serie de entrenamiento y serie de prueba.

Se optó por realizar dos experimentos (uno independiente del otro) pues ninguno de los dos es “más correcto” que el otro, simplemente son dos formas de enfocar el análisis de varianza a un mismo problema, el lector podrá escoger el enfoque que le parezca más apropiado. Es importante tomar en cuenta que no existe consenso en la comunidad de inteligencia artificial sobre cómo se deben comparar algoritmos de aprendizaje [5]. También vale la pena mencionar que incluso los estadísticos tienen problemas en ponerse de acuerdo en cuál es el marco correcto para usar el test de hipótesis en el diseño de experimentos complejos [7]. Por tanto los dos experimentos que se sugieren en este trabajo deben ser tomados como aproximaciones al problema real, mas no como la única forma de comparar algoritmos.

Para calcular los errores obtenidos por cada uno de los algoritmos se utilizó el software de minería de datos Mineset 3.1, de la empresa Silicon Graphics. En los árboles de decisión el nivel de poda se estableció en 0.7 (el *default*) y en el clasificador bayesiano el corrector de Laplace se mantuvo en automático <sup>4</sup>.

## 4.. EXPERIMENTOS

### 4.1.. EXPERIMENTO 1

En el primer experimento se dividió al azar la base de datos en 20 secciones. Cada parte consistió en 2,250 ejemplos. En cada una se escogieron al azar 1,250 ejemplos de entrenamiento y 1,000 ejemplos de prueba. Los números podrán parecer un poco arbitrarios pero hay una razón por la que las particiones se hicieron de esta manera; primero, la base de datos se particionó en veinte secciones debido a que el análisis de varianza adquiere mayor consistencia cuando el número de observaciones es relativamente grande (20 es un número aceptable). La decisión de asignar en cada subsección 1,250 ejemplos para entrenamiento se debe a que el error cometido por los algoritmos al entrenarse con 1,250 ejemplos se aproximaba bastante al error cometido al entrenarse con todos los 45,000 ejemplos (este fenómeno se verificó mediante curvas de aprendizaje), por tanto los 1,250 ejemplos de entrenamiento constituyen un número razonable para entrenar los algoritmos. Por otro lado los 1,000 ejemplos de prueba representan el mínimo número aceptable de ejemplos que se necesitan para calcular con buena aproximación el error de un algoritmo (con sólo un 1 % de desviación sobre el error verdadero). Para tener un juicio exacto del error de un modelo se necesitan 5,000 ejemplos de prueba [1] (con desviación del cálculo del error de 0.5%) . Si bien, la forma de seccionar la base de datos parecería arbitraria, el lector puede comprobar con lo dicho líneas arriba que hay un sustento tanto teórico como empírico para hacerlo de la forma propuesta. Los errores obtenidos por los cuatro algoritmos se muestran en la tablas 1 y 2.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gain Ratio	17.8	14.5	17.7	17.1	16.1	15.1	17.3	17.5	15.7	16.5
Chi-Squared	18.9	18.8	23.3	21.1	22.8	19.5	22.2	20.9	19	20.5
Gini	17.1	16.1	22.4	19.1	18.5	20	20.9	21.1	19.1	18.3
Bayes	18.5	17.3	17.3	19.4	16.7	17.2	17.1	19.2	19.5	17.3

**Cuadro 1.** Porcentajes de error de los algoritmos

<sup>4</sup>El corrector de Laplace es un parámetro que se ajusta para evitar que se obtengan probabilidades iguales a cero

A simple vista puede observarse que el Gain Ratio es el tratamiento con menor error, pero este hecho debe verificarse estadísticamente mediante el análisis de varianza. Los errores promedio se muestran en la siguiente tabla:

Algoritmo	Error medio
Bayes	17.92 %
Gini	19.05 %
Chi-Squared	20.05 %
Gain Ratio	16.65 %

Una vez que se tienen los errores observados se debe verificar que los supuestos del ANOVA se cumplan [8], a saber:

- (a) Las observaciones dentro de cada muestra son independientes.
- (b) Las distribuciones poblacionales de donde se obtienen las muestras son normales.
- (c) Todas las poblaciones tienen la misma varianza.

El supuesto (a) se cumple pues como se explicó líneas arriba tanto los ejemplos de entrenamiento como de prueba son escogidos al azar, además las muestras tienen todas un tamaño de veinte observaciones (2,250x20). Para verificar el supuesto (b) se aplicará una prueba estadística conocida como prueba de Shapiro Wilk. En esta prueba la hipótesis nula establece que la población es aproximadamente normal. Los resultados de esta prueba se muestran en la siguiente tabla (aplicados para el gain ratio). Se puede ver que el valor p es alto, por tanto la hipótesis nula no es rechazada. Resultados similares se obtuvieron con los otros tres tratamientos (algoritmos); por tanto el supuesto (b) se cumple en los cuatro tratamientos.

W	Prob<W
0.951967	0.4088

El supuesto (c) debe ser comprobado de la misma manera, sin embargo el test usado es distinto. El software que se usó para hacer estas pruebas permite hacer cuatro tests para verificar que las varianzas son iguales. En los cuatro tests la hipótesis nula asume que las varianzas son iguales. Los resultados se muestran en la tabla 3. Se puede ver que en ninguno de los cuatro test se rechaza la hipótesis nula, es decir, no se puede rechazar la hipótesis que las varianzas de los errores promedio de los algoritmos son iguales.

Ya que se han verificado cada uno de los tres supuestos se procede a realizar el análisis de varianza. Los resultados se muestran en la Tabla 4. Se puede ver que tanto los efectos de los tratamientos como de los bloques son significativos (la última columna presenta el valor p, es la única columna a la que debe prestarle atención el lector, a menos que esté interesado en los detalles de la prueba).

Tratamiento	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Gain Ratio	16.7	17.5	17.3	19	18.2	14.1	16.4	17.2	16.7	14.6
Chi-Squared	8.3	19.8	20	22	22.1	15.9	19.8	20.5	19	16.6
Gini	17.3	18.8	18.9	20.7	20.6	18.3	17.5	19	20.2	17.1
Bayes	15.6	17.2	19.8	20.4	19.1	18.1	15.3	17.5	17.5	18.4

**Cuadro 2.** Porcentajes de error de los algoritmos

En la Tabla 5 se puede apreciar el análisis de varianza como un todo, es decir, como si existiera solamente un factor. Dado que el valor p es menor a 0.0001 se puede rechazar la hipótesis nula con seguridad, es decir, los algoritmos se comportan de forma significativamente distinta.

### **Comparación por Pares**

Cuando la hipótesis nula en el análisis de varianza no es rechazada el análisis debe darse por concluido pues no han sido identificadas diferencias significativas entre las medias (en este caso errores promedio) [8]. Pero cuando la hipótesis nula es rechazada generalmente se desea investigar qué medias son diferentes entre sí. El método para continuar con este análisis se llama procedimiento de comparaciones múltiples. Hay varios de estos procedimientos en la literatura estadística; un procedimiento (o prueba estadística) que permite hacer esta verificación es el procedimiento de Tukey. Para el caso de la comparación de algoritmos se querrá comparar entre sí, es decir, por pares, todos los errores promedio cometidos por ellos. Aplicando dicho procedimiento al factor “algoritmos” se tiene:

$$Q_{0,05,4,57} = 3,75$$

$$\sqrt{MSE/J} = \sqrt{1,41/20} = 0,265$$

$$w = 3,75 \times 0,265 = 0,995$$

16.65	17.92	19.05	20.05
Gain Ratio	Bayes	Gini	Chaid

Se puede ver que 0.995 es menor que todas las diferencias entre los promedios de los cuatro algoritmos (17.92-16.65), (19.05-17.92), (20.05-19.05). Por tanto se puede afirmar que los cuatro algoritmos son significativamente diferentes entre sí: todos son diferentes de todos. Sería interesante establecer la razón por la cual existe esta diferencia entre todos los algoritmos, quizás el realizar un análisis del sesgo y la varianza en cada uno pueda ayudar a encontrar la razón <sup>5</sup>.

<sup>5</sup>El sesgo de un algoritmo es el error sistemático que no puede ser eliminado aunque se obtengan infinitas series de entrenamiento del mismo tamaño [9]

Test	F ratio	DF Num	DF Den	Prob>F
O'Brien[.5]	1.4719	3	76	0.2289
Brown-Forsythe	0.9713	3	76	0.4108
Levene	1.0068	3	76	0.3945
Bartlett	1.2434	3	?	0.2921

**Cuadro 3.** Resultados de prueba de igualdad de varianzas

Source	SS	MS Num	DF Num	F Ratio	Prob>F
Tratamiento	128.734	42.9112	3	30.4196	<0.0001
Bloques	106.896	5.62608	19	3.9883	<0.0001

**Cuadro 4.** Efectos de los factores

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	22	235.629	10.7104	7.5926
Error	57	80.4065	1.4106	Prob>F
C Total	79	316.0355		<.0001

**Cuadro 5.** Análisis de Varianza como un todo

## 4.2.. EXPERIMENTO 2

El análisis de varianza de tres factores parte de los mismos supuestos que el análisis de varianza de dos factores (y también que el de un factor); por tanto la comprobación que el presente experimento cumple con tales premisas no se presentará en este artículo.

En este experimento la base de datos fue dividida en dos partes, una con 24,000 registros para entrenamiento y la otra con 20,000 registros para prueba (ambas elegidas al azar). Tanto los ejemplos de entrenamiento como los de prueba se partitionaron a su vez en grupos de 4,000 registros, es decir, se obtuvieron 6 grupos de 4,000 ejemplos de entrenamiento y 5 grupos de 4,000 registros de prueba. Cada uno de los cuatro algoritmos se entrenó en las 6 series de entrenamiento y se probó en las 5 series de prueba, totalizándose así 120 corridas u observaciones (4 algoritmos x 6 entrenamientos x 5 pruebas). Este experimento también es de efectos mixtos ya que los tratamientos no son aleatorios pero los ejemplos de entrenamiento y los de prueba sí lo son (son elegidos al azar). Lo interesante en este diseño experimental está en que se permite la interacción de los tres factores (algoritmos, entrenamiento y prueba), lo cual no se dio en el experimento anterior. La hipótesis nula es la misma que dicho experimento. Nótese que a diferencia del presente experimento, en el experimento anterior se obtuvieron sólo 80 observaciones ya que se asumía la existencia de sólo dos factores.

Los datos obtenidos en este experimento se muestran en la tabla 6 y los resultados del análisis de varianza se muestran en la tabla 7.

Puede observarse que en la mayoría de factores se rechaza la hipótesis nula excepto en el factor prueba y en el factor de interacción entre entrenamiento y prueba. Esto quiere decir que los ejemplos de prueba por sí solos no cambian los resultados. Quizás esto se deba a que el número de ejemplos de prueba es lo suficientemente alto (4,000) como para asegurar que se tiene una muy buena aproximación al verdadero error del algoritmo, es decir, utilizar otros 4,000 ejemplos de prueba distintos no cambian significativamente el error medido del algoritmo. Como se mencionó anteriormente, con 5,000 ejemplos de prueba se puede estar completamente seguro que el error calculado es el verdadero error del algoritmo, mientras que con 4,000 ejemplos se tiene una aproximación casi perfecta a dicho error [1]. Por otro lado los efectos de los tratamientos son bastante significativos, por tanto se puede concluir que cada algoritmo tiene un efecto distinto. Asimismo los ejemplos de entrenamiento también presentan un efecto significativo, con esto se concluye que al variar la serie de entrenamiento los clasificadores generados son significativamente diferentes (inclusive los clasificadores generados con un mismo algoritmo). A este comportamiento Breiman lo llamó "inestabilidad" de un algoritmo [10]. Breiman define como "inestabilidad" a la variación substancial de un clasificador cuando es entrenado con diferentes ejemplos de entrenamiento. Esta inestabilidad se debe principalmente a que el espacio de hipótesis es muy grande; si el algoritmo realiza una búsqueda en un espacio de hipótesis bastante grande y produce como resultado una sola hipótesis, entonces tendrá que tomar decisiones "arbitrarias" en función a una cantidad de ejemplos que resultan insuficientes para cubrir todo el espacio de búsqueda [10].

El análisis del modelo como un todo se muestra en la tabla 8.

Se ve en el análisis de varianza como un todo que la hipótesis de igualdad también se rechaza (valor  $p < .0001$ ). Los errores promedio obtenidos son (de la tabla 6): Bayes(17.52%), Chi S.(18.36%), Gain R.(15.92%), Gini(17.82).

## 5.. CONCLUSIONES

En los experimentos realizados se puede ver que el promedio de error en los datos usados en el segundo experimento es en promedio 1% inferior al del primer experimento. Esto es debido a que en el segundo experimento los algoritmos fueron entrenados con 4,000 ejemplos mientras que en el primero se entrenaron con sólo 1,250 ejemplos. Como se dijo al comienzo del experimento uno, con sólo 1,250 ejemplos los algoritmos aprendieron de forma bastante aproximada el patrón subyacente en los datos, pero este 1% de diferencia a favor en el cálculo del error del experimento dos se ve compensando en el experimento uno al poder obtener una muestra en donde todas las observaciones son totalmente independientes, supuesto que se viola en el experimento dos. De todas formas, en ambos experimentos el resultado es el

Entrenamiento	Prueba	Error Gain ratio	Error CHAID	Error Gini	Error Bayes
E1	P1	15.88	18.35	17.8	19.15
	P2	17.3	18.7	18.12	17.77
	P3	16.5	18.93	17.95	18.07
	P4	16.65	18.55	17.82	17.55
	P5	16.32	18.32	17.55	17.77
E2	P1	16.25	18.52	17.45	18.27
	P2	16.1	18	18.07	17.45
	P3	15.72	18.1	17.15	17.15
	P4	16.18	19.05	17.82	17.03
	P5	15.48	18.07	16.78	17.05
E3	P1	15.28	19.15	18.9	18.2
	P2	16.73	19.12	18.5	17.45
	P3	16.15	19.12	18	18.3
	P4	16.95	19.9	19.12	17.15
	P5	14.75	17.82	17.05	17.3
E4	P1	15.9	17.93	18.22	18.57
	P2	16.2	19.07	17.97	17.47
	P3	16.2	17.75	18.35	17.77
	P4	15.75	18.1	17.72	17.18
	P5	15.62	17.5	17.38	17.12
E5	P1	15.6	16.48	17.35	17.93
	P2	16.2	17.27	17.72	16.78
	P3	15.45	18.1	17.15	16.9
	P4	15.52	17.95	17.5	16.45
	P5	14.55	16.73	17.03	16.5
E6	P1	15	19.23	17.52	18.45
	P2	15.8	18.88	18.7	17.27
	P3	16.28	19.18	18	17.77
	P4	15.95	19.38	18.65	16.88
	P5	15.55	17.75	17.27	17.03

**Cuadro 6.** Resultados del segundo experimento

Source	SS	MS Num	Df Num	F Ratio	Prob >F
Tratamiento	98.8783	32.9594	3	30.2196	<0.0001
Entrenamiento	13.7176	2.7435	5	5.9826	0.0025
Tratam*Entrena	6.02826	0.40188	15	3.1027	0.0009
Prueba	9.6989	2.4247	4	2.77	0.0716
Tratam*Prueba	9.8196	0.8183	12	6.3177	<0.0001
Entrena*Prueba	3.7244	0.18622	20	1.4377	0.1408

**Cuadro 7.** Test de efectos para tres factores

Source	DE	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	59	141.867	2.4045	18.564
Error	60	7.7715	0.1295	Prob>F
C Total	119	149.63		<.0001

**Cuadro 8.** Análisis de varianza como un todo para tres factores

mismo: los algoritmos son significativamente diferentes y el Gain Ratio es el mejor algoritmo para predecir qué persona tiene un ingreso mayor a 50,000 dólares. En resumen, se deben hacer compromisos (*Trade off*) para elegir el experimento más correcto. Es importante saber que el diseño de experimentos no fue desarrollado con los algoritmos computacionales en mente, por tanto, cualquier aplicación de las técnicas estadísticas para este fin debe verse como una mera aproximación.

No existe mucha teoría acerca de cómo elegir un algoritmo a priori [11]. La elección del mejor algoritmo para un problema en particular es un proceso exploratorio; depende directamente del conocimiento de los algoritmos que tenga el analista y del dominio de aplicación, por tanto este proceso comprende un poco de ciencia y arte. Se espera que algún día se pueda encontrar una serie de medidas que sean obtenidas de los datos con las que podamos predecir con cierto grado de confianza qué algoritmo se desempeñará mejor. Mientras tanto, lo que se puede concluir es que se debe escoger los algoritmos que se hayan usado con éxito anteriormente en problemas parecidos y usar el análisis de varianza, si el número de datos es abundante, para determinar cuál es el mejor. Por otro lado, si lo que se quiere es demostrar que un algoritmo es en general mejor que otro (quizá esta es una de las preguntas fundamentales en *machine learning* [12]), se deberán elegir primero las bases de datos que se utilizarán en dicho experimento, sin embargo, la cuestión acerca de qué bases de datos son representativas aún está sin responderse [3].

## Referencias

- [1] Sholom M. Weiss and Casimir A. Kulikowski. *Computer Systems that Learn*. Morgan Kaufmann, 1991.
- [2] Eric Bauer and Ron Kohavi. An empirical comparison of voting classification algorithms: Bagging, boosting, and variants. *Machine Learning*, 36:105–142, 1999.
- [3] D. Michie, D.J Spiegelhalter, and C.C Taylor. *Machine Learning, Neural and Statistical Classification*. Ellis Horwood, 1994.
- [4] Ron Kohavi. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. *International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*, 1995.
- [5] Tom Mitchell. *Machine Learning*. McGraw-Hill, 1997.
- [6] George E. P. Box, William G. Hunter, and J. Stuart Hunter. *Estadística para investigadores*. John Wiley and Sons, Inc, 1988.
- [7] Steven L. Salzberg. On comparing classifiers: A critique of current research and methods. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 1:1–12, 1999.
- [8] Jay L Devore. *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Thomson and Learning, 2001.
- [9] Thomas G. Dietterich. Machine learning bias, statistical bias, and statistical variance of decision tree algorithms. *Machine Learning*, 1998.
- [10] Thomas G. Dietterich. Editorial. *Machine Learning*, 24:1–3, 1996.
- [11] Ron Kohavi. Data mining using mlc++,. *Machine Learning*, 6(4):234–245, 1996.
- [12] Thomas G. Dietterich. Approximate statistical tests for comparing supervised classification learning algorithms. *Machine Learning*, 1997.

## **A Survey on Natural Language Interfaces to Databases**

Jesús Rojas Hernández José Torres Jiménez  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,  
Campus Cuernavaca  
00375927@academ01.mor.itesm.mx , jtorres@campus.mor.itesm.mx  
Av. Paseo de la Reforma #182 Col. Lomas de Cuernavaca C.P.  
62589, Temixco, Mor, Mex.

### **Abstract**

Natural Language Interfaces (NLI) , allowing end-users to access information by typing command and requests in natural language such as English, have been developed since the latest sixties. A particular application of natural language interfaces is to query databases in a nontechnical language to directly access the information in the databases. The main advantage of these systems is that they facilitate access by users who are not familiar with formal query languages.

This paper pretends to serve as an introduction to some key concepts, problems, methodologies, and lines of research in the area of Natural Language Interfaces to Databases (NLIDB) obtained in the last years. Special attention is devoted to the work lines oriented to the design of natural language processing systems. Finally some features about specific NLIDB systems and the areas of NLIDB research that have been less explored are presented.

**RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTOS BÁSICOS EN DANZA CONTEMPORÁNEA BASADO EN TRES SISTEMAS DE APRENDIZAJE.** Arturo Preciado Ruiz, Departamento de Electrónica y Control, Campus Toluca, ITESM; Bertrand Vachon, Laboratorio de Informática e Imaginería Industrial, Universidad de La Rochelle, Francia.

Aunque el reconocimiento de actividades humanas es un proceso de alto nivel ejecutado en el cerebro es posible aprovechar la estructura interna en estas acciones para el desarrollo de un sistema de reconocimiento automático por computadora. Una técnica que ha sido exitosamente utilizada con este fin es la de los Modelos Escondidos de Markov. Un modelo escondido de Markov es definido como *“un doble proceso estocástico integrado, el primero de los cuáles no es observable (estados) pero que puede ser observado a través otro proceso estocástico el cual produce una secuencia de observaciones”*. En este trabajo se presenta una modelación de movimientos básicos de la danza contemporánea, basada en la versión discreta de este enfoque, que asignará las observaciones correspondientes de un movimiento dado a aquel con la más alta probabilidad respecto del conjunto que se encuentra en una base de datos. Con el fin de, primeramente, extraer la información más relevante contenida en los datos que registran un movimiento dado y, posteriormente, convertir las cantidades reales obtenidas de este primer procedimiento en símbolos discretos que los modelos de Markov puedan interpretar, se utilizan otros dos procedimientos basados en secuencias representativas de aprendizaje; el Análisis de Componentes Principales y la Cuantización Vectorial respectivamente.



**A METHODOLOGY FOR RELIABLE SYSTEMS DESIGN.** Jaime Solano-Soto, Escuela de Computación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica; Luis Enrique Sucar, Departamento de Computación, Campus Cuernavaca, ITESM.

A novel configuration method for systems design has been developed, that considers, at the same time, system reliability and cost. This method helps to maximize the reliability, minimize the cost and obtain the best possible configuration for the system to be designed. To accomplish this, a combination of Bayesian networks and heuristic search are used so to help the designer find the optimum configuration in the immense search space available. The method has as entry parameters: the minimal reliability requirement or maximum cost of the computer system to be designed, the function of the system as a reliability block diagram and a description of each component. From this input, the methodology transforms automatically the reliability block diagram to Bayesian network equivalent, from which the reliability of the system is obtained through probability propagation. Starting from the initial block diagram, a set of heuristic operators is used to generate new configurations. The "best" configurations are obtained using beam search with some heuristics to improve the search efficiency. There are 3 alternatives for defining the best configurations: (i) minimize cost with a reliability restriction, (ii) maximize reliability with a cost restriction, and (iii) make a compromise between reliability and cost (Pareto set). The methodology is applied to the design of a distributed control system with promising results.

# ESTIMATION AND CONTROL OF INDUSTRIAL PROCESSES WITH PARTICLE FILTERS

Rubén Morales-Menéndez\*

Nando de Freitas†

David Poole‡

We present a probabilistic approach to state estimation and control of industrial processes. In particular, we adopt a jump Markov linear Gaussian (JMLG) model to describe an industrial heat exchanger. The parameters of this model are identified with the expectation maximisation (EM) algorithm. After identification, particle filtering algorithms are adopted to diagnose, in real-time, the state of operation of the heat exchanger. The particle filtering estimates are then used to drive an automatic control system.

**Keyword:** State Estimation, Control, Particle Filtering, Jump Markov Linear Gaussian Systems

## 1. Introduction

State estimation plays a critical role in modern diagnosis and control systems. Early detection of changes in the states of industrial process can be used to plan maintenance or to choose a suitable control policy. These changes are typically very subtle. They depend on operating conditions and on complex interactions of many discrete and continuous variables. It is often difficult for a human operator to evaluate or diagnose the process continuously [1, 2].

Here, we propose a real-time, automatic strategy for estimating the states of industrial processes from noisy measurements of continuous variables. This approach enables us to reduce the cognitive load experienced by human operators. It also serves to minimise the number of instruments and to open up room for sophisticated control strategies.

In particular, we adopt a jump Markov linear Gaussian (JMLG) model to describe an industrial heat exchanger with different linear regimes of operation. A discrete state variable controls the switching between the various linear regimes. The parameters of each regime are identified off-line with the EM algorithm [3]. Once the stationary parameters have been identified, real-time Rao-Blackwellised particle filtering (RBPF) algorithms are used to estimate the continuous and discrete states of the system on-line [4, 5]. These estimates are used to determine the control policy of a PID controller.

The paper is organised as follows. Section 2. presents an overview of our approach. Section 3. describes various particle filtering algorithms. Section 4. discusses the results and Section 5. concludes the paper.

## 2. Overview

We represent a complex nonlinear process (a heat exchanger) with a dynamic mixture of linear processes. In addition to the continuous state variables corresponding to each linear process, we have a discrete state variable that determines the linear regime of operation. We acquire data for each regime separately. This data enables us to do off-line identification with the EM algorithm. Subsequently, a particle filter uses these parameters and new measurements to estimate the discrete state of operation on-line. Knowledge of this state enables us to choose appropriate control strategies.

---

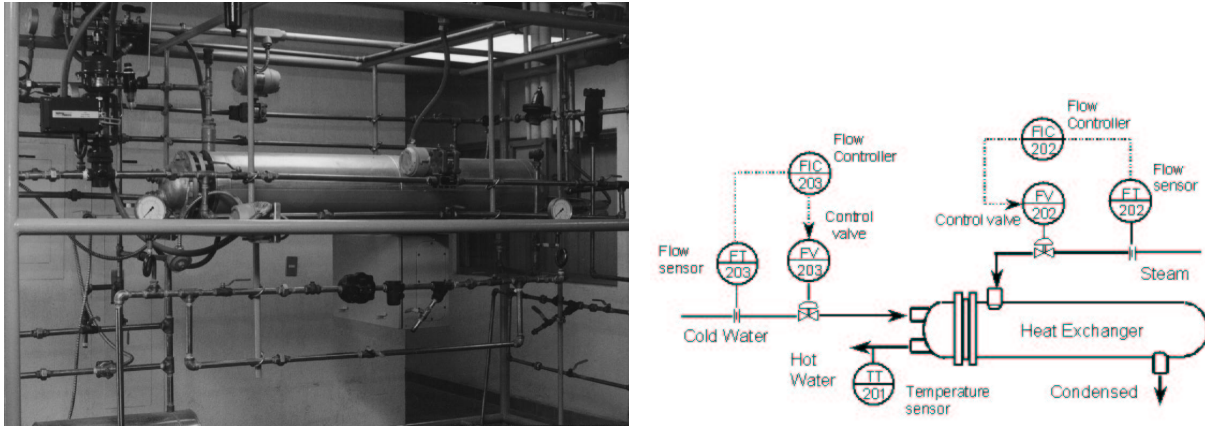
\* Mechatronics and Automation Dept, ITESM Mty, México , rmm@itesm.mx

† Computer Science Dept, University of British Columbia, Canada, nando@cs.ubc.ca

‡ Computer Science Dept, University of British Columbia, Canada, poole@cs.ubc.ca

## 2.1. Process monitored

We monitored an industrial heat exchanger, shown on the left of Figure 1. This exchanger heats 10 gpm of water from  $25^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$  using steam at  $5\text{ kg/cm}^2$ . It is in a horizontal arrangement with 11 Cu-Ni(90-10) tubes of  $3/4$  inches external diameter, which are in a BWG-20 triangular distribution. The container is 6 inches in external diameter and 70 inches in length. This process is fully instrumented and is operated by the Honeywell TDC 3000 industrial distributed control system [6]. The right graph in Figure 1 shows a conceptual diagram of the main instrumentation. Table 1 describes each tag-name.



**Figure 1.** Heat exchanger and instrumentation diagram.

**Table 1.** Heat exchanger instrumentation.

Tag-name	Name	Description	units
FT203	Flow transmitter	Input water flow	%
FV203	Control valve	Input water valve	%
FIC203	Flow controller	Input water flow PID	
FT202	Flow transmitter	Steam flow	%
FV202	Control valve	Steam valve	%
FIC202	Flow controller	Steam flow PID	
TT201	Temperature transmitter	Output water temperature	$^{\circ}\text{C}$

The key variable in this thermal process is the output water temperature. We can control this temperature by manipulating the steam flow. The dynamic characteristics (transient response) of the heat exchange are strongly influenced by the input water flow. The relationship among input water flow and output water temperature is nonlinear. We found five linear operating ranges shown in Table 2.

**Table 2.** Linear operating conditions.

Model	Name	FT203 Range	FV202	TT201
1	Very high flow	59-71 %	32 %	$39.69^{\circ}\text{C}$
2	High flow	55-59 %	32 %	$41.68^{\circ}\text{C}$
3	Normal flow	44-55 %	32 %	$44.05^{\circ}\text{C}$
4	Low flow	35-44 %	32 %	$47.26^{\circ}\text{C}$
5	Very low flow	29-35 %	32 %	$51.40^{\circ}\text{C}$

## 2.2. Mathematical model

We adopted the following JMLG model

$$\begin{aligned} z_t &\sim P(z_t|z_{t-1}) \\ x_t &= A(z_t)x_{t-1} + B(z_t)w_t + F(z_t)u_t \\ y_t &= C(z_t)x_t + D(z_t)v_t + G(z_t)u_t, \end{aligned}$$

where  $y_t \in \mathbb{R}^{n_y}$  denotes the measurements (output water temperature),  $x_t \in \mathbb{R}^{n_x}$  denotes the unknown continuous states,  $u_t \in \mathcal{U}$  is a known control signal (steam flow),  $z_t \in \{1, \dots, n_z\}$  denotes the unknown discrete states described in Table 2. We assume the noise processes are *i.i.d.* Gaussian:  $w_t \sim \mathcal{N}(0, I)$  and  $v_t \sim \mathcal{N}(0, I)$ . Note that the parameters  $(A, B, C, D, F, G)$  depend on the discrete state of operation. For each discrete state, we have a single linear-Gaussian model. We ensure that  $D(z_t)D(z_t)^T > 0$  for any  $z_t$ . The initial states are  $x_0 \sim \mathcal{N}(\mu_0, \Sigma_0)$  and  $z_0 \sim P(z_0)$ .

## 2.3. Data acquisition

We engineered a transition matrix  $P(z_t|z_{t-1})$  to physically change the operating conditions of the heat exchanger. For each regime of operation, we monitored the water temperature,  $y_t$ , for more than 30 minutes and collected 1000 time samples.

## 2.4. Parameter identification

The identification consisted of two stages. In the first stage, we adopted an open-loop step response technique [7] to obtain the dynamic model for each discrete state. The parametric identification was guided by the minimum squares error algorithm [8]. The discrete-time state space representation, consisting of matrices  $(A(z_t), C(z_t), F(z_t), G(z_t))$ , was generated by a standard procedure in control engineering [7]. The matrix  $G(z_t)$  was null in our application.

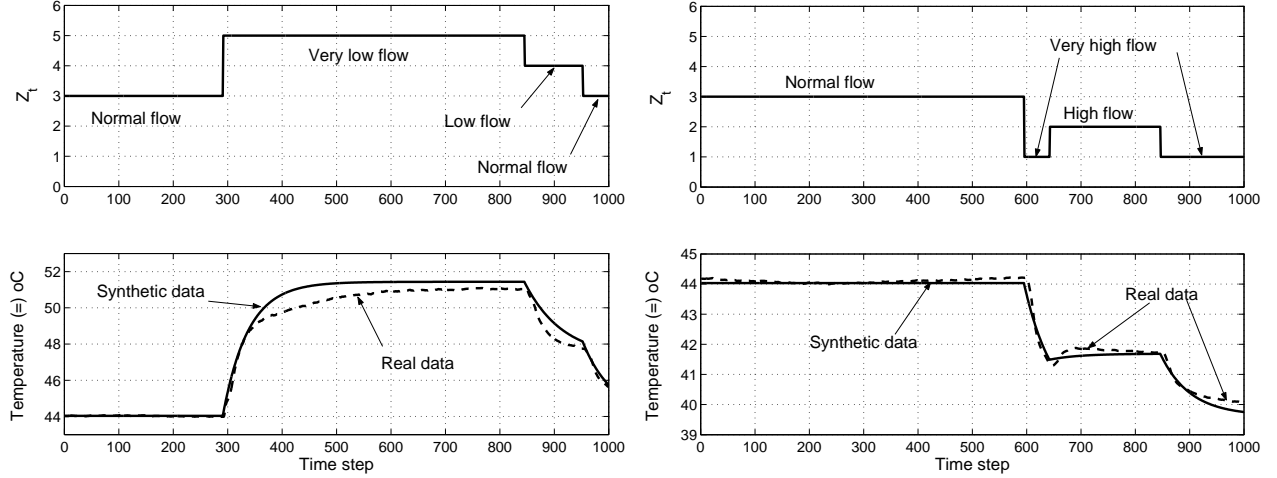
In the second stage, we apply a maximum likelihood (EM) algorithm [3] to refine the estimates of  $(A(z_t), C(z_t), F(z_t), G(z_t))$  and to compute the noise matrices  $(B(z_t), D(z_t))$ . This algorithm consisted of two steps. In the E step, a Rauch-Tung-Striebel Kalman smoother was used to compute the sufficient statistics of the Gaussian states. In the M step, we updated the matrices of parameters using analytically derived equations [3]. We repeated this procedure for each discrete state. Note that the first identification stage contributes significantly toward avoiding convergence to shallow local maxima of the likelihood function.

To show that the JMLG model can successfully describe the heat exchanger with a dynamic mixture of linear models, we compared the measured data to data generated by the model. The graphs in Figure 2 show this data. The upper graphs show the discrete state of operation. The lower graphs show the real data (output water temperature,  $y_t$ ) and the synthetic data generated by the JMLG model. The JMLG model seems to be rich enough to model the nonlinear heat exchanger.

## 2.5. On-line Bayesian monitoring

Our main goal is to determine the discrete state of operation. That is, we want to compute the marginal posterior distribution<sup>1</sup> of the discrete states  $P(z_{0:t}|y_{1:t})$ . (In practice, we avoid storing past trajectories and, hence, focus on the filtering distribution  $P(z_t|y_{1:t})$  as  $t$  increases.) The marginal posterior can

<sup>1</sup>NOTATION: For a generic vector  $\theta$ , we adopt the notation  $\theta_{1:t} \triangleq (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_t)'$  to denote all the entries of this vector at time  $t$ . For simplicity, we use  $\theta_t$  to denote both the random variable and its realisation. Consequently, we express continuous probability distributions using  $P(d\theta_t)$  instead of  $\Pr(\theta_t \in d\theta_t)$  and discrete distributions using  $P(\theta_t)$  instead of  $\Pr(\theta_t = \theta_t)$ . If these distributions admit densities with respect to an underlying measure  $\mu$  (counting or Lebesgue), we denote these densities by  $p(\theta_t)$ . For example, when considering the space  $\mathbb{R}^n$ , we will use the Lebesgue measure,  $\mu = d\theta_t$ , so that  $P(d\theta_t) = p(\theta_t) d\theta_t$ .



**Figure 2.** Real data and generated data for two random sequences.

be derived from the posterior distribution  $P(dx_{0:t}, z_{0:t}|y_{1:t})$  using standard marginalisation. The posterior density satisfies the following recursion:

$$p(x_{0:t}, z_{0:t}|y_{1:t}) = p(x_{0:t-1}, z_{0:t-1}|y_{1:t-1}) \frac{p(y_t|x_t, z_t) p(x_t, z_t|x_{t-1}, z_{t-1})}{p(y_t|y_{1:t-1})}. \quad (1)$$

This recursion involves intractable integrals. One, therefore, has to resort to some form of numerical approximation scheme. Here, we adopt particle filtering techniques.

### 3. Particle Filtering

In the PF setting, we use a weighted set of samples (particles)  $\{(x_{0:t}^{(i)}, z_{0:t}^{(i)}), w_t^{(i)}\}_{i=1}^N$  to approximate the posterior with the following point-mass distribution

$$\hat{P}_N(dx_{0:t}, z_{0:t}|y_{1:t}) = \sum_{i=1}^N w_t^{(i)} \delta_{x_{0:t}, z_{0:t}}^{(i)}(dx_{0:t}, z_{0:t}),$$

where  $\delta_{x_{0:t}, z_{0:t}}^{(i)}(dx_{0:t}, z_{0:t})$  denotes the Dirac-delta function. Given  $N$  particles  $\{x_{0:t-1}^{(i)}, z_{0:t-1}^{(i)}\}_{i=1}^N$  at time  $t-1$ , approximately distributed according to  $P(dx_{0:t-1}, z_{0:t-1}|y_{1:t-1})$ , PF enables us to compute  $N$  particles  $\{x_{0:t}^{(i)}, z_{0:t}^{(i)}\}_{i=1}^N$  approximately distributed according to  $P(dx_{0:t}, z_{0:t}|y_{1:t})$ , at time  $t$ . Since we cannot sample from the posterior directly, the PF update is accomplished by introducing an appropriate importance proposal distribution  $Q(dx_{0:t}, z_{0:t})$  from which we can obtain samples. The basic algorithm, Figure 3, consists of two steps: sequential importance sampling and selection (see [5] for a detailed derivation). This algorithm uses the transition priors as proposal distributions;  $Q(x_{0:t}, z_{0:t}|y_{1:t}) = P(x_t|x_{t-1}, z_t)P(z_t|z_{t-1})$ . For the selection step, we used a state-of-the-art minimum variance resampling algorithm [9].

#### 3.1. Rao-Blackwellised Particle Filtering

By considering the factorisation  $p(x_{0:t}, z_{0:t}|y_{1:t}) = p(x_{0:t}|y_{1:t}, z_{0:t})p(z_{0:t}|y_{1:t})$ , it is possible to design more efficient PF algorithms. *The density  $p(x_{0:t}|y_{1:t}, z_{0:t})$  is Gaussian and can be computed analytically if we know the marginal posterior density  $p(z_{0:t}|y_{1:t})$ .* This density satisfies the alternative recursion

$$p(z_{0:t}|y_{1:t}) = p(z_{0:t-1}|y_{1:t-1}) \frac{p(y_t|y_{1:t-1}, z_{0:t}) p(z_t|z_{t-1})}{p(y_t|y_{1:t-1})} \quad (2)$$

Sequential importance sampling step

- For  $i = 1, \dots, N$ , sample from the transition priors

$$\hat{z}_t^{(i)} \sim P(z_t | z_{t-1}^{(i)}) \quad \text{and} \quad \hat{x}_t^{(i)} \sim P(dx_t | x_{t-1}^{(i)}, z_t^{(i)})$$

and set  $(\hat{x}_{0:t}^{(i)}, \hat{z}_{0:t}^{(i)}) \triangleq (\hat{x}_t^{(i)}, \hat{z}_t^{(i)}, x_{0:t-1}^{(i)}, z_{0:t-1}^{(i)})$ .

- For  $i = 1, \dots, N$ , evaluate and normalize the importance weights

$$w_t^{(i)} \propto p(y_t | \hat{x}_t^{(i)}, \hat{z}_t^{(i)})$$

Selection step

- Multiply/Discard particles  $\{\hat{x}_{0:t}^{(i)}, \hat{z}_{0:t}^{(i)}\}_{i=1}^N$  with respect to high/low importance weights  $w_t^{(i)}$  to obtain  $N$  particles  $\{x_{0:t}^{(i)}, z_{0:t}^{(i)}\}_{i=1}^N$ .

**Figure 3.** PF algorithm at time  $t$ .

If equation (1) does not admit a closed-form expression, then equation (2) does not admit one either and sampling-based methods are still required. (Also note that the term  $p(y_t | y_{1:t-1}, z_{0:t})$  in equation (2) does not simplify to  $p(y_t | z_t)$  because there is a dependency on past values through  $x_{0:t}$ .) Now assuming that we can use a weighted set of samples  $\{z_{0:t}^{(i)}, w_t^{(i)}\}_{i=1}^N$  to represent the marginal posterior distribution

$$\hat{P}_N(z_{0:t} | y_{1:t}) = \sum_{i=1}^N w_t^{(i)} \delta_{z_{0:t}^{(i)}}(z_{0:t}),$$

the marginal density of  $x_{0:t}$  is a Gaussian mixture

$$\hat{P}_N(x_{0:t} | y_{1:t}) = \int p(x_{0:t} | z_{0:t}, y_{1:t}) dP(z_{0:t} | y_{1:t}) = \sum_{i=1}^N w_t^{(i)} p(x_{0:t} | y_{1:t}, z_{0:t}^{(i)})$$

that can be computed efficiently with a stochastic bank of Kalman filters. That is, we use PF to estimate the distribution of  $z_t$  and exact computations (Kalman filter) to estimate the mean and variance of  $z_t$ . In particular, we sample  $z_t^{(i)}$  and then propagate the mean  $\mu_t^{(i)}$  and covariance  $\Sigma_t^{(i)}$  of  $x_t$  with a Kalman filter:

$$\begin{aligned} \mu_{t|t-1}^{(i)} &= A(z_t^{(i)})\mu_{t-1}^{(i)} + F(z_t^{(i)})u_t \\ \Sigma_{t|t-1}^{(i)} &= A(z_t^{(i)})\Sigma_{t-1}^{(i)}A(z_t^{(i)})^T + B(z_t^{(i)})B(z_t^{(i)})^T \\ S_t^{(i)} &= C(z_t^{(i)})\Sigma_{t|t-1}^{(i)}C(z_t^{(i)})^T + D(z_t^{(i)})D(z_t^{(i)})^T \\ y_{t|t-1}^{(i)} &= C(z_t^{(i)})\mu_{t|t-1}^{(i)} + G(z_t^{(i)})u_t \\ \mu_t^{(i)} &= \mu_{t|t-1}^{(i)} + \Sigma_{t|t-1}^{(i)}C(z_t^{(i)})^T S_t^{-1(i)}(y_t - y_{t|t-1}^{(i)}) \\ \Sigma_t^{(i)} &= \Sigma_{t|t-1}^{(i)} - \Sigma_{t|t-1}^{(i)}C(z_t^{(i)})^T S_t^{-1(i)}C(z_t^{(i)})\Sigma_{t|t-1}^{(i)}, \end{aligned}$$

where  $\mu_{t|t-1} \triangleq \mathbb{E}(x_t | y_{1:t-1})$ ,  $\mu_t \triangleq \mathbb{E}(x_t | y_{1:t})$ ,  $y_{t|t-1} \triangleq \mathbb{E}(y_t | y_{1:t-1})$ ,  $\Sigma_{t|t-1} \triangleq \text{cov}(x_t | y_{1:t-1})$ ,  $\Sigma_t \triangleq \text{cov}(x_t | y_{1:t})$  and  $S_t \triangleq \text{cov}(y_t | y_{1:t-1})$ .

This is the basis of the RBPF algorithm that was adopted in [4]. Here, we introduce extra improvements. Let us expand the expression for the importance weights:

$$w_t = \frac{p(z_{0:t} | y_{1:t})}{q(z_{0:t} | y_{1:t})} = \frac{p(z_{0:t-1} | y_{1:t})}{p(z_{0:t-1} | y_{1:t-1})} \frac{p(z_t | z_{0:t-1}, y_{1:t})}{q(z_t | z_{0:t-1}, y_{1:t})} \quad (3)$$

$$\propto \frac{p(y_t | y_{1:t-1}, z_{0:t}) p(z_t | z_{0:t-1}, y_{1:t-1})}{q(z_t | z_{0:t-1}, y_{1:t})}. \quad (4)$$

The proposal choice,  $q(z_{0:t}|y_{1:t}) = q(z_t|z_{0:t-1}, y_{1:t})p(z_{0:t-1}|y_{1:t-1})$ , states that we are not sampling past trajectories. Sampling past trajectories requires solving an intractable integral [10].

We could use the transition prior as proposal distribution:  $q(z_t|z_{0:t-1}, y_{1:t}) = p(z_t|z_{0:t-1}, y_{1:t-1}) = p(z_t|z_{t-1})$ . Then, according to equation (4), the importance weights simplify to the predictive density

$$w_t \propto p(y_t|y_{1:t-1}, z_{0:t}) = \mathcal{N}(y_t; y_{t|t-1}, S_t). \quad (5)$$

However, we can do better by noticing that according to equation (3), the optimal proposal distribution corresponds to the choice  $q(z_t|z_{0:t-1}, y_{1:t}) = p(z_t|z_{0:t-1}, y_{1:t})$ . This distribution satisfies Bayes rule:

$$p(z_t|z_{0:t-1}, y_{1:t}) = \frac{p(y_t|y_{1:t-1}, z_{0:t}) p(z_t|z_{0:t-1}, y_{1:t-1})}{p(y_t|y_{1:t-1}, z_{0:t-1})} \quad (6)$$

and, hence, the importance weights simplify to

$$w_t \propto p(y_t|y_{1:t-1}, z_{0:t-1}) = \sum_{z_t=1}^{n_z} p(y_t|y_{1:t-1}, z_{0:t-1}, z_t) p(z_t|z_{t-1}) \quad (7)$$

When the number of discrete states is small, say 10 or 100, we can compute the distributions in equations (6) and (7) analytically. In addition to Rao-Blackwellisation, this leads to substantial improvements over standard particle filters. Yet, a further improvement can still be attained.

Even when using the optimal importance distribution, there is a discrepancy arising from the ratio  $p(z_{0:t-1}|y_{1:t})/p(z_{0:t-1}|y_{1:t-1})$  in equation (3). This discrepancy is what causes the well known problem of sample impoverishment in all particle filters [5, 11]. To circumvent it to a significant extent, we note that the importance weights do not depend on  $z_t$  (we are marginalising over this variable). *It is therefore possible to select particles before the sampling step. That is, one chooses the fittest particles at time  $t - 1$  using the information at time  $t$ .* This observation leads to an efficient algorithm (RBPF2), whose pseudocode is shown in Figure 4. Note that for standard PF, Figure 3, the importance weights depend on the sample  $z_t^{(i)}$ , thus not permitting selection before sampling. Selecting particles before sampling results in a richer sample set at the end of each time step.

## 4. Results and Discussion

### 4.1. State estimation

We tested the three inference algorithms on 10 real datasets. A representative set of results is depicted in Figure 5. The left graph shows the diagnosis error versus computing time per time-step (the signal sampling time was 2 seconds), while the right graph shows the diagnosis error versus the number of particles. The diagnosis error represents how many discrete states were not identified properly. It was calculated for 25 independent runs (1000 time steps each). The graphs shows that RBPF2 always works significantly better (low error rate and very low variance).

The graph in Figure 5 also shows that even for 1 particle, RBPF2 is able to track the discrete state in real time. This is possible thanks to the high accuracy of the sensors (variance = 0.005). That is, the distributions are very peaked and we are simply tracking the mode. Note that RBPF2 is the only filter that uses the most recent information in the proposal distribution. Since the measurements are very accurate, it finds the mode easily.

Figure 6 shows the tracking performance of the three algorithms when a step change occurs. By this stage, PF has lost track entirely. RBPF fails to recover when the step occurs. RBPF2, on the other hand, recovers reasonably quickly. Note that the step change leads to an increase in uncertainty. Hence, the RBPF2 estimate of the variance of the continuous states increases accordingly.

#### Kalman prediction step

- For  $i=1, \dots, N$ , and for  $z_t = 1, \dots, n_z$  compute

$$\hat{\mu}_{t|t-1}^{(i)}(z_t), \hat{\Sigma}_{t|t-1}^{(i)}(z_t), \hat{y}_{t|t-1}^{(i)}(z_t), \hat{S}_t^{(i)}(z_t)$$

- For  $i=1, \dots, N$ , evaluate and normalize the importance weights

$$w_t^{(i)} = p(y_t | y_{1:t-1}, z_{0:t-1}^{(i)}) = \sum_{z_t=1}^{n_z} \mathcal{N}(\hat{y}_{t|t-1}^{(i)}(z_t), \hat{S}_t^{(i)}(z_t)) p(z_t | z_{t-1}^{(i)})$$

#### Selection step

- Multiply/Discard particles  $\left\{ \hat{\mu}_{t-1}^{(i)}, \hat{\Sigma}_{t-1}^{(i)}, \hat{z}_{0:t-1}^{(i)} \right\}_{i=1}^N$  with respect to high/low importance weights  $w_t^{(i)}$  to obtain  $N$  particles  $\left\{ \mu_{t-1}^{(i)}, \Sigma_{t-1}^{(i)}, z_{0:t-1}^{(i)} \right\}_{i=1}^N$ .

#### Sequential importance sampling step

- *Kalman prediction.* For  $i=1, \dots, N$ , and for  $z_t = 1, \dots, n_z$  using the resampled information, re-compute

$$\hat{\mu}_{t|t-1}^{(i)}(z_t), \hat{\Sigma}_{t|t-1}^{(i)}(z_t), \hat{y}_{t|t-1}^{(i)}(z_t), \hat{S}_t^{(i)}(z_t)$$

- For  $z_t = 1, \dots, n_z$  compute

$$p(z_t | z_{0:t-1}^{(i)}, y_{1:t}) \propto \mathcal{N}(\hat{y}_{t|t-1}^{(i)}(z_t), \hat{S}_t^{(i)}(z_t)) p(z_t | z_{t-1}^{(i)})$$

- *Sampling step*

$$z_t^{(i)} \sim p(z_t | z_{0:t-1}^{(i)}, y_{1:t})$$

#### Updating step

- For  $i=1, \dots, N$ , use one step of the Kalman recursion to compute the sufficient statistics  $\left\{ \mu_t^{(i)}, \Sigma_t^{(i)} \right\}$  given  $\left\{ \hat{\mu}_{t|t-1}^{(i)}(z_t^{(i)}), \hat{\Sigma}_{t|t-1}^{(i)}(z_t^{(i)}) \right\}$ .

**Figure 4.** RBPF2 algorithm at time  $t$ . The algorithm uses an optimal proposal distribution. It also selects particles from time  $t - 1$  using the information at time  $t$ .

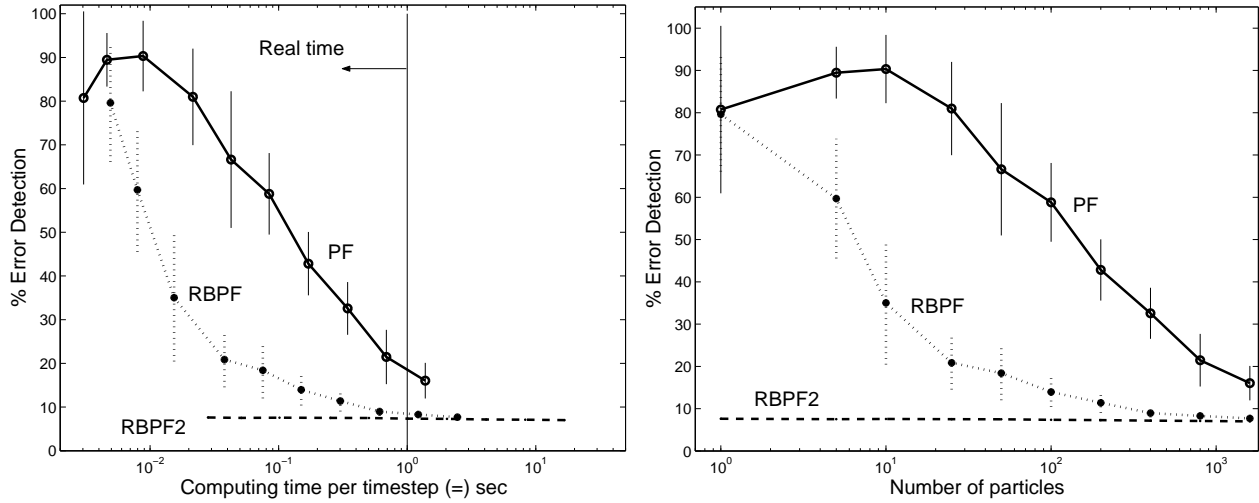
## 4.2. Control system application

Figure 7 shows a feedback control system, where TIC201 represents a PID controller. (We used a very conventional PID tuning technique [12] and a classical PID equation for this comparative simulation.) This controller regulates the output water temperature around a set-point ( $44^\circ\text{C}$ ) by manipulating the steam flow. The basic PID control system has only one set of tuning parameters based on the *Normal flow* model, which is the most representative state. The improved RBPF2-PID control system, on the other hand, has a different set of tuning parameters for each operating condition. In particular, we use RBPF2 to determine the most likely state. Consequently, the PID controller uses the best set of parameters for each discrete state.

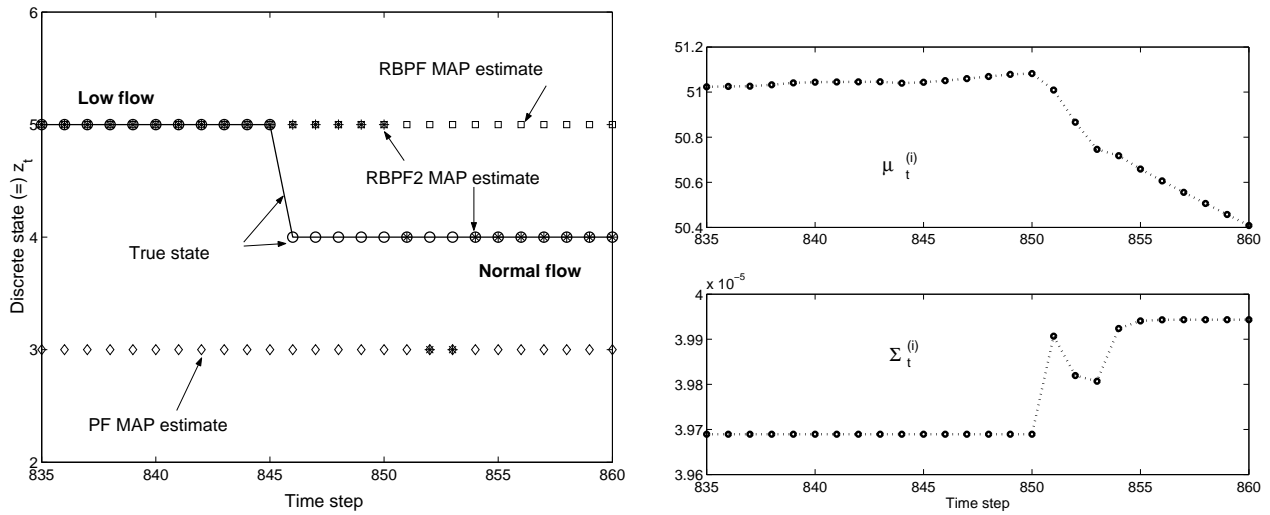
We simulated both control systems. Figure 8 shows the changes in operating conditions and the corresponding performance for each control system. The RBPF2-PID exhibited a better transient response (less overshoot and settling time). As shown in the left plot, the simple PID controller can become unstable. This is a consequence of the PID controller maintaining the same tuning parameters despite changes in dynamic behaviour. The RBPF2-PID system, on the other hand, showed stable behaviour.

It is important to note that we could improve this control system without state estimation by designing





**Figure 5.** Diagnosis error versus computing time and number of particles.



**Figure 6.** State transition estimation using 1 particle. Only RBPf2 manages to recover quickly enough after the step change. The right plots show the mean and variance of the continuous states estimated by RBPf2.

a standard feedforward/feedback strategy, but this would demand an additional sensor (e.g. FT203 input water flow) and a nontrivial dynamic lead/lag function [13].

## 5. Conclusions

We presented a probabilistic method for state estimation and control of a complex industrial system. Our experiments demonstrated that our approach, combining EM for parameter estimation and RBPf2 for on-line real-time estimation, works well when controlling an industrial heat exchanger with a conventional PID controller.

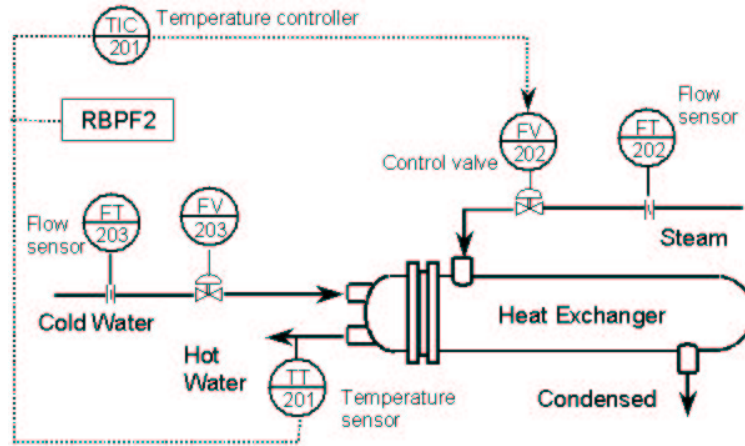


Figure 7. TIC201 : Temperature control system.

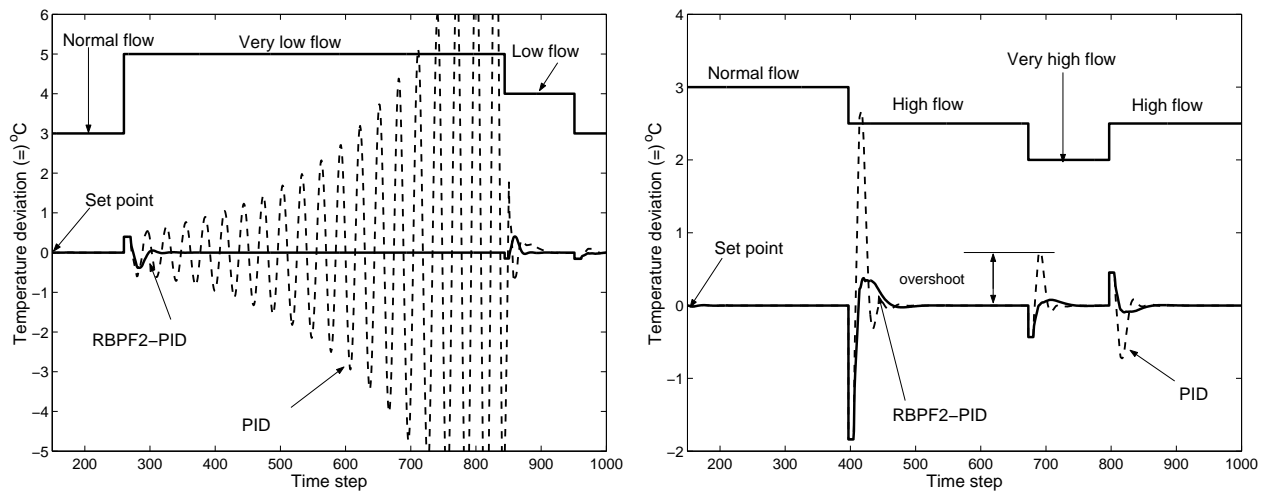


Figure 8. Control system simulation.

## Acknowledgments

We thank Zoubin Ghahramani for providing the EM algorithm code for linear dynamical systems. Ruben Morales-Menéndez was partly supported by the Government of Canada (ICCS), and UBC CS department. David Poole and Nando de Freitas are supported by NSERC.

## References

- [1] U Enste and F Uecker. Use of supervisory information in process control. *Control Engineering Journal*, pages 234–241, October 2000.
- [2] D Dvorak and B Kuipers. Model-based monitoring of dynamic systems. In *11<sup>th</sup> IJCAI*, pages 1238–1243, Detroit, USA, August 1989.
- [3] Z Ghahramani and G E Hinton. Parameter estimation for linear dynamical system. Technical Report CRG-TR-96-2, Department of Computer Science University of Toronto, Toronto, 1996.

- [4] N de Freitas. Rao-Blackwellised particle filtering for fault diagnosis. In *IEEE Aerospace Conference*, 2001.
- [5] A Doucet, N de Freitas, and N J Gordon, editors. *Sequential Monte Carlo Methods in Practice*. Springer-Verlag, 2001.
- [6] R Morales-Menendez. Process identification and digital controller design. Master's thesis, ITESM Monterrey, Mexico, 1992.
- [7] K Ogata. *Discrete-Time Control Systems*. Prentice Hall, second edition, 1995.
- [8] L Ljung. *System Identification: Theory for the User*. Prentice-Hall, 1987.
- [9] G Kitagawa. Monte Carlo filter and smoother for non-Gaussian nonlinear state space models. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5:1–25, 1996.
- [10] C Andrieu, A Doucet, and E Punskeya. Sequential Monte Carlo methods for optimal filtering. In A Doucet, N de Freitas, and N J Gordon, editors, *Sequential Monte Carlo Methods in Practice*. Springer-Verlag, 2001.
- [11] M K Pitt and N Shephard. Filtering via simulation: Auxiliary particle filters. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446):590–599, 1999.
- [12] C A Smith and A B Corripio. *Principles and Practice of Automatic Process Control*. John Wiley & Sons, second edition, 1997.
- [13] R Morales-Menendez and C Narvaez. Control strategies design. Technical report, Control Engineering Dept ITESM campus Monterrey, Mexico, 1997.

**Área: Tecnologías de Información**  
**Coordinador de área: Dr. Luis Enrique Sucar Succar**

**Algorítmica y optimización**  
**Coordinador de mesa: Dr. Neil Hernández Gress**

**HACIA UN MODELO COMPUTACIONAL DE UN SISTEMA INMUNE.** Rosa Saab, Departamento de Ciencias Computacionales, Campus Estado de México, ITESM; Raúl Monroy, Departamento de ciencias computacionales, Campus Estado de México, ITESM; Fernando Godínez, Centro de Inteligencia Artificial, Campus Monterrey, ITESM.

Sistemas inmunes de formas de vida han sido una fuente rica de inspiración para los científicos en computación. Un gran número de estrategias de resolución de problemas, que toman ideas de la analogía de un sistema inmune, han sido aplicadas exitosamente en problemas de interés en computación contemporánea. Sin embargo, a la fecha no se ha propuesto un modelo formal de un sistema inmune típico. Este artículo reporta un experimento sobre el diseño de un modelo de un sistema inmune usando un álgebra de procesos. Nuestro modelo de sistema inmune separa componentes individuales. Cada elemento es especificado en términos de su comportamiento (observable). Este artículo proporciona también una especificación formal de algunas propiedades de un sistema inmune, incluyendo capacidad de defensa y auto-estabilización. Describe los tipos de mecanismos requeridos para verificar formalmente el modelo resultante.

## UTILIZACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE MOTORES DE INDUCCIÓN JAULA DE ARDILLA. Sergio D. Montañó Marañón, Hugo Terashima Marín, Centro de Sistemas Inteligentes, Campus Monterrey, ITESM

En este trabajo de investigación se plantea una metodología de diseño de motores de inducción que combina el uso de un modelo matemático del motor que satisface las características geométricas y operacionales del motor con Algoritmos Genéticos, técnica basada en evolución natural, que ha mostrado ser una herramienta importante en trabajos de optimización. El modelo matemático fue implementado basándose en consideraciones electromecánicas, térmicas y de pérdidas en la máquina. Los resultados del trabajo de investigación muestran que la técnica de diseño propuesta permite obtener motores con muy buenas características en cuanto a peso y torque de salida, además, que los Algoritmos Genéticos son una técnica de optimización eficiente que puede tratar con distintas funciones objetivo y restricciones que están presentes en cualquier tipo de problema real.

CONTAINER LOADING OPTIMIZATION USING A GENETIC ALGORITHM. Victor E. Uc Cetina,  
Hugo Terashima Marín, Centro de Sistemas Inteligentes, Campus Monterrey, ITESM

The container loading problem, similar to the cutting and packing problem in three dimensions, involves two groups of basic data. On one hand, a stock of large objects consisting of one or more containers, and on the other hand, a list of smaller items that should be packed into the containers. In this paper we propose a Genetic Algorithm, called Packing Genetic Algorithm (PGA), as a tool to perform container loading optimization. We present the design and implementation details of the PGA along with the experimental results obtained from testing three different objective functions and two crossover operators on problems involving one container. In the final stage of our research we applied the PGA to solve two real container loading problems, obtaining acceptable solutions. Experimental results suggest that the PGA is an efficient tool to perform container loading optimization.

## **METODO SIMPLEX GENETICO PARA RESOLVER EL CUBO DE KLEE-MINTY**

Juan Frausto-Solís, Departamento de Computación, Campus Cuernavaca, ITESM

Rafael Rivera-López, Programa de Graduados en Informática, Campus Cuernavaca, ITESM

Fernando Ramos Quintana, Programa de Graduados en Informática, Campus Cuernavaca, ITESM

Aunque el método simplex (SM) desarrollado por Dantzig es eficiente para resolver muchos problemas de programación lineal, existen construcciones de programas lineales duros como los cubos de Klee-Minty y otros productos deformados donde este método tiene un comportamiento exponencial. Este trabajo presenta la integración de algoritmos genéticos con el método simplex para rápidamente alcanzar el óptimo de este tipo de problemas. Esta integración, llamada Método Simplex Genético (SGM), aplica primero un algoritmo genético para encontrar una solución cerca del óptimo para después utilizar el método simplex que permite alcanzar el óptimo en pocas iteraciones. En la fase de los algoritmos genéticos, las poblaciones son construidas solo por soluciones básicas codificadas como cromosomas y el operador de cruzamiento utiliza un enfoque tabú sobre soluciones infactibles para producir los nuevos individuos. Basado en esta representación binaria, un esquema de transcripción es utilizado para transferir la solución proporcionada por los algoritmos genéticos como la solución inicial del mecanismo de búsqueda del método Simplex, evitando que el método Simplex realiza muchas iteraciones y reduzca el tiempo de búsqueda del óptimo. En este trabajo, varias instancias del cubo de Klee-Minty son evaluadas con el método simplex genético y los resultados son comparados con el tradicional método simplex. Estos resultados sugieren que para problemas lineales duros, el método simplex genético tiene un mejor comportamiento que el método simplex.



# SAT Instances Construction Based on Hypergraphs

ISAAC VÁZQUEZ-MORÁN, JOSÉ TORRES-JIMÉNEZ

Department of Computational Sciences

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Cuernavaca

Apdo. Postal 99-C, Cuernavaca Morelos, 62050

México

[00375840@academ01.mor.itesm.mx](mailto:00375840@academ01.mor.itesm.mx), [jtorres@campus.mor.itesm.mx](mailto:jtorres@campus.mor.itesm.mx)

*Abstract: - The SAT problem is one of the most important combinatorial optimization problems, it consists of determining given a formula of propositional calculus in CNF (Conjunctive Normal Form) if exists an assignment of truth values for the variables, that makes the whole formula true. The 3-SAT problem is the first NP-complete problem. This paper describes a representation of SAT instances based on hypergraphs and introducing the Signed K-Dimensional Labeled Multi-Hypergraph (SKDLMH) concept.*

# **SAT-DB: An Integrated System for Satisfiability Problem Study**

ARMANDO POSADAS-CAUSOR<sup>1</sup>, JOSE TORRES-JIMENEZ<sup>2</sup>

Computer Science Department

ITESM Campus Cuernavaca.

Paseo de la Reforma 182-A Lomas de Cuernavaca 62589. Cuernavaca, Morelos.

MEXICO

<sup>1</sup>[apcausor@latinmail.com](mailto:apcausor@latinmail.com) - <sup>2</sup>[jtorres@campus.mor.itesm.mx](mailto:jtorres@campus.mor.itesm.mx)

*Abstract:* The Satisfiability problem (SAT) is of great importance in several investigation fields, it refers to the task of finding an assignment of truth values that satisfy a boolean arbitrary formula. The SAT problem was the first problem that was demonstrated to be NP-Complete. A large number of works are currently done in relationship to SAT. According to research works review there is no system that allows the integration of algorithms designed for SAT study (SAT generators, SAT preprocessors, SAT solvers and SAT visualizers). This paper presents an Integrated System for Satisfiability Problem Study (SAT-DB), based in software components (JavaBeans) and the Java Web Start technology, client/server model and an approach known as RAD (Rapid Application Development) to design and run an algorithm o SAT execution sequence.

# ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA PROBLEMAS DINÁMICOS DE SATISFACCIÓN DE RESTRICCIONES

Manuel Iván Angles Domínguez\*

Hugo Terashima Marín†

Muchos problemas en dominios tales como telecomunicaciones, transportación y programación de tareas se modelan de tal manera que se requiere de asignar valores a un número de variables, tales que un conjunto de restricciones sobre estas variables se satisfagan. En Inteligencia Artificial esto es conocido como un Problema de Satisfacción de Restricciones. Un problema dinámico de satisfacción de restricciones permite que las restricciones, las variables o el dominio cambien con el tiempo. El principal objetivo al resolver estos problemas es disminuir el número de variables cuya asignación cambia entre problemas consecutivos. En la literatura esto es llamado un problema de estabilidad y existen dos enfoques principales para su solución: el reuso de razonamiento y reuso de solución. Los estudios usuales sobre estos enfoques analizan únicamente la variación de restricciones y poco trabajo se ha hecho para tratar de establecer el comportamiento de la estabilidad con respecto al aumento en las variaciones. En este trabajo de investigación se realiza un amplio análisis de estos enfoques al modificar las variables, dominios, restricciones y combinaciones de estos elementos para el problema de Asignación de Recursos modelado a través de un generador aleatorio uniforme de problemas dinámicos. Se presentan nuevas alternativas que integran los enfoques de solución y razonamiento obteniéndose un mejor desempeño que al utilizar los enfoques por separado. Además, se muestra que existe una relación lineal de la estabilidad de las soluciones con respecto a la variación individual de variables, dominio y restricciones, permitiéndo establecer su comportamiento para una mejor toma de decisiones.

**Palabras Clave:** Problema Dinámico de Satisfacción de Restricciones, Estabilidad, Reuso de solución, Reuso de razonamiento.

## 1. Introducción

Un problema de satisfacción de restricciones (CSP por sus siglas en inglés, *Constraint Satisfaction Problem*) es un problema compuesto por un conjunto finito de variables, cada una de las cuales tiene asociado un dominio finito de valores, y un conjunto de restricciones que limitan los valores que las variables pueden simultáneamente tomar. Una definición formal [1] es dada a continuación:

Un problema de satisfacción de restricciones es una terna  $C = (X, D, K)$ , donde  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  es un conjunto de variables;  $D = \{D_{x_1}, \dots, D_{x_n}\}$  es un conjunto de dominios de las variables, uno para cada variable y  $K$  es un conjunto de restricciones, cada una de las cuales es un par  $k = (Y, R)$ , donde  $Y = \{x_{i_1}, \dots, x_{i_k}\}$  es el conjunto de variables que intervienen en la restricción y  $R$  es una relación sobre los dominios de estas variables, es decir,  $R \subset D_{x_{i_1}} \times \dots \times D_{x_{i_k}}$

Una solución a un CSP es una asignación de un valor de su dominio para cada variable, de tal forma que todas las restricciones son satisfechas al mismo tiempo. Las restricciones en el CSP pueden ser unarias (una sola variable a la que se le prohíbe tomar un determinado valor), binarias (dos variables participan en la restricción), terciarias, etc. Es posible convertir cualquier CSP con restricciones que contengan

---

\* Msc., Centro de Inteligencia Artificial, ITESM, Campus Monterrey, iangles@msn.com

† Phd., Centro de Inteligencia Artificial, ITESM, Campus Monterrey, terashima@itesm.mx

$n$  variables a otro equivalente CSP binario [2] (todas las restricciones son unarias o binarias solamente). Con base en esta posibilidad, en este trabajo sólo se manejan CSP binarios.

En la formulación clásica de un CSP, el problema a ser resuelto es conocido desde el comienzo. Es decir, todas las variables, restricciones y dominios involucrados son fijos y no sufren ningún cambio. Para manejar casos donde es posible que las variables, restricciones o dominios sufran modificaciones a medida que pasa el tiempo, el formalismo CSP fue extendido a dinámicos CSP (DCSP), donde se contempla el dinamismo de situaciones reales (servicios telefónicos [3], comunicación satelital [4], *online scheduling* [5]).

Un DCSP [6] es una serie de CSP estáticos que cambian intermitentemente sobre el tiempo, debido a la evolución de sus componentes (variables, dominios y restricciones) dado cambios producidos por el ambiente (cambios en el conjunto de tareas a ser ejecutadas y/o de sus condiciones de ejecución, como en problemas de asignación de recursos), un usuario (tratándose de un problema interactivo) u otro proceso (el DCSP sólo representa una parte de un problema más grande y otra entidad involucrada en el proceso de resolver el problema global, cambia su pensamiento de cómo el proceso de solución debería ser hecho; por ejemplo, un problema multiagente distribuido).

En su trabajo original Dechter y Dechter [6] consideran únicamente modificaciones en las restricciones de los CSPs. En total, existen seis posibles alteraciones entre CSPs de un DCSP: adición o disminución de variables, adición o disminución de valores en dominios, adición o disminución de restricciones.

Jonsson y Frank [1] presentan una definición formal que considera todas las posibles alteraciones:

Sea  $C = (X, D, K)$  un problema de satisfacción de restricciones. Cualquier problema de la forma  $C' = (X', D', K')$  tal que  $X' \supseteq X$  (i.e. hay más variables),  $D'_x \subseteq D_x$  para cada  $x \in X$  (i.e. hay menores valores en el dominio) y  $K' \supseteq K$ , (i.e. más limitaciones entre las variables) es una restricción de  $C$ . Un problema de la forma  $C' = (X', D', K')$  tal que  $X' \subseteq X$  (i.e. hay menos variables),  $D'_x \supseteq D_x$  para cada  $x \in X$  (i.e. hay más valores en los dominios) y  $K' \subseteq K$ , (i.e. menos limitaciones entre las variables) es una relajación de  $C$ . Un Problema Dinámico de Satisfacción de Restricciones es una secuencia de problemas de satisfacción de restricciones  $C_0, C_1, \dots$ , tal que cada problema  $C_i$  es una restricción o relajación de  $C_{i-1}$ .

Solucionar un DCSP consiste en encontrar la solución de cada uno de los CSPs que lo conforman. Una forma de hacer esto es resolver cada CSP, uno tras otro desde el principio, enfoque que presenta dos defectos: ineficiencia y falta de estabilidad. En muchos casos algo del trabajo hecho en el previo CSP podría ser de alguna forma reusado para resolver el nuevo CSP, ya que para aplicaciones en tiempo real, el tiempo para resolver el nuevo problema es limitado. En cuanto a estabilidad, si la solución del previo CSP representa una asignación actualmente bajo ejecución, cualquier nueva solución debería minimizar el esfuerzo necesario para aplicar la reciente asignación. Para problemas interactivos o descentralizados es preferible tener la menor cantidad de modificaciones a la actual solución.

La falta de estabilidad en las soluciones (conocido también como distancia entre soluciones) es un tópico de suma importancia, debido al costo en dinero y esfuerzo, que representa modificar la actual asignación, a fin de cumplir con los nuevos requerimientos; especialmente cuando típicamente no hay modelo del futuro, es decir, no hay ningún conocimiento acerca de cuándo y qué modificaciones se presentarán, lo que dificulta el desarrollo de soluciones que sean robustas a los cambios.

Con el fin de evitar estos problemas actualmente existen dos enfoques para aprovechar alguna característica de un CSP para resolver el siguiente CSP que se produzca [7]. El primero de ellos, denominado reuso de solución, utiliza la solución previa (si hay alguna) para determinar la nueva solución. Verfaillie y Schiex [8] desarrollaron un algoritmo basado en el enfoque de reuso de solución denominado *LocalChanges*, que está inspirado en técnicas de *Backjumping* (si la variable actual viola una restricción se revisa la asignación de la variable con la que se tiene el conflicto, no la asignación de la variable inmediata anterior) y de reparación iterativa [9] (consiste en utilizar una asignación previa y repararla usando una secuencia de modificaciones locales, es decir, modificaciones de sólo una variable asignada).

El segundo enfoque, denominado reuso de razonamiento, trata de guardar de una manera concisi-

sa, una descripción aproximada de la frontera del espacio de solución y justificaciones de esta frontera en términos del conjunto de restricciones. Schiex y Verfaillie [10] desarrollaron un método denominado *NogoodBuilder*, que consiste en ir generando a partir de las restricciones del CSP un conjunto de *nogoods*, definidos como instanciaciones parciales de variables que no pueden ser extendidas a una solución de todo el conjunto de variables. Estos *nogoods* pueden ser adicionados como restricciones al siguiente CSP generado.

Estos enfoques han sido examinados para variaciones de las restricciones de los CSPs, pero actualmente, no existe un análisis detallado de dichos algoritmos.

El interés de este trabajo es analizar el desempeño de estos dos enfoques, con respecto a eficiencia y estabilidad, para modificaciones en las variables, dominio y restricciones de los CSPs, ya sea individual o conjuntamente, tal y como se presentan en la realidad; con el fin de resolver el problema de decidir qué enfoque o algoritmo conviene utilizar y bajo qué condiciones de dinamismo se obtiene una menor distancia en las soluciones. Este estudio no está limitado a los algoritmos de la literatura, sino que propone y analiza nuevas maneras de integrar estos enfoques, de tal manera que se obtenga un mejor desempeño que los algoritmos actuales.

Consideremos ahora que la decisión de modificar la actual asignación está en nuestras manos y existen varias alternativas, ¿se puede saber la estabilidad de la solución de tal manera que se elija la opción que produzca la menor distancia entre ellas? Si la decisión no está en nosotros y es aleatoria, ¿se puede conocer el costo que dicha modificación producirá de acuerdo a la actual asignación? El problema de establecer el comportamiento de la distancia de las soluciones es prácticamente desconocido en la literatura y es un punto medular en el desarrollo de este trabajo: determinar si existe alguna relación que permita evaluar el costo de cualquier modificación.

Desde un punto de vista social, el desarrollar algoritmos que produzcan soluciones robustas a los cambios, trae consigo ahorro económico y de esfuerzo, en un gran número de dominios que pueden ser modelados como DCSP (telecomunicaciones, transporte, manufactura, entre otros). Si se tiene un modelo que cuantifique el costo monetario de modificar una asignación que este actualmente implementada, el saber el comportamiento de la distancia entre soluciones ayudará a las personas a tomar la mejor decisión para minimizar dicho costo.

Este artículo se encuentra organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se establece la metodología que se siguió para realizar un análisis de estabilidad sobre los enfoques para resolver DCSP. En la sección 3 se presentan los resultados del análisis de estabilidad. Finalmente, las conclusiones del trabajo de investigación son presentadas en la sección 4.

## 2. Metodología

El primer paso consistió en modelar el problema de Asignación de Recursos (AR) como un DCSP. Posteriormente se desarrolló un generador aleatorio uniforme para crear los problemas de prueba de acuerdo al modelo de AR. A partir del análisis de los algoritmos basados en los enfoques de reuso de solución y reuso de razonamiento se desarrollaron dos nuevos algoritmos que integran los dos reusos en el mismo procedimiento. Entonces el análisis de estabilidad se realizó sobre los cuatro algoritmos y consistió principalmente en dos subanálisis: un análisis de sensibilidad y un análisis de distancia.

### 2.1. El Problema de Asignación de Recursos

El problema de asignación de recursos [11] consiste en destinar recursos a un conjunto de tareas, programadas en intervalos de tiempo dados, de tal forma que ningún recurso es asignado a dos diferentes tareas al mismo tiempo. Este problema es NP completo [12], lo que significa que para dimensiones reales no puede ser óptimamente resuelto en una razonable cantidad de tiempo. La complejidad de cualquier procedimiento para resolver el peor caso posible para estos tipos de problemas es exponencial. Formalizando el modelo tenemos: Variables:  $\{x_1, \dots, x_n\}$ ; donde  $x_i$  representa la tarea  $i$  de un total de  $n$  tareas.

Dominios:  $D_{x_i} = \{R_1, \dots, R_m\}$ ; donde  $R_j$  representa el recurso  $j$  de un total de  $m$  recursos que a la tarea  $x_i$  se le puede asignar. Restricciones:  $x_i \neq x_j$  si  $i \neq j$ ; establece que las tareas  $x_i$  y  $x_j$  no pueden ocupar el mismo recurso, debido a que las dos se están llevando a cabo simultáneamente.

Con el fin de extender este modelo y que los resultados puedan ser aplicados a un mayor número de dominios se consideraron otros dos tipos de restricciones:  $>$  y  $<$ . Por lo tanto, el problema de asignación de recursos modelado como DCSP, consiste en una serie de CSPs definidos por el modelo anterior, los cuales sufren modificaciones en sus variables, dominios o restricciones a través del tiempo.

## 2.2. Generador Aleatorio Uniforme de DCSP

Se desarrolló un generador de DCSP, que crea instancias aleatorias uniformes de CSPs binarios, basados en las características del problema de asignación de recursos. Una directriz en el diseño del generador, fue la duplicidad de los problemas; es decir, dándo los mismos parámetros de entrada, siempre obtener el mismo problema. Ésto permite que cualquier otro investigador pueda desarrollar las mismas instancias para examinar sus algoritmos y si es el caso, comparar sus resultados con los de este trabajo. Este generador extiende el generador aleatorio uniforme de CSPs desarrollado por Bessiere [13], el cuál sólo genera instancias de CSPs pero no maneja el aspecto dinámico de los DCSP. Como los cambios en los CSPs del DCSP son generados independientemente de la generación del primer CSP, cada uno de estos aspectos será analizado independientemente.

El generador está habilitado para aumentar o disminuir entre CSPs el número de variables, el tamaño del dominio, el número de restricciones y cualquier combinación de estos tres conceptos, ya que cada uno de ellos es manejado independientemente. El tamaño de dominio más pequeño que puede tener una variable es de 2 elementos. Tal valor fue elegido con el fin de no tener demasiado restringido los dominios y permitir un mayor trabajo de los algoritmos. Los valores que pueden tomar van de 1 al tamaño máximo de dominio especificado.

## 2.3. Algoritmos analizados

Junto a los algoritmos *LocalChanges* [8] y *NogoodBuilder* [10], se desarrollaron y analizaron dos nuevos algoritmos. El primero de ellos, denominado *Lopt* está basado en *LocalChanges* y junto con un método para generar *nogoods* implícito en la técnica de reparación iterativa, hace reuso de razonamiento también. Su método para generar *nogoods* poda más espacio de búsqueda que el de *NogoodBuilder*. El segundo algoritmo desarrollado, denominado *Nopt*, complementa a *NogoodBuilder* haciendo reuso de solución, aprovechando la naturaleza recursiva del algoritmo. Estos dos nuevos algoritmos utilizan el reuso de solución cuando se tienen relajaciones en el DCSP y el reuso de razonamiento en el caso de restricciones, permitiéndoles evitar iniciar desde cero la solución de cualquier CSP del DCSP.

## 2.4. Análisis de Sensibilidad

La sensibilidad de los algoritmos fue medida con base en los siguientes tres parámetros:

- (a) Estabilidad (Distancia): Distancia entre dos soluciones sucesivas, es decir, el número de variables con diferente asignación entre soluciones de 2 CSPs contiguos. Por ejemplo, si las soluciones de dos CSPs son iguales, la distancia entre ellos es nula.
- (b) Generación nula: Número de veces que la distancia entre CSPs contiguos fue cero. Actualmente, el concepto de estabilidad considera únicamente el número de variables cuya asignación varía entre soluciones de dos CSPs contiguos, sin importar cuántas veces dicha variación se presenta durante la solución completa del DCSP. Por eso, junto a la evaluación de la estabilidad se propone una nueva métrica para medir su frecuencia durante la resolución del DCSP.

- (c) Verificaciones de consistencia: Número de veces en que un algoritmo determina si un valor potencial para una variable viola alguna restricción con alguna otra variable. Como la verificación de consistencia es realizada tan frecuentemente, constituye gran parte del trabajo desempeñado por los algoritmos. De aquí que un conteo del número de verificaciones de consistencia sea un parámetro común para medir la eficiencia de un algoritmo.

Con el fin de tener una perspectiva más amplia acerca del desempeño de los algoritmos y especializarlos de acuerdo al tipo de variaciones que puede tener un DCSP, su sensibilidad a los cambios fue evaluada para las siguientes modificaciones en el DCSP: número de variables ( $V$ ), tamaño de los dominios ( $D$ ), número de restricciones ( $R$ ), número de variables y del tamaño del dominio ( $V,D$ ), número de restricciones y del tamaño del dominio ( $R,D$ ), número de variables y del número de restricciones ( $V,R$ ), número de variables, número de restricciones y tamaño del dominio ( $V,R,D$ ).

Considerando que en la práctica la mayoría de los dominios sufren cambios lentamente y sólo en ocasiones especiales los cambios pueden salirse del promedio, se estableció que el máximo número de cambios (número de variables o restricciones que aumentan o disminuyen, número de variables cuyo dominio será modificado y número de elementos que son adicionados al dominio) entre un CSP y otro es de tres.

El conjunto de problemas de prueba consistió de 30 DCSP para cada tipo de modificación. Cada DCSP está formado por 20 CSPs binarios creados por el generador aleatorio uniforme de DCSP. El CSP inicial está formado por 40 variables, tamaño máximo de dominio igual a 5 y 14 restricciones. El número de variables se escogió para dar una mayor amplitud a la variación de este concepto, de acuerdo al máximo número de cambios permitidos, que es de 3. Como el generador es uniforme, podemos considerar un cambio promedio de 2 variables y que durante 10 de los 20 CSP que conforman el DCSP se aumentan variables y durante los otros 10 se disminuye. Con estas características se está manejando una variación de variables de alrededor del 50% de las variables iniciales. El tamaño máximo de dominio fue escogido arbitrariamente para que con base en él se pudieran calcular el número de restricciones.

Un número de 14 restricciones fue determinado experimentalmente, tratando de obtener aproximadamente un 50% de solubilidad en el DCSP, es decir, que alrededor de 10 de los 20 CSPs tuvieran solución. Experimentalmente se observó que el tiempo de resolución de los problemas variaba entre 0 y 850 milisegundos. Con base en esto se estableció que los algoritmos tuvieran un tiempo límite para resolver el  $CSP_i$  que varía aleatoriamente entre 1 y 1000 milisegundos antes de pasar a resolver el siguiente  $CSP_{i+1}$ .

## 2.5. Análisis de Distancia

El objetivo de este análisis fue determinar la forma en que varía la distancia entre dos CSPs. Se consideró el caso de restricciones entre CSPs, ya que como se mencionó en la sección 2.3.1, en caso de relajación, simplemente se utiliza la solución del anterior CSP, por lo que la distancia entre soluciones es cero.

La distancia fue evaluada para las siguientes modificaciones en el DCSP: aumento en el número de variables en 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 variables. Aumento en el número de variables cuyo dominio será modificado en 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 variables. El número de valores que fueron disminuidos del dominio fué seleccionado aleatoriamente para cada variable. Aumento en el número de restricciones en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 restricciones.

Se eligieron estas modificaciones para abarcar una variación total del 50% de los parámetros iniciales. Para cada una de las posibles modificaciones mencionadas anteriormente se evaluaron 300 DCSPs modelando el problema de Asignación de Recursos, lo que significa que las restricciones manejadas fueron:  $>$ ,  $<$ ,  $\neq$ . Cada DCSP estaba formado por 2 CSPs. El CSP inicial está formado por 40 variables, tamaño máximo de dominio igual a 5 y 14 restricciones. Las razones para la elección de estos parámetros se describen en el análisis de sensibilidad.

Con el fin de analizar como afectaba a la distancia el hecho de utilizar los dos enfoques para resolver

DCSP con respecto a emplear uno solo, el análisis se aplicó a los algoritmos *Lopt* (que integra reuso de solución y de razonamiento) y *Localchanges* (solo emplea reuso de solución). No se consideró tiempo límite para la solución de los CSPs.

### 3. Resultados y Discusión

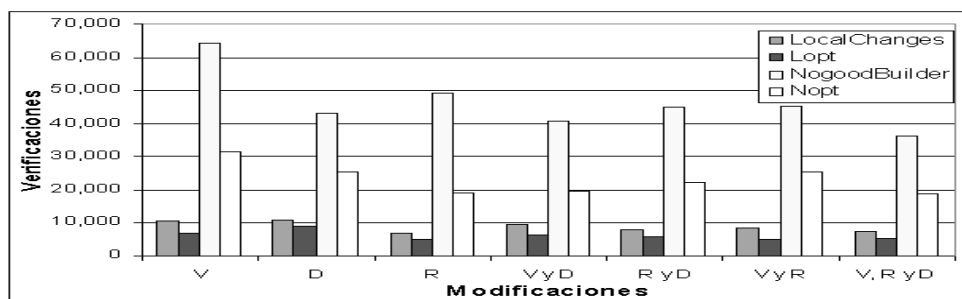
En el análisis de sensibilidad se obtuvo el comportamiento de los algoritmos en cuanto a eficiencia, estabilidad (también conocida como distancia) y generación nula; al variar las variables, dominios, restricciones y combinaciones de estos conceptos. El segundo grupo de experimentos fue enfocado a un análisis de distancia que se realizó para determinar si existe alguna relación que permita calcular el número de asignaciones que cambiarán entre soluciones de 2 CSPs.

#### 3.1. Análisis de Sensibilidad

En la comparación de los parámetros de medición del análisis de sensibilidad se analiza el promedio del desempeño de los algoritmos sobre el conjunto de los 30 DCSP. En el caso de la distancia entre soluciones, para cada DCSP, se considera un promedio sobre el número de veces que la distancia no fue nula.

##### 3.1.1. Eficiencia

En la figura 1 se gráficaron el número de verificaciones de consistencia que realizaron los algoritmos para cada una de las modificaciones analizadas.



**Figura 1.** Resultados de eficiencia para el análisis de sensibilidad.

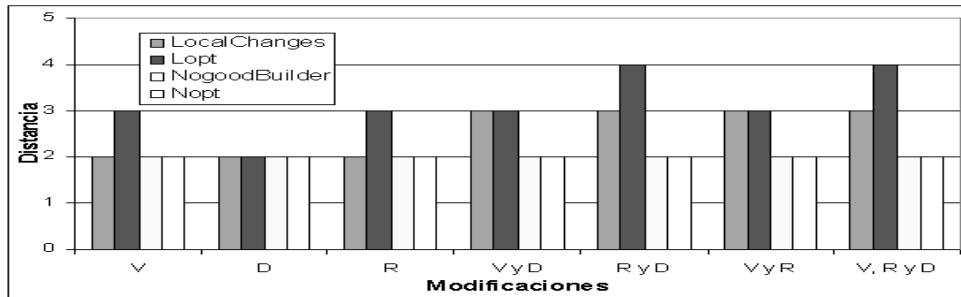
En general se observa que *NogoodBuilder* y *Nopt* realizan un mayor número de verificaciones que *LocalChanges* y *Lopt*. Esto es debido al proceso de eliminación de consistencia de cada algoritmo, *Backjumping* para *NogoodBuilder* y *Nopt* y *Reparación Iterativa* para *LocalChanges* y *Lopt*, siendo este último el que hace menos verificaciones de consistencia tal y como se observa en la figura 1.

Parte del ahorro de verificaciones es debido también a los enfoques de Reuso de Solución (RS) y Reuso de Razonamiento (RR). La diferencia entre *NogoodBuilder* y *Nopt* representa el trabajo que *Nopt* se ahorra por utilizar RS y es de aproximadamente el 50% de las verificaciones hechas por *NogoodBuilder*. *Lopt* obtiene un ahorro de 30% sobre el trabajo hecho por *LocalChanges* debido al uso de RZ. El mayor ahorro que se presenta cuando se utiliza RR es debido a que RZ solo poda ciertas ramas del árbol de búsqueda, mientras que RR elimina prácticamente todo el árbol cuando se tienen relaciones entre los CSPs del DCSP.



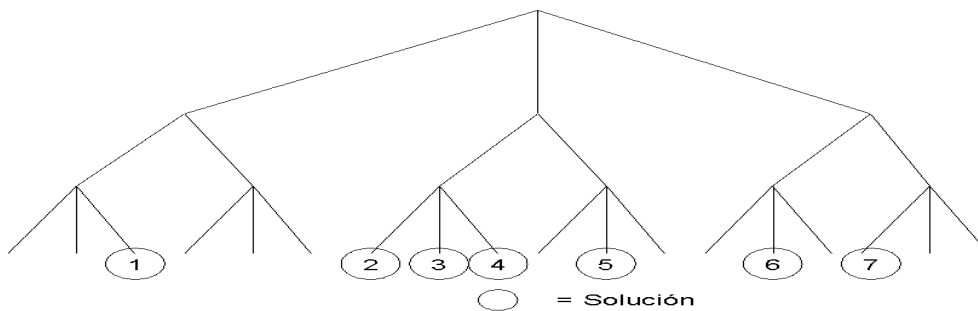
### 3.1.2. Distancia

En la figura 2 se gráficán la distancia promedio que obtuvieron los algoritmos para cada una de las modificaciones analizadas.



**Figura 2.** Resultados de distancia para el análisis de sensibilidad.

En general se observa que *LocalChanges* y *Lopt* generan una mayor distancia entre soluciones contiguas. Esto puede deberse al proceso de búsqueda de cada algoritmo, que para *Lopt* y *LocalChanges* es Reparación Iterativa (RI) y para *NogoodBuilder* es *Backjumping*. Para ejemplificar (modificado de [9]), consideremos el árbol de búsqueda mostrado en la figura 3.



**Figura 3.** Árbol de búsqueda con distribución de soluciones.

Supongamos que la solución 2 en el árbol de búsqueda es la solución encontrada para el  $CSP_i$  y debido a alguna modificación, esta solución queda inválida, pero todas las demás permanecen siendo soluciones de  $CSP_{i+1}$ . Debido al proceso de búsqueda sistemática que realiza *Backjumping*, la solución que encontraría para  $CSP_{i+1}$  sería la 3, o de acuerdo a lo que provoco la invalidez de la antigua solución, determinaría alguna solución cercana dentro de esa subrama, disminuyendo así la distancia entre soluciones. En cambio, como el proceso de búsqueda de RI no es sistemático, puede determinar como solución de  $CSP_{i+1}$  cualquier solución del árbol, ya sea 1 o 7, lo que incrementa la posibilidad de que la distancia entre soluciones aumente.

Entre *LocalChanges* y *Lopt* existe una pequeña diferencia la cuál es producida por el reuso de razonamiento por parte de *Lopt*, ya que el uso de *nogoods* implica no tomar en cuenta algunos valores de los dominios lo que obliga a asignar otros valores a las variables, aumentando la distancia entre las soluciones. En cambio, el reuso de solución que *Nopt* utiliza no afecta su desempeño con respecto a *NogoodBuilder*, ya que este reuso evita precisamente que exista distancia entre las soluciones.

### 3.1.3. Generación Nula

En la figura 4 se gráficán el número de CSPs cuya solución no sufrió modificaciones con respecto a la solución anterior.

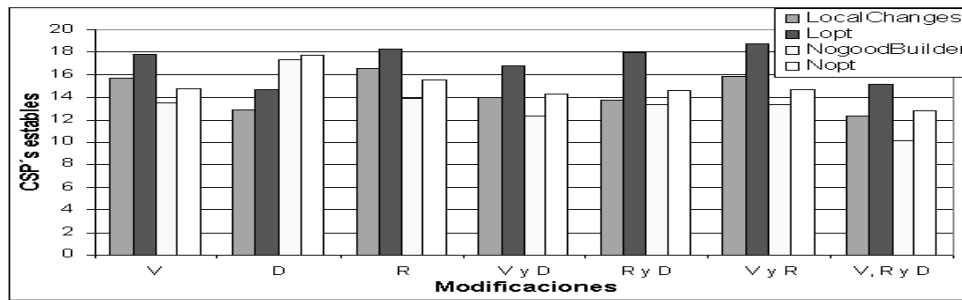


Figura 4. Resultados de generación nula para el análisis de sensibilidad

Entre *LocalChanges* y *Lopt* existe una pequeña diferencia la cuál es producida por el reuso de razonamiento por parte de *Lopt*. Supongamos que el  $CSP_i$  no tiene solución, pero se genera una instanciación parcial de variables de acuerdo al trabajo de procesamiento que llevaba el algoritmo antes de encontrar la falla. Para *LocalChanges* en  $CSP_{i+1}$  la nueva modificación puede permitir al algoritmo dar nuevos valores a las asignaciones antes de llegar a la inconsistencia. Al comparalas se encuentra que son diferentes disminuyendo la generación nula. En cambio, *Lopt* genera *nogoods* que le permiten desde el inicio de solución de  $CSP_{i+1}$  determinar que no existe solución, por lo que no permite procesamiento que permita modificación de variables y se mantiene la generación nula. En promedio *Lopt* obtiene un aumento de 17% en la generación nula con respecto a *LocalChanges* y *Nopt* alrededor de un 14%, con respecto a *NogoodBuilder*, debido al reuso de solución.

El análisis de sensibilidad demostró que la utilización de integrar los enfoques de reuso de solución y reuso de razonamiento producen un mayor desempeño que utilizar un solo enfoque. Puesto que reuso de solución elimina verificaciones de consistencia y produce distancias cero entre soluciones aumentando la generación nula, es un enfoque que cualquier algoritmo para resolver DCSP debería utilizar. Esto conduce a enfocarnos a los casos de restricción de CSPs, en donde un algoritmo que utilice *nogoods*, con un proceso de reparación iterativa lo mas sistemático posible sería la mejor opción. Una propuesta para lograr esto es ajustar Reparación Iterativa para que empiece buscando soluciones cercanas a la establecida por una guía de *nogoods* y de ahí vaya ampliando su alcance de búsqueda.

### 3.2. Análisis de Distancia

En la figura 5 se muestra como aumenta la distancia al aumentar el número de variables. Por ejemplo, si se aumenta el número de variables en un 40%, se tiene un aumento de 20% en la distancia. De esta forma, para un CSP de 40 variables, si una modificación produce un nuevo CSP con 16 nuevas variables, en promedio, podría generarse una distancia de 8 variables con distinto valor entre las soluciones.

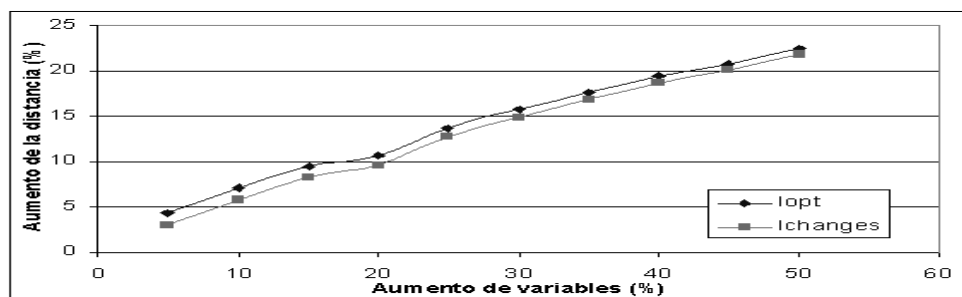
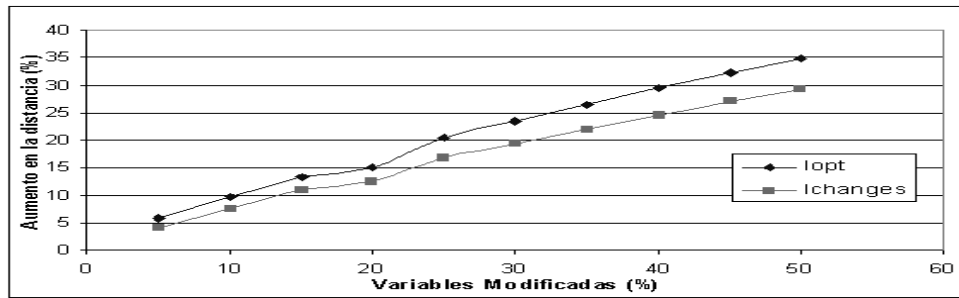
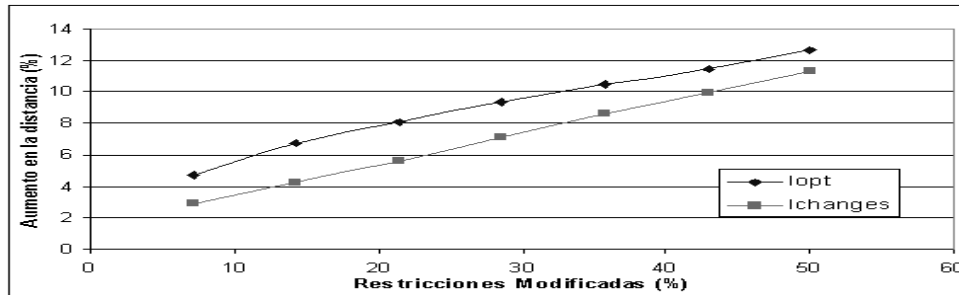


Figura 5. Comportamiento de la distancia al variar el número de variables.

En la figura 6 se presenta el comportamiento de la distancia al variar el número de variables a las



**Figura 6.** Comportamiento de la distancia al variar el tamaño del dominio.



**Figura 7.** Comportamiento de la distancia al variar el número de restricciones.

que se les modifico su dominio. En este caso se obtiene un mayor aumento en la distancia que el producido para la variación de variables. En el caso de la figura 7, se ilustra la relación del incremento en la distancia al modificar el número de restricciones.

Con base en las figuras 5, 6 y 7; se puede concluir que en general, el comportamiento de la distancia es lineal para los tres tipos de variaciones que se analizaron. El análisis de distancia para restricciones en DCSP, demuestra que la distancia entre soluciones varía de forma lineal con respecto a variaciones en las variables, dominios y restricciones. Esta es la primera prueba de que es posible determinar con base al número de elementos que varían, cual será la distancia que se produciría entre soluciones. Este comportamiento está acotado al problema de Asignación de Recursos, por lo que futuros análisis para otros problemas modelados como DCSP y otros algoritmos son necesarios para verificar si la relación es siempre válida o bajo qué condiciones varía. El hecho de que para *LocalChanges* la relación sea lineal, implica que cualquier algoritmo que mejore a *LocalChanges* tendrá que generar una relación con menor pendiente o en su mejor caso, una relación constante. Por otra parte, esta relación empírica podría ser utilizada como una heurística que permita minimizar la estabilidad local utilizando un algoritmo A\* por ejemplo, el cuál minimiza una función objetivo utilizando información a través de una heurística.

#### 4. Conclusiones

Las pruebas realizadas han mostrado que ningún algoritmo obtiene el mejor desempeño en las tres medidas de comparación e indican que un balance entre todas las técnicas es necesario para lograr un mejor aprovechamiento. En especial se ha observado que las características deseables en un algoritmo para resolver DCSP son: reuso de solución para el caso de relajaciones y reuso de razonamiento con un proceso de reparación iterativa sistemático para los casos de restricciones.

Se ha verificado también la importancia del parámetro de medición propuesto, pues la generación nula da información que permite elegir, de acuerdo al dominio de aplicación, si es más conveniente mayor

estabilidad durante todo el proceso de solución o menor estabilidad en pocas ocasiones.

Con base en el análisis de distancia se ha comprobado que existe una relación lineal entre el incremento en la distancia de las soluciones con respecto a la variación individual del número de variables, tamaño de dominio y número de restricciones; siendo la disminución de dominio, la que más variables afecta. En este caso el complementar el reuso de razonamiento con reuso de solución produjo una mayor variación de la distancia, lo que implica que el reuso de razonamiento produce mayor inestabilidad en las soluciones. La relación encontrada permite establecer, en forma promedio, el comportamiento de la distancia entre soluciones, lo que coadyuvará a una mejor toma de decisiones, en el caso de que las modificaciones puedan ser realizadas voluntariamente.

Posibles extensiones a este trabajo se recomiendan a continuación: realizar análisis de sensibilidad con otro tipos de problemas, que manejen otro tipo de restricciones o tamaño de dominio. Analizar reglas que permitan establecer una forma sistemática de Reparación Iterativa, tomando como base las ideas presentadas en este trabajo. Analizar si la relación de distancia se mantiene para otros tipos de problemas. Determinar si se pueden establecer límites inferiores o superiores al comportamiento de la distancia, así como desarrollar una teoría analítica de tal comportamiento. Este tipo de cuestiones requerirán respuesta con análisis más extensos en cuanto a formas del problema y tipos de modificaciones.

## Referencias

- [1] A.K. Jonsson and J. Frank. A framework for dynamic constraint reasoning using procedural constraints. In *European Artificial Intelligence Conference*, 2000.
- [2] V. Kumar. Algorithms for constraint-satisfaction problems: A survey. *AI Magazine*, 13(1):32–44, 1992.
- [3] C. D. Elfe, E. C. Freuder, and D. Lesaint. Dynamic constraint satisfaction for feature interaction. *BT Technology Journal*, 16(3):38–45, 1998.
- [4] C. Plaunt, A.K. Jonsson, and J. Frank. Run-time satellite tele-communications call handling as dynamic constraint satisfaction. In *Proceedings of the IEEE Aerospace Conference 1999*, pages 165–174, 1999.
- [5] G. Verfaillie, S. de Givry, and D. Lesaint. What is new in on-line scheduling. In <http://chinon.thomson-csf.fr/projects/planet/ols-characteristics.html>.
- [6] R. Dechter and A. Dechter. Belief maintenance in dynamic constraint networks. In *Proceedings of the Sixth National Conference on Artificial Intelligence*, pages 37–42, 1988.
- [7] T. Schiex and G. Verfaillie. Two approaches to the solution maintenance problem in dynamic constraint satisfaction problems. 1993.
- [8] G. Verfaillie and T. Schiex. Solution reuse in dynamic constraint satisfaction problems. In *AAAI, Vol. 1*, pages 307–312, 1994.
- [9] S. Minton, M. D. Johnston, A. B. Philips, and P. Laird. Minimizing conflicts: A heuristic repair method for constraint satisfaction and scheduling problems. *Artificial Intelligence*, 58(1-3):161–205, 1992.
- [10] T. Schiex and G. Verfaillie. Nogood recording for static and dynamic constraint satisfaction problems. 1993.
- [11] B. Y. Choueiry, G. Noubir, and B. Faltings. Blending AI and mathematics: the case of resource allocation. In *Fourth International Symposium on Artificial Intelligence and Mathematics*, pages 32–37, Fort Lauderdale, Florida, 1996.
- [12] C. P. Gomes and J. Hsu. ABA: An assignment based algorithm for resource allocation. *SIGART Bulletin*, 7(1):2–8, 1996.
- [13] C. Bessiere. Random uniform CSP generators. In <http://www.lirmm.fr/bessiere/generator.html>.

**Área: Tecnologías de Información**  
**Coordinador de área: Dr. Luis Enrique Sucar Succar**

**Sistemas distribuidos y sistemas de instrumentación**  
**Coordinador de mesa: Dr. Isaac Rudomín Goldberg**

# **Design and implementation of a climatic data warehouse**

J. Velázquez-Álvarez<sup>1</sup> & J. Torres-Jiménez<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Hydrologic Technology Department, Mexican Institute of Water Technology, México*

*<sup>2</sup>Computer Science Department, ITESM Campus Morelos, México*

## **Abstract**

The design and implementation of a climatic data warehouse is described. Data is daily measures of nine climatic variables which include temperature, rainfall and evaporation, among others; this data is recorded at weather stations installed in different locations of Mexico. The data warehouse design is based on the dimensional model which allows for high performance and yields data diagrams that are easy to understand and intuitive to final users. Also some aggregates were built in order to make more efficient the query processing. The data warehouse shown also provides geographic information system capabilities that allow the user to make spatial queries. The described system is useful to analyze and extract data that is required in climate studies and other disciplines.

## **Design and development of a data warehouse for atmospheric conditions**

RAÚL GUTIÉRREZ, DR. JOSÉ TORRES, DR. MICHEL ROSENGAUS, DR.  
RENÉ LOBATO

Computer Department

ITESM Campus Cuernavaca

Av. Paseo de la Reforma No. 182-A

Col. Lomas de Cuernavaca, CP 62589, Temixco, Morelos.

MEXICO

raulbgr75@hotmail.com <http://www.mor.itesm.mx/~00375959/>

*Abstract:* - This paper considers the track error of the current tropical cyclone track forecast, and takes on an explorative approach to the problem. We took the elements that provide a hurricane with motion and direction, and built a data warehouse with those atmospheric conditions. The data were coded in a binary format called GRIB, which is a standard for meteorologists, we decode and shape them according to our needs and design a multidimensional model. This data warehouse is currently at use in the design process of a new track forecast technique taking the wind as main pattern.

**XML Information Retrieval Using SQL2XQuery.** Francisco Javier Cartujano Escobar, Departamento de Computación, Campus cd. de México, ITESM; Rafael Lozano Espinosa, Departamento de Computación, Campus cd. de México, ITESM; Enrique David Espinosa Carrillo, Departamento de Computación, Campus cd. de México, ITESM

XML (eXtensible Markup Language) has recently emerged as the universal format to publish and interchange data in the World Wide Web. As a result, data sources, including relational databases, face a new requirement: users or applications wanting to deal directly with XML data instead of being forced to deal with formats and access protocols of a particular data source. This paper presents a scheme in which stored data in relational DBMS are exposed to the Web by an XML view. These XML views are queried by the user via SQL but processed by a XQuery motor (XQuery is a language used to inquire XML documents). This means that a tool that allows transformation from a SQL expression to an equivalent expression in XQuery is provided. The result is returned in XML format. This article mostly focuses on the analysis of making such transformation and presents a general algorithm for it.



# **AMBIENTE VIRTUAL COLABORATIVO PARA LA RED TEMÁTICA IBEROAMERICANA DE INGENIERIA CONCURRENTENTE**

**Arturo Molina, Christian Núñez, Carlos Juárez**

Los avances tecnológicos logrados en los últimos años han permitido el desarrollo de nuevas técnicas de aprendizaje, donde la tecnología ha tomado un rol muy importante. Las universidades han adoptado estas nuevas técnicas, estableciendo nuevas necesidades y alianzas, donde un ambiente de colaboración entre ellas es ahora una posibilidad gracias al uso de tecnologías basadas en Web. La combinación de un ambiente colaborativo y tecnologías basadas en Web dan como resultado un Ambiente Virtual Colaborativo (AVC) el cual se convierte en un "punto de encuentro" que permite a varias personas, a través de sus computadores, interactuar en un mundo virtual, buscando un objetivo común [2]. La Red Temática Iberoamericana de Ingeniería Concurrente (RTIIC) ha surgido por la necesidad de desarrollar ambientes propicios para el trabajo en conjunto de Universidades en diferentes regiones o países de Europa y América Latina. La Red Temática Iberoamericana de Ingeniería Concurrente ha surgido la necesidad de desarrollar ambientes propicios para el trabajo en conjunto de Universidades en diferentes regiones o países de Europa y América Latina. Actualmente la RTIIC ha establecido el objetivo de desarrollar en colaboración con las instituciones participantes proyectos de investigación, compartir información sobre noticias, trabajos, eventos, etc. relacionados con la ingeniería concurrente y actúa también como un medio a través del cual miembros y no miembros de la red pueden informarse sobre la ingeniería concurrente y buscar opiniones de expertos a través de foros de discusión en el sitio generado para la RTIIC. La reducción de costos en la creación del sitio utilizando tecnología gratuita, acorde a los preceptos de la ingeniería concurrente, es otra característica lograda en el sitio de la RTIIC.

Palabras Clave: Ambientes Colaborativos, Ingeniería Concurrente

## **1. INTRODUCCION**

Los avances tecnológicos logrados en los últimos años han permitido el desarrollo de nuevas técnicas de aprendizaje, donde la tecnología ha tomado un rol muy importante.

---

Dr. Arturo Molina Gutiérrez Profesor Investigador del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM Campus Monterrey, amolina@campus.mty.itesm.mx  
Christian Rodolfo Núñez Gamas, estudiante de verano de investigación 2002, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez, nugasoft@hotmail.com  
Carlos Alberto Juárez Corral, estudiante de verano de investigación 2002, Universidad Autónoma de Baja California, c\_corral@hotmail.com

Las universidades han adoptado estas nuevas técnicas, estableciendo nuevas necesidades y nuevas alianzas, donde un ambiente de colaboración entre ellas es ahora una posibilidad gracias al uso de tecnologías basadas en Web.

Un ambiente colaborativo es definido como una forma de trabajo grupal que permite a varias personas interactuar, donde los miembros se relacionan positivamente y contribuyen con sus habilidades. Los participantes tratan de lograr una meta común, como puede ser diseñar y desarrollar un proyecto, tomar una decisión en el estudio de un caso y proponer la solución a un problema.[1]

La combinación de un ambiente colaborativo y tecnologías basadas en Web dan como resultado un Ambiente Virtual Colaborativo (AVC) el cual se convierte en un "punto de encuentro" que permite a varias personas, a través de sus computadores, interactuar en un mundo virtual, buscando un objetivo común [2].

Dentro de un AVC pueden manejarse distintas metodologías como es el caso de la Ingeniería Concurrente (IC), que es un enfoque del desarrollo del producto que pone énfasis en las expectativas del cliente por medio de la producción de productos de alta calidad, con mayor rapidez y más baratos. IC apoya los valores del trabajo multidisciplinario en equipo como son la cooperación, la confianza, el compartir e intercambiar conocimientos e información de tal manera que la toma de decisiones procede con énfasis en la consideración simultánea, durante la etapa del diseño, de todos los aspectos de ciclo de vida del producto.[3]

Analizando ambos conceptos podemos ver que se puede integrar a la IC como un AVC que posee características especiales tales como el trabajo en conjunto a distancia, la discusión, etc. por lo cual es necesario hacer la elección adecuada de herramientas y plataformas de programación para la creación de un AVC.

En los sistemas de educación e investigación a distancia entre los diferentes Centros de Investigación que componen a la Red Temática Iberoamericana de Ingeniería Concurrente (RTIIC) ha surgido la necesidad de desarrollar ambientes propicios para el trabajo en conjunto de Universidades en diferentes regiones o países de Europa y América Latina. La Red Temática Iberoamericana de Ingeniería Concurrente se compone actualmente de 6 instituciones de educación superior: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México; Universidad del Norte, Colombia; Universidad Politécnica de Catalunya, España; Universidad de Holguín, España; Universitat Jaume I, Brasil; Universidad de Girona, España.

La RTIIC ha establecido el objetivo de desarrollar proyectos de investigación, compartir información sobre noticias, trabajos, eventos, etc. relacionados con la ingeniería concurrente entre sus miembros y servir como un medio a través del cual miembros y no miembros de la red pueden informarse sobre la ingeniería concurrente y buscar opiniones de expertos a través de foros de discusión.

Para cumplir con su objetivo la RTIIC se ha dado a la tarea de crear un sitio de Internet que posea características dinámicas que faciliten el intercambio de información entre sus miembros y la comunidad en general interesada en la ingeniería concurrente. Este trabajo trata acerca del proceso de elaboración de dicho sitio y las distintas tecnologías y herramientas utilizadas para reunir las características deseadas por la RTIIC, los motivos de elección de dichas herramientas y su diferencia sobre otras disponibles como guía para la creación de sitios similares al de la RTIIC.

El objetivo primordial del sitio, no es únicamente crear un espacio que reúna condiciones tecnológicas de vanguardia, sino cumplir con los objetivos de colaboración y aprendizaje a distancia que plantean y requieren las instituciones participantes en el proyecto.

Las necesidades que debe reunir un sitio para AVC para la RTIIC son:

- **La interactividad**

Interacción implica una acción recíproca entre los participantes de la comunidad virtual. [Jenci 98]. Esto se logra con la combinación de herramientas dentro de la estructura del 'punto de encuentro'; por ejemplo: foro de discusión, Chat.

- **La necesidad de una interfaz común**

La propia Internet a través de los exploradores proporciona una interfaz común ampliamente conocida, transformándola en una plataforma adecuada para el desarrollo de un ambiente orientado a potenciar los contenidos y alcanzar los objetivos pedagógicos sin caer en aspectos tecnológicos. [Jenci 98]

## 2. METODOLOGÍA

La metodología que se siguió para la elaboración del sitio fue la siguiente:

1. **Recopilación de información de sitios existentes de Ingeniería Concurrente (IC).** Se realizó una búsqueda acerca de los diferentes sitios que existen en Internet que tratan sobre IC, tomando en cuenta las principales características que tienen los sitios de Ingeniería Concurrente.
2. **Recopilación de información de sitios relacionados con Ambientes Colaborativos.** Se busco información que explicara el comportamiento de los ambientes colaborativos, así como de sus principales características que muestren el desempeño de los ambientes colaborativos.
3. **Evaluación de las características de los diferentes sitios de Ingeniería Concurrente y de Ambientes Colaborativos.** Se evaluaron las principales características que ofrecen los sitios de Ingeniería Concurrente y Ambientes Colaborativos, tomando en cuenta los diferentes módulos que presentan para la interacción de los usuarios.
4. **Selección de los módulos integrantes de la RTIIC.** En base a la evaluación de las características y determinación de los requerimientos se seleccionaron 9 módulos para la RTIIC. Dentro de estos módulos se comprende un foro de discusión para proyectos y trabajos de investigación, un área de publicación de eventos, un área de publicación de noticias, un espacio para publicación de artículos científicos, módulo para control de proyectos de investigación, entre otros.
5. **Diseño y programación de los diferentes módulos que integran a la RTIIC.** Una que se ha recopilado toda la información del sitio para la RTIIC y se han definido las necesidades y objetivos que persigue la RTIIC se paso a la programación de los diferentes módulos.

La creación del sitio de Internet implica el manejo de tecnologías para desarrollo Web. El web master o administrador del sitio tiene como principal función administrar estas tecnologías y otros recursos con los que se cuenta para desarrollar un sitio. Para la RTIIC, el sitio deberá contener páginas dinámicas que permitan la interacción del usuario con información almacenada en base de datos de tal forma que permita una actualización 'automática' sin intervención de terceras personas. Entre las diferentes tecnologías que hay en el mercado para el desarrollo de estas aplicaciones en Internet se analizaron las siguientes propuestas:

El desarrollo del Ambiente Virtual Colaborativo para Red Temática Iberoamericana de Ingeniería Concurrente busca aplicar el concepto descrito en el marco de referencia estableciendo los siguientes objetivos para cubrir sus necesidades:

- Creación de un espacio para la publicación de los artículos y trabajos de investigación realizados por los miembros de la red.
- Creación de un espacio para el desarrollo y publicación de proyectos realizado en cooperación con los integrantes de la red.

- Publicación de cursos, reuniones académicas, simposiums y demás eventos que giren alrededor de la red temática.
- Fomentar la retroalimentación de los integrantes de la red mediante foros de discusión que permitan conocer opiniones de los demás miembros y visitantes del sitio acerca de los proyectos y trabajos publicados.
- Desarrollo del sitio con tecnología gratuita y disponible por las instituciones.

Dentro de la metodología de desarrollo del sitio de AVC para la RTIIC, fue necesario realizar un estudio acerca de las implicaciones de los conceptos de AVC e Ingeniería Concurrente, así como también la búsqueda de sitios de Ingeniería Concurrente y Ambientes Colaborativos para comprender el entorno global sobre las necesidades y los requerimientos mínimos que debe tener un sitio colaborativo. Posteriormente se estableció una Universidad sede que dará la infraestructura para la creación del sitio, donde se realizó un estudio de las tecnologías existentes y de soluciones para la implementación del sitio.

Las tecnologías seleccionadas para el desarrollo y el cumplimiento de los objetivos en la elaboración del AVC fueron las siguientes:

- **Hipertext Preprocesor (PHP)** es un lenguaje de programación de páginas Web del lado del servidor cuya característica principal es la independencia de plataforma. Las páginas que se ejecutan en el servidor pueden realizar accesos a bases de datos, conexiones en red, y otras tareas para crear la página final que verá el cliente.
- **MySQL** es un gestor de bases de datos relacionales muy conocido en el mundo Linux, aunque trabaja en otras plataformas como son Windows, Sco, Sun, IBM Aix, HP-Ux.
- **Apache Web Server** brinda una solución al diseño e implementación de Servidores Web de alto rendimiento para publicación de páginas en Internet, que se adecúan a los estándares del protocolo HTTP. Apache es distribuido a través de la licencia GNU en diferentes plataformas como Linux, Windows 95 y Windows NT.

El diseño de la infraestructura que soportará el sitio está representado por la Figura 1., la cual nos muestra la interacción de los diferentes elementos involucrados para el funcionamiento del sitio. Donde la programación del sitio fue dividida en módulos de lenguaje PHP, el cual ofrece el manejo dinámico de información y fácil interacción con la Base de Datos y el servidor.



**Figura 1.** Arquitectura del sitio RTIIC.

### 3. RESULTADOS

En la investigación realizada a sitios en Internet con el mismo giro se visualizó que la mayoría de estos están desactualizados en el manejo y flujo de la información que presentan. Se detectó que gran parte de esto se debe a que dichos sitios dependen de la intervención de un webmaster que debe actualizar la información generada día a día. Así mismo la configuración de dichos sitios les resta audiencia pues no hay interacción con los usuarios visitantes de la red.

Es por eso que el manejo de toda la información presentada en el sitio de la RTIIC esta en una Base de Datos, la cual es accesada y actualizada por los miembros de la red en tiempo real, sin la intervención de webmaster para llevar acabo la actualización del sitio. Además se cuentan con módulos que permiten la interacción de los miembros con los visitantes del sitio, permitiendo una retroalimentación de parte de cada uno de los usuarios del sitio. Por lo tanto, el sitio fue diseñado de tal manera que tuviera los módulos necesarios para permitir la interacción de sus miembros y demás usuarios, quedando el diseño de los menús como se muestra a continuación:

- **Inicio:** Este menú muestra la información general del sitio, con lo más relevante de cada una de las publicaciones de los miembros, quienes serán definidos por los directivos de las instituciones participantes.
- **Eventos:** Este menú permite la calendarización de cursos, diplomados, conferencias y demás eventos de interés para los miembros y visitantes del sitio de Ingeniería Concurrente.
- **Noticias:** Este menú permite la publicación oportuna de artículos, avisos y sucesos de relevancia en el ámbito de Ingeniería Concurrente y de las instituciones pertenecientes a la red.
- **Foro:** Mediante este menú los miembros podrán crear salas de discusión para cada uno de los proyectos o temas relacionados a la Ingeniería Concurrente, además tendrán la oportunidad de recabar opiniones sobre algún tópico de interés.
- **Enlaces:** Mediante este menú los usuarios podrán crear ligas a sitios de interés relacionados con los proyectos de la red.
- **Membresía:** Área de uso restringido para miembros de la RTIIC donde podrán crear su cuenta de acceso al sitio. La membresía les da acceso a las opciones de administración del sitio, así como sistemas propios de cada universidad para la generación y preparación de cursos en línea.
- **Proyectos:** Este menú permitirá la publicación de trabajos realizados o en curso, por los miembros de la RTIIC. Estos proyectos son resultado de la participación en conjunto de varias universidades e investigadores.
- **Publicaciones:** Mediante este menú los miembros de la RTIIC podrán subir ensayos y reportes de investigación realizados por ellos.

#### 4. CONCLUSIONES.

Al generar el sitio de internet de la Red Temática de Ingeniería Concurrente se logra la creación de un espacio para la publicación de los artículos y trabajos de investigación realizados por los miembros de la RTIIC, desarrollo y publicación de proyectos realizados en cooperación con sus integrantes, publicación de cursos, reuniones académicas, simposiums y demás eventos que giren alrededor de la Organización, además de fomentar la retroalimentación de los integrantes de la red mediante foros de discusión que permitan conocer opiniones de los demás miembros y visitantes del sitio acerca de los proyectos y trabajos publicados; todo ello adecuando herramientas a los recursos disponibles y haciendo uso de tecnología gratuita para la programación del sitio, lo cual elimina el costo en software para su creación.

## 5. REFERENCIAS.

1. Benford, S., Lennart, E., Fahlén, E. A Spatial Model on Interactivtion in Large Virtual Environments. In Proceedings of the Third European Conference on CSCW. Italy. 1993.
2. Johnson, C APRENDIZAJE COLABORATIVO referencia virtual del Instituto Tecnológico de Monterrey , México,1993 <http://campus.gda.itesm.mx/cite>
3. <http://www.desarrolloweb.com>
4. <http://www.glin.com.mx/apache/apache.htm>

**A PARALLELIZATION TECHNIQUE THAT IMPROVES PERFORMANCE AND CLUSTER UTILIZATION EFFICIENCY FOR HETEROGENEOUS CLUSTERS OF WORKSTATIONS.**

Gerardo Díaz-Cuellar, Centro de Investigación en Informática, Campus Monterrey, ITESM; David A. Garza-Salazar, Centro de Investigación en Informática, Campus Monterrey, ITESM.

We present a new parallelization technique that significantly improves performance of certain data-parallel algorithms on heterogeneous clusters of workstations. The two main goals of our technique are to improve execution times (compared to traditional parallelization techniques) and to efficiently use the computing resources available in the cluster. The technique is based on a pre-processing phase where information about the cluster is obtained, a load balanced data decomposition is derived, and information is generated to guide the cluster node utilization during the execution of the parallel algorithm. We applied our technique to Gaussian Elimination and Pairwise Interaction problems, the experiments show speedup improvements up to 133% and 275% respectively and the cluster utilization efficiency improves up to 180% and 300% when compared to traditional parallelization techniques.

# SAT Instances Construction Based on Hypergraphs

ISAAC VÁZQUEZ-MORÁN, JOSÉ TORRES-JIMÉNEZ

Department of Computational Sciences

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Cuernavaca

Apdo. Postal 99-C, Cuernavaca Morelos, 62050

México

[00375840@academ01.mor.itesm.mx](mailto:00375840@academ01.mor.itesm.mx), [jtorres@campus.mor.itesm.mx](mailto:jtorres@campus.mor.itesm.mx)

*Abstract: - The SAT problem is one of the most important combinatorial optimization problems, it consists of determining given a formula of propositional calculus in CNF (Conjunctive Normal Form) if exists an assignment of truth values for the variables, that makes the whole formula true. The 3-SAT problem is the first NP-complete problem. This paper describes a representation of SAT instances based on hypergraphs and introducing the Signed K-Dimensional Labeled Multi-Hypergraph (SKDLMH) concept.*



# MODELO PARA INTEGRACIÓN DE APLICACIONES BANCARIAS EN SERVICIOS DE TRANSACCIONES REMOTAS.

Laura Espinosa de la Rosa, Guillermo Jiménez Pérez

La integración de aplicaciones se ha convertido en una necesidad en algunas organizaciones para poder comunicar islas de información. En particular, en el sector bancario y financiero el mercado está demandando servicios en los que se puedan realizar operaciones bancarias hacia cualquier institución, en forma segura y rápida. Aquí presentamos el diseño de una arquitectura para un sistema de intermediación bancaria, orientado a las necesidades de la banca en México. Se propone una arquitectura que considere los aspectos de seguridad, integridad, portabilidad/heterogeneidad y evolutividad necesarios para la integración de servicios en el sector bancario. Para implementar la sugerimos el uso de CORBA y XML con Java como lenguaje de programación. El beneficio potencial de dicho sistema de intermediación es que sirva a las instituciones bancarias para mejorar y ampliar su gama de servicios.

Palabras clave: Integración de aplicaciones, servicios bancarios, CORBA, XML

## 1.Introducción

La integración de aplicaciones o *Enterprise Application Integration (EAI)* consiste en “la capacidad de las aplicaciones de una empresa de compartir datos y procesos sin restricciones” [1]. El alcance de la integración de aplicaciones no se limita las aplicaciones internas de una corporación, sino también puede extenderse a compartir información entre aplicaciones de otras organizaciones.

Cuando las aplicaciones cooperan entre sí pueden interactuar a diferentes niveles: [2]

- (a) Nivel red. Provee la conectividad a nivel red.
- (b) Nivel datos. Define el formato de los datos que son intercambiados entre los componentes de software.
- (c) Nivel capa intermedia. Define las interfases de comunicación entre varios componentes de software.
- (d) Nivel servicio. Basado en aplicaciones.

Un requerimiento para la integración de aplicaciones es que éstas deben *interoperar* entre sí, es decir deben tener “la capacidad de que múltiples componentes de software, escritos en diferentes lenguajes de programación, puedan comunicarse e interactuar entre ellos” [3].

Otro de los requerimientos para la integración de aplicaciones es el intercambio de información entre sistemas que implica básicamente: 1) tomar datos de un sistema en un formato particular, 2) transformar estos datos para que puedan ser usados por otros sistemas, y por último 3) entregar los datos a los otros sistemas. Este proceso incluye aspectos de comunicaciones, manejo de datos y procesamiento de negocio bajo el concepto de hacer que sistemas heterogéneos trabajen como uno solo.

Para resolver estos requerimientos se han propuesto combinaciones de varias alternativas tecnológicas, entre ellas:

- (a) RPC (*Remote Procedure Calls*)
- (b) Orientados a mensajes (MOM - *Message Oriented Middleware*)
- (c) ORB (*Object Request Brokering*), por ejemplo CORBA, DCOM
- (d) Componentes de negocio, por ejemplo EJB (*Enterprise Java Beans*), CCM (*CORBA component model*)
- (e) XML (*Extensible Markup Language*)

En particular, en el sector bancario y financiero el mercado está demandando servicios en los que se puedan realizar operaciones bancarias hacia cualquier institución, en forma segura y rápida. Para este sector existen modelos de integración a nivel red, datos y capa intermedia pero existen pocos enfocados a la integración a nivel servicio [1, 2, 4, 5, 6, 7].

Actualmente el sector bancario mexicano está haciendo cambios importantes en sus servicios. A partir de marzo de 2002 se ofrecen tres nuevos servicios: [8, 9]

- (a) Transferencia electrónica de pagos de bajo valor (menos de 50 mil pesos), para lo cual los bancos desarrollaron la Cámara de Compensación Electrónica Nacional (CCEN).
- (b) Nómina interbancaria.
- (c) Domiciliación de Servicios de Pago Interbancario.

Lo que se busca lograr con estos servicios es realizar con mayor rapidez la transferencia de cualquier pago inferior a los 50 mil pesos. Otro objetivo es hacer más barato el costo por transferencia. Por ejemplo, el costo para el pago de recibos de renta, luz, etc. se estima en un dólar cuando se hace en sucursal. El costo disminuirá en 10 o 15 centavos de dólar al hacerlo vía electrónica. Se estima que hay 2 mil millones de recibos al año que se pagan en las sucursales bancarias. También se espera reducir los fraudes con cheques, delitos que anualmente ascienden a entre 80 y 100 millones de pesos. Anualmente se emiten cerca de 600 millones de cheques [8, 10].

Entre los aspectos que dificultan ofrecer servicios que implican operaciones electrónicas entre bancos están:

- (a) Cada institución tiene sus sistemas en diferentes plataformas.
- (b) Diversidad de formatos. Existen formatos estándar para los bancos en el caso de que exista un organismo central regulador, por ejemplo Banxico (Banco de México).
- (c) La respuesta a la realización de una operación a otro banco no es inmediata. El tiempo requerido para saber si una operación se completó puede llegar a tomar varias horas (depende del servicio bancario del que se trate).
- (d) Aplicaciones punto-a-punto, es decir, dos instituciones llegan a un acuerdo en el protocolo para comunicarse y construyen sistemas dedicados a ese fin. Sin embargo, el cambio en el formato de los datos o cambios en los procesos requiere hacer modificaciones a cada aplicación.

Analizando esta situación se identificó la necesidad de contar con un mecanismo que permita intercambiar información entre aplicaciones, el cual debe tener las siguientes características:

- (a) Debe ser seguro, la información debe viajar por la red sin que sea posible interceptarla o alterarla.
- (b) Debe asegurar la integridad de cada operación bancaria.
- (c) Debe permitir intercambiar información entre diferentes plataformas y sistemas, ya sea que pertenezcan a la misma o a diferentes instituciones.
- (d) Debe ser flexible para que permita incorporar cambios al formato de los datos sin que dichos cambios impacten a las aplicaciones.

El objetivo de este trabajo consistió en proponer una arquitectura para la Banca en México que considere los aspectos de seguridad, integridad, portabilidad y evolutividad necesarios para la integración de servicios de transferencias entre entidades bancarias. En las secciones que siguen

describimos la metodología utilizada para la realización de este trabajo, la tercera sección presenta los resultados obtenidos así como posibles trabajos futuros, concluimos en la cuarta sección resumiendo las características principales del trabajo presentado.

## 2. Metodología.

Para realizar el trabajo tomamos como punto de partida la serie de pasos sugeridos por Linthicum [1] para realizar proyectos de integración de aplicaciones. Debido a que estos pasos están enfocados a proyectos de integración de aplicaciones dentro de una misma organización, hicimos algunas modificaciones para adaptar el método a las necesidades propias de integrar aplicaciones de diferentes organizaciones. El principio rector del método resultante es realizar la integración a nivel servicio, en lugar del concepto de operaciones, como es sugerido por Linthicum. La diferencia estriba en que un servicio puede incluir un conjunto de operaciones y por lo tanto puede ser bastante más complejo.

La metodología resultante que proponemos consta de los pasos ilustrados en la Figura 1.

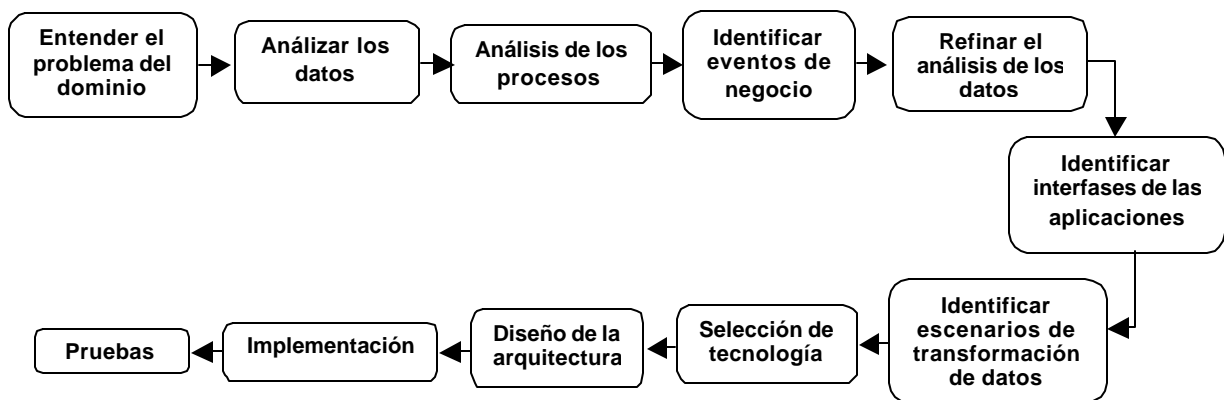


Figura 1. Pasos de la metodología.

En base a la experiencia de uno de los autores y a entrevistas con otros profesionales dedicados al desarrollo de sistemas computacionales para el área bancaria, identificamos una lista de servicios que implican el paso de información entre diferentes bancos e instituciones. Para cada uno de los servicios bancarios se realizó una investigación preliminar en que se aplicaron los primeros cuatro pasos de la metodología. Para la identificación de eventos de negocio se utilizó una combinación de las metodologías propuestas por Oestereich [11] y Larman [12], ambas concernientes al análisis y diseño orientados a objetos utilizando UML. Se consideró que estas metodologías era adecuadas para describir de forma clara todos los elementos involucrados en la realización de los servicios bancarios y la relación entre los elementos.

Una vez terminado el estudio de cada servicio bancario se consideró que no era adecuado manejar todos los servicios bancarios listados inicialmente para continuar con el análisis. Era difícil tratar de identificar las interfaces comunes. Además se detectó que para determinar que dichas interfaces realmente eran compartidas por los servicios bancarios se tenían que recabar más detalles acerca de ellos. Por ello se delimitó el alcance a la consideración de cinco servicios bancarios.

Los servicios bancarios seleccionados fueron:

- (a) Operaciones SPEUA (Sistema de Pagos Electrónicos de Uso Ampliado). Consisten en transferencia de fondos entre cuentas que pertenecen a diferentes bancos.

- (b) Depósito SBC (Salvo Buen Cobro). Son depósitos a cuentas de cheques con cheques de otros bancos.
- (c) Pago de impuestos ISR (Impuesto Sobre la Renta).
- (d) Pago de impuestos sobre importación/exportación.
- (e) Pago de órdenes de pago de impuestos.

Se consideraron estos servicios bancarios porque involucran a varias entidades y tienen la característica común de que requieren de traspaso de fondos entre cuentas. Además se identificaron como los servicios bancarios de más relevancia por la importancia que se les está dando por parte de los bancos en México y porque representan un ingreso significativo para los bancos.

### 3.Resultados y discusión.

Esta sección incluye los resultados obtenidos del análisis del dominio, la selección de la tecnología y la manera en que estos resultados son utilizados para el diseño de la arquitectura propuesta.

Después de aplicar los primeros siete pasos de la metodología se obtuvieron varios resultados relevantes para el diseño de la arquitectura. En primer lugar, se sabe que para cada servicio bancario entre las instituciones se intercambian mensajes que contienen los datos para la realización del servicio. Los formatos de mensaje son determinados por la autoridad competente en la prestación del servicio. Por ejemplo, Banxico (Banco de México) para operaciones SPEUA, SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público) para pagos de impuestos. Los mensajes se envían encriptados, los algoritmos para la encriptación y validación de los mensajes enviados son determinados también por la autoridad competente en la prestación del servicio.

Del subconjunto de servicios bancarios estudiado se identificaron tres actividades en común:

**Transferencia de fondos.** Consta de una cuenta origen, que pertenece al banco origen, y una cuenta destino, que pertenece al banco destino. Implica un movimiento de cargo/abono a la cuenta origen y el movimiento complementario abono/cargo en la cuenta destino. El banco origen inicia la operación, es donde el cliente se presenta a solicitar el servicio. Las transferencias que competen al problema planteado son aquellas en las que las cuentas origen y destino pertenecen a diferentes bancos. El Banco de México regula la realización de las transferencias interbancarias.

**Envío de operaciones.** Para algunos servicios se envía un conjunto de operaciones bancarias que se tienen que aplicar para diferentes cuentas. El bloque de información enviado contiene diferentes datos dependiendo del servicio bancario de que se trate.

**Consulta de información.** En algunos servicios se requiere verificar la información para proceder a ejecutar o no la transferencia de fondos. En otros servicios se requiere consultar las transacciones realizadas para un determinado servicio con el fin de realizar una conciliación de movimientos. Los bloques de información consultados contienen diferentes datos dependiendo del servicio bancario de que se trate.

Para el subconjunto de servicios bancarios seleccionados determinamos el conjunto de funciones del sistema. También identificamos que las entidades participantes en la realización de los servicios bancarios pueden tener los siguientes roles:

- (a) Banco origen. Banco que inicia una operación bancaria.
- (b) Banco destino. Banco a quien se envía una operación bancaria.
- (c) Institución reguladora. Banxico regula las transferencias entre bancos.
- (d) Institución externa. Son organizaciones involucradas en la realización de las operaciones bancarias pero no son bancos, tales como SHCP o TESOFE (Tesorería de la Federación).

Finalmente, en base a los resultados obtenidos del análisis del dominio y de la revisión de trabajos relacionados, establecimos una lista de requerimientos que debía cubrir la arquitectura. Dichos requerimientos se pueden resumir en seguridad, integridad, portabilidad y evolutividad. Se consideró además que la arquitectura y tecnología propuesta sería mejor aceptada si no es propietaria, si existen varios proveedores de los productos y si existen productos para diversas plataformas.

Las alternativas tecnológicas mencionadas en la introducción sirven para diferentes propósitos, todos ellos relacionados con la integración de aplicaciones [1]. Para la interconexión de objetos en aplicaciones distribuidas puede utilizarse por ejemplo CORBA, DCOM o Java RMI [13]. Algunas de estas arquitecturas han evolucionado a una arquitectura de cómputo distribuido basado en componentes tales como EJB o CCM [14]. Por otro lado, una de las principales aplicaciones de XML es el intercambio de información entre negocios ya que permite definir formatos estándar de datos, que luego pueden ser extendidos, y es posible construir aplicaciones que lean/escriban datos en dichos formatos y que puedan transformar los datos de formato XML a otros formatos.

La selección del conjunto de tecnologías más apropiadas tomó en cuenta varios aspectos: análisis combinado de las características de cada una de las alternativas tecnológicas, la lista detallada de requerimientos para la arquitectura, y las interacciones necesarias para la satisfacción de cada uno de los servicios bancarios. La selección recayó en el conjunto formado por CORBA como intermediario para el envío de mensajes, XML como estándar para la descripción de la información enviada y Java como lenguaje de programación.

CORBA se seleccionó ya que es una especificación, es un estándar. Los productos se implementan en base al estándar, no son propietarios. Soporta la interoperabilidad entre varias plataformas. Los productos que implementan las especificaciones de CORBA soportan la conversión automática entre diferentes representaciones de datos conforme los datos son enviados de uno a otro sistema. Existen implementaciones de CORBA para un gran número de plataformas. La especificación de CORBA incluye servicios de seguridad que contemplan los requerimientos de seguridad para transacciones bancarias. La especificación de CORBA incluye servicios de transacciones que contemplan las propiedades requeridas para las transacciones (atomicidad, consistencia, aislamiento, durabilidad). De acuerdo a la especificación, las interfases expuestas por los objetos distribuidos son estándar [15].

XML se seleccionó porque permite dar formato a la información que se tiene que enviar entre las aplicaciones para los diferentes servicios bancarios. Un documento XML permite describir la estructura de la información contenida en un archivo, proporciona flexibilidad a las aplicaciones ya que éstas pueden identificar e interpretar la información que reciben, lo que facilita agregar o quitar información para un servicio bancario determinado. El uso de XML permite a diferentes aplicaciones intercambiar información sin que tengan que conocer o entender nada la una de la otra y tampoco importa la plataforma en la que estén implementadas.

Para la arquitectura propuesta, consideramos que lo más conveniente para resolver el problema de integración entre las aplicaciones es utilizar la red de la banca ya existente, dado que es administrada por un organismo centralizado, CECOBAN (Centro de Cómputo Bancario), y es el medio de comunicación definido por Banxico para hacer operaciones SPEUA.

Para los servicios bancarios en que es necesaria la transferencia de información entre bancos o entre bancos y otras instituciones se identificaron dos partes:

- (a) La realización de los movimientos y transacciones necesarios en el banco o institución respectiva.
- (b) La transferencia de información entre las diferentes entidades.

La primera parte es responsabilidad de las aplicaciones locales de cada institución bancaria. Nuestro trabajo se enfoca a la segunda parte, con la intención de proveer al banco o institución de un servicio de

transacciones remotas. Para interactuar con el servicio de transacciones remotas cada banco requerirá una *aplicación integradora*, cuyo trabajo será interactuar con las aplicaciones locales de acuerdo a lo requerido por el servicio bancario y las aplicaciones particulares de cada banco. La aplicación integradora es quien tiene información de las aplicaciones locales y la forma de procesar un servicio. Las responsabilidades de la aplicación integradora se pueden resumir como sigue:

- (a) En el caso de que el servicio bancario implica interactuar con una entidad externa, tiene que invocar al servicio de transacciones remotas.
- (b) Para cada servicio bancario se guarda la estructura de los bloques de información definida para el servicio de transacciones remotas y la estructura de los bloques de información que manejen las aplicaciones propias de cada entidad.
- (c) Tiene una base de datos donde se encuentran registradas las transacciones remotas que se realizan.
- (d) Asegura la integridad de las transacciones remotas.
- (e) Forma el documento en XML para pasarlo al servicio de transacciones remotas y que éste lo envíe a la entidad correspondiente. Es conveniente separar la traducción sintáctica de la traducción semántica de los datos [16], es decir separar la representación en XML para transportación de los datos de la representación en XML para una aplicación determinada [7]. La aplicación integradora incorpora un traductor que realice las transformaciones adecuadas a nivel sintáctico y semántico. La traducción y formación de los bloques de información se dejó fuera del servicio de transacciones remotas con el objetivo de que el servicio tenga que cambiar lo menos posible y que mantenga sólo la funcionalidad común a las entidades. Es decir, como la traducción debe realizarse "a la medida" consideramos más apropiado dejar la implementación y administración de dicho componente a cada entidad.

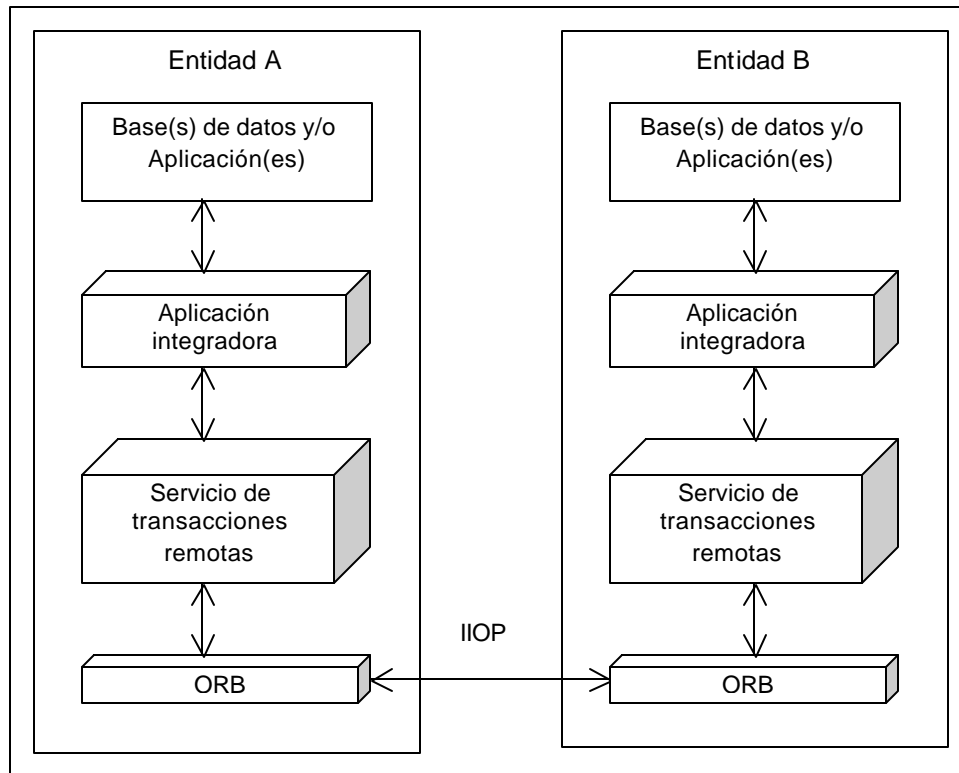
La funcionalidad que debe tener el servicio de transacciones remotas es la siguiente:

- (a) Provee la funcionalidad para que una entidad pueda tomar el rol de banco origen, banco destino, institución reguladora o institución externa.
- (b) Provee la funcionalidad necesaria para poder llevar a cabo transferencias de fondos, envío de operaciones y consulta de información.
- (c) Para satisfacer los requerimientos de seguridad se aprovecha el servicio de seguridad del ORB, excepto la encriptación de información que sea necesario hacer a nivel aplicación.
- (d) Para realizar las transacciones se toma ventaja de la funcionalidad que puede proporcionar el servicio de transacciones del ORB.
- (e) Tiene registradas las entidades. Para cada entidad se tienen configurados los datos necesarios para su localización y para interactuar con la entidad: identificador, nombre y dirección de IP.
- (f) Tiene registrados los servicios bancarios. Para cada servicio bancario se guarda las entidades participantes y las instrucciones que se tienen que realizar. Llamamos instrucciones a la serie de pasos que se tienen que realizar para atender un servicio bancario.

La figura 2 muestra la interacción entre dos entidades. Como ya mencionamos, todas las entidades se comunican a través de la red de la banca en México. Cada entidad tendría un nodo conectado a esta red y administraría su ORB, la interacción entre ORBs se realiza a través del protocolo IIOP.

El *servicio de transacciones remotas* se divide en varios subsistemas con funciones específicas. Estos subsistemas son:

- (a) Subsistema Origen. Tiene la funcionalidad para ejecutar los procesos necesarios de una entidad que desempeña el rol de banco origen o institución externa origen en la prestación de un servicio bancario.
- (b) Subsistema SOrigen. Tiene la funcionalidad para atender la requisición de un servicio bancario en el caso de una entidad origen.
- (c) Subsistema Destino. Tiene la funcionalidad para ejecutar los procesos necesarios de una entidad que desempeña el rol de banco destino o institución externa destino en la prestación de un servicio bancario.

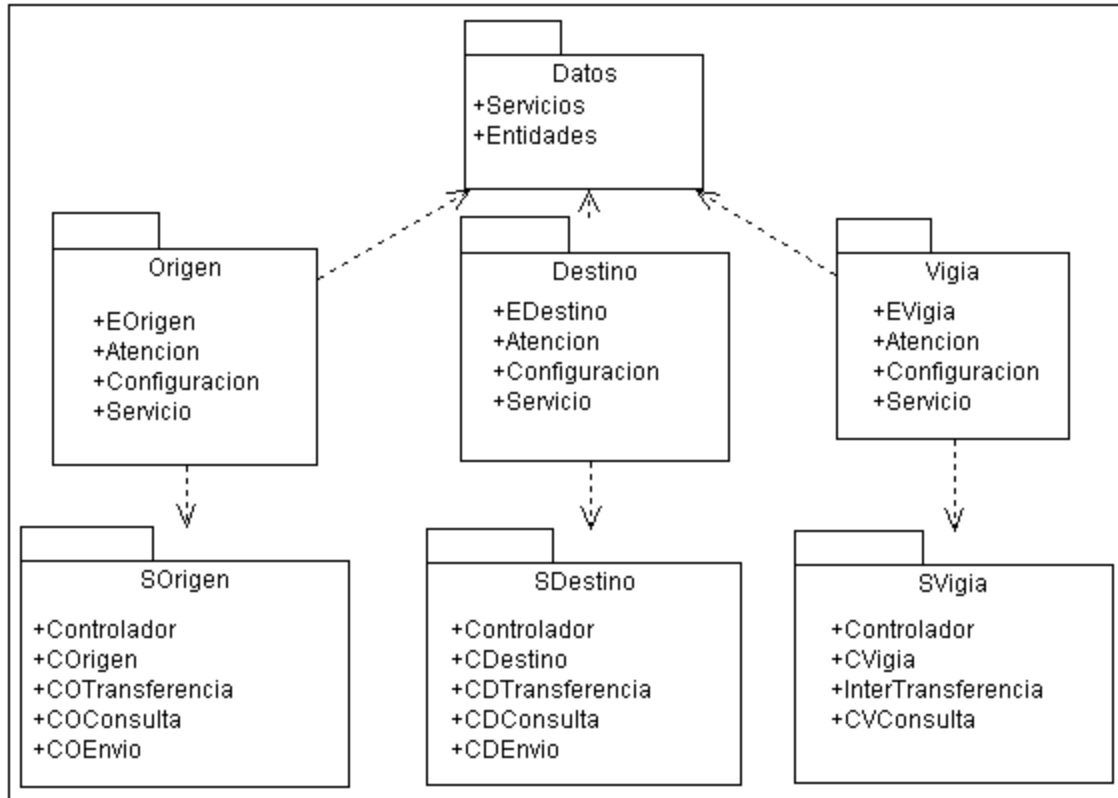


**Figura 2.** Interacción entre dos entidades.

- (d) Subsistema SDestino. Tiene la funcionalidad para atender la requisición de un servicio bancario en el caso de una entidad destino.
- (e) Subsistema Vigía. Tiene la funcionalidad para ejecutar los procesos necesarios de una entidad que desempeña el rol de institución reguladora en la prestación de un servicio bancario.
- (f) Subsistema SVigía. Tiene la funcionalidad para atender la requisición de un servicio bancario requerido por el banco origen.
- (g) Subsistema Datos. Tiene la funcionalidad necesaria para el almacenamiento y administración de la información de las entidades participantes y de los servicios bancarios manejados.

En la figura 3 se muestran todos los subsistemas y cómo están relacionados. De acuerdo a la notación UML la flecha punteada indica una relación de dependencia, por ejemplo los subsistemas SOrigen y Datos dependen del subsistema Origen.

Cada subsistema se conforma de otros componentes. Los componentes EOrigen, EDestino, EVigía son instancias del servicio de transacciones remotas que representan a la entidad origen, destino o vigía respectivamente. El componente Atención se encarga de interactuar con la aplicación integradora, ya sea para recibir requisiciones o avisar a dicha aplicación que se ha terminado de atender la requisición en el servicio de transacciones remotas. El componente Configuración se encarga de la configuración de cada uno de los servicios bancarios y de las entidades participantes. El componente Servicio tiene la funcionalidad necesaria para obtener los datos y las instrucciones del servicio bancario para ello utiliza los componentes Sevicios y Entidades. Luego provee la información obtenida al componente que le haya solicitado la información.



**Figura 3.** Subsistemas.

El Controlador es el componente que está siempre en espera de una requisición para atender un servicio bancario, puede crear los componentes COrigen, CDestino o CVigia según corresponda. Los componentes COrigen, CDestino y CVigia se encargan de atender la requisición de un servicio bancario por parte de la entidad origen, destino o vigia respectivamente. Debido a que se pueden estar atendiendo simultáneamente varias operaciones remotas, al iniciarse la atención de la operación remota se crea una instancia de este componente que va a atender la operación remota hasta que termine. Estos componentes crearán a su vez componentes de Transferencia, Consulta o Envío, según las instrucciones que reciban respecto del servicio bancario que se está atendiendo.

Como parte de la implementación de un prototipo, se hizo la definición de interfases IDL para el servicio de transacciones remotas. Estas interfases son invocadas por la aplicación integradora para llevar a cabo un servicio bancario. Por otro lado, como mencionamos, en el servicio de transacciones remotas se tienen que configurar los datos de las entidades participantes y los servicios bancarios. Para cada servicio se necesita configurar sus datos y sus instrucciones. Las instrucciones se definen utilizando un catálogo de operaciones definido a partir de las funciones del sistema identificadas en el análisis del dominio.

Para la configuración de entidades y servicios utilizamos documentos XML. Se definieron cuatro tipos de documentos: uno para guardar el catálogo de roles que puede desempeñar una entidad, otro contiene el catálogo de operaciones disponible en el servicio de transacciones remotas, el tercer tipo contiene la configuración de servicios bancarios y el cuarto los datos de las entidades. En consecuencia, existe un documento XML por cada servicio bancario y también uno por cada entidad.

La definición de interfases y la configuración de entidades y servicios nos permite tener un esquema flexible. Para incorporar nuevos servicios bancarios no es necesario hacer modificaciones de código siempre y cuando el nuevo servicio bancario haga uso de operaciones ya existentes en el catálogo y que



éstas ya estén implementadas. En ese caso sólo se tendría que crear un nuevo documento XML para el servicio. Es necesario hacer modificaciones de código cuando el nuevo servicio bancario requiere alguna operación que no esté implementada. Puede ser que sólo sea necesario agregar la operación al catálogo e implementarla o puede ser que se trate de una interfase que no existe. En el primer caso implicaría agregar el método en el componente correspondiente, de acuerdo a lo que tiene que hacer la operación agregada al catálogo. En el segundo caso se tendría que agregar una nueva interfase(s) en IDL y agregar los métodos que la implementan a los componentes que sea necesario.

Finalmente, cabe añadir que durante el desarrollo del presente trabajo también se hizo la revisión de varios trabajos relacionados [1, 2, 4, 5, 6, 7, 14, 16, 17, 18, 19, 20] que fue útil para complementar el conocimiento del estado actual y tendencias en cuanto a integración de aplicaciones en el área bancaria. Los trabajos relacionados también nos permitieron conocer diferentes alternativas de solución que se han utilizado para la integración de aplicaciones dentro de una organización y las lecciones aprendidas. Dado que en el presente trabajo no se hicieron pruebas con cada una de las alternativas tecnológicas disponibles que mencionamos en la introducción, los trabajos relacionados nos dan a priori una idea de la factibilidad de utilizar diferentes tecnologías para resolver el problema que nos ocupa en el dominio bancario. El material revisado también fue útil para establecer en forma detallada el problema en cuanto a la integración de datos y conocer alternativas de solución y hacer una lista más detallada de los requerimientos que se tenían que tratar de cubrir en la arquitectura diseñada.

#### **4. Conclusiones.**

En el presente trabajo se conjunta el trabajo y las lecciones aprendidas en diversos trabajos de investigación, con las necesidades específicas de entono bancario mexicano para la prestación de servicios interbancarios. Con base en ellos propone una arquitectura basada para construir un sistema de intermediación que pueda ser utilizado en la prestación de servicios de banca electrónica en México, en donde se hace uso de un grupo de tecnologías que se consideró son las más apropiadas: CORBA, XML y Java.

Un aspecto distintivo de la propuesta tecnológica es el uso de XML para configurar el servicio de transacciones remotas, lo cual hace más flexible la incorporación de cambios. Esto está asociado también a la forma en que satisfacen los requerimientos de flexibilidad y evolutividad. El modelo de integración propuesto a nivel servicio, consiste en definir servicios bancarios a partir de interfases y un catálogo de operaciones identificadas.

La metodología propuesta sugiere estudiar el dominio desde la perspectiva de servicios, es decir, no se considera que el objetivo es integrar una aplicación de la organización A con una aplicación de la organización B. El enfoque es integrar a las organizaciones A, B, C, D, etc. para que provean servicios bancarios. Esto considera que tanto bancos como instituciones que no son financieras van a interactuar a través del sistema de intermediación porque comparten la realización de los servicios bancarios. Este enfoque permite que la metodología pueda ser potencialmente utilizable en otros dominios donde se requiera la integración de aplicaciones entre diferentes organizaciones.

#### **5. Referencias.**

- [1] Linthicum, David S.; *Enterprise Application Integration*; Addison-Wesley; 2000
- [2] Rabhi, Fethi A.; *Towards an Open Architecture for the Integration and Interoperability of Distributed Systems*; Enterprise Networking, Applications and Services Conference Proceedings; 2001
- [3] Wileden, Jack C.; Kaplan, Alan; *Software Interoperability: Principles and Practice*; IEEE Proceedings of the International Conference on Software Engineering; 1999
- [4] Object Management Group; *CORBA Finance Task Force*; [fdtf.omg.org/index.htm](http://fdtf.omg.org/index.htm); 2002
- [5] Object Management Group; *CORBA success stories*; disponibles en [www.corba.org/industries/bankfin/bankfin.html](http://www.corba.org/industries/bankfin/bankfin.html); 2002

- [6] Koch, Tomas; Murer, Stephan; *Service Architecture Integrates Mainframes in a CORBA Environment*; Enterprise Distributed Object Computing Conference Proceedings; 1999
- [7] Emmerich, Wolfgang; Ellmer, Ernst; Fieglein, Henry; *TIGRA – An Architectural Style for Enterprise Application Integration*; Proceedings of the 23<sup>rd</sup> International Conference on Software Engineering; 2001
- [8] Especialistas en Medios Periodísticos; *Rangel, modernización de la banca*; enero 09 2002; Infolatina
- [9] El economista; *Valores y Dinero: Acabar con largas filas en sucursales, propósito de año nuevo de la banca*; enero 09 2002; Infolatina
- [10] Especialistas en Medios Periodísticos; *Alerta ABM sobre fraudes con cheques*; enero 09 2002; Infolatina
- [11] Oestereich, Bernd; *Developing Software with UML: Object Oriented Analysis and Design in Practice*; Addison-Wesley; 1999
- [12] Larman, Craig; *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object Oriented Analysis and Design*; Prentice Hall; 1997
- [13] Monson-Haefel, Richard; *Enterprise Java Beans in a Nutshell*; jMiddleware.com; 2001
- [14] Sauer, Ly Danielle; Clay, Robert L.; Armstrong, Rob; *Meta-Component Architecture for Software Interoperability*, IEEE Proceedings, International Conference on Software Methods and Tools; 2000
- [15] Object Management Group; *The Common Object Request Broker: Architecture and Specification Revisión 2.6*, disponible en [www.omg.org/technology/documents/corbaservices\\_spec\\_catalog.htm](http://www.omg.org/technology/documents/corbaservices_spec_catalog.htm); Dic 2001
- [16] Karsai, Gabor; *Design Tool Integration: An Exercise in Semantic Interoperability*, Proceedings of the Seventh IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer Based Systems; 2000
- [17] Shiau, Joe; Ratchev, Svetan; Valtchanov, George; *Distributed Collaborative Design and Manufacturability Assesment for Extended Enterprise in XML-based Agent System*; Proceedings, IEEE 9<sup>th</sup> International Workshop on Enabling Technologies:Infrastructure for Collaborative Enterprises; 2000
- [18] Suzuki, Junichi; Yamamoto, Yoshikazu; *Toward the Interoperable Software Design Models: Quartet of UML, XML, DOM and CORBA*; Proceedings, Fourth IEEE International Symposium and Forum on Software Engineering Standards; 1999
- [19] Elizalde Montoya, Karla E.; *Modelo para comercio electrónico empresa-empresa orientado a la pequeña empresa mexicana*; Tesis de maestría, ITESM Campus Monterrey, Enero 2001
- [20] Guzman Ruiz, Filiberto; *Mecanismos de comunicación externa para un sistema integrador de comercio electrónico de negocio a negocio*; Tesis de maestría, ITESM Campus Monterrey, Enero 2001

**Dispositivo KURT, KU Tiempo Real.** Alejandro Parra Briones. Centro de Investigación en Informática, Campus Monterrey, ITESM. Douglas Niehaus, ITTC. The University of Kansas.

KU Tiempo Real (KURT por sus siglas en inglés) es una extensión al núcleo de Linux. Hasta ahora ha usado llamadas a sistema, adicionales a las ya existentes en el núcleo, como interfase para acceder a los servicios ofrecidos por KURT. Este proyecto desaparece dichas llamadas adicionales a sistema y crea un dispositivo orientado a caracteres el cual provee los mismos servicios. Dicho dispositivo permite acceder a los servicios de KURT usando la llamada a sistema IOCTL. Esto proveerá una interfase más limpia para futuros desarrollos usando KURT.

**Área: Tecnologías de Información**  
**Coordinador de área: Dr. Luis Enrique Sucar Succar**

**Técnicas y sistemas para el e-business**  
**Coordinador de mesa: Ing. Jorge Alfonso Ramírez Vargas**

# Soccer Strategies that Live in the B2B World of Negotiation and Decision-Making

Enrique Espinosa, Fernando Ramos & Ma. de los Angeles Junco  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

[framos@campus.mor.itesm.mx](mailto:framos@campus.mor.itesm.mx), [ajunco@campus.cem.itesm.mx](mailto:ajunco@campus.cem.itesm.mx), [eespinos@campus.ccm.itesm.mx](mailto:eespinos@campus.ccm.itesm.mx)

*Abstract.* Decision-making within electronic business processes is frequently swamped by conflictive situations. Dynamism in real-life negotiation poses challenges when creating models of how business people interact and settle down strategic differences. Dispute resolutions are not fully addressed by current e-business DSS systems. To attack this problem, we resort to an analogous model: Soccer match strategies. These games are dynamic and thrive with conflicts. Both worlds are mapped using a model in which agents cooperate towards common goals. As a result, we show a functional analogy between collaborative strategies in a soccer match and business-to-business processes. We present Java-based Soccer and B2B simulators.

**Keywords:** Soccer, e-Business, B2B, Agents, Conflict negotiation.

# DINÁMICA CULTURAL EN UNA ORGANIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN: UN ESTUDIO DE CASO EN MÉXICO

Gwendoline Hernández, Anabella Dávila

Este estudio contribuye a comprender la dinámica cultural en empresas de la industria de tecnología de información (TI) y su comportamiento en el contexto mexicano. Estudios previos de cultura organizacional en empresas de TI señalaron que éstas se componen de dos subculturas. La empresa que se estudió en México también reflejó una cultura organizacional dividida en dos subculturas: directores y desarrolladores. Los directores poseen supuestos orientados a sistemas burocráticos de control sobre el conocimiento técnico y un interés por mantener la jerarquía. Los desarrolladores de TI poseen supuestos que se contraponen a los de la dirección pues se basan en que el conocimiento técnico y la experiencia se sobreponen a la administración de la empresa. Los desarrolladores de TI son jóvenes y generan un ambiente de trabajo entusiasta, competitivo e informal. El supuesto principal que gobierna sus conductas es que el aprendizaje continuo es un reflejo de su pasión por la tecnología, por combatir la obsolescencia y por obtener valor y prestigio en el mercado laboral. Debido a la complejidad de la industria, la empresa desarrolló estrategias de respuesta a la incertidumbre del entorno tales como la flexibilidad en su administración a través de proyectos y, en recursos humanos, la creación de un modelo de negocio de teletrabajo, el fomento a la educación tecnológica y el establecimiento de alianzas que otorgan credibilidad al conocimiento y calidad de trabajo. La empresa compite en la industria del conocimiento donde el recurso más relevante es el capital intelectual, por lo que sus estrategias de reclutamiento y retención de personal son críticas. A través de estos hallazgos culturales se formularon sugerencias para la dirección de personal de estas empresas tales como: retener al personal mediante el aprendizaje continuo, reconocer los logros del trabajo de los profesionales de TI y respetar acuerdos de remuneración económica.

Palabras clave: Cultura organizacional, profesionales de tecnologías de información, organizaciones de tecnologías de información, dirección de profesionales de tecnologías de información.

## 1. Introducción

La tecnología de información (TI) cambió a las organizaciones y nos obligó a revisar los conceptos administrativos tradicionales en la dirección de las empresas [1]. El reto en nuestros días, es el estudio de las empresas que desarrollan la TI ya que los elementos organizacionales que las conforman distan mucho de aquellos de las empresas de manufactura o servicios—contexto del conocimiento administrativo actual. Por lo tanto, el estudio de este tipo de empresas es una línea de investigación que busca encontrar y explicar mejores fórmulas para dirigir las. Dentro de esta línea se utiliza el concepto de cultura organizacional para estudiar cómo las organizaciones de TI se estructuran y comportan. Específicamente, se busca descubrir los elementos culturales que están presentes en estas organizaciones para entender su particularidad.

Hasta ahora, el conocimiento general que tenemos de este tipo de organizaciones es que están conformadas por subculturas profesionales—tecnólogos y administradores—claramente identificables porque proyectan supuestos básicos distintos y, en ocasiones, hasta opuestos [2, 3, 4]. La primera subcultura, integrada por los profesionales que pertenecen a una comunidad ocupacional más amplia que la organización en sí misma, son los miembros que desarrollan la TI y presentan supuestos básicos que se contraponen a los de la gerencia y administración porque se basan en que el conocimiento técnico y la experiencia se sobreponen a la dirección de la empresa. La otra subcultura, integrada por gerentes o administradores de diversos entrenamientos profesionales, presenta supuestos básicos orientados a sistemas burocráticos de control sobre el conocimiento técnico y un interés por mantener la jerarquía. Esta diferenciación se puede deber a que los miembros organizacionales pertenecen a una comunidad ocupacional [5] con un concepto diferente sobre la interacción, la organización y la estructuración social del ámbito organizacional [1].

En México, son escasos los estudios en esta línea de investigación, sin embargo, se reportan caracterizaciones semejantes a las descritas en organizaciones de otros países, aunque con pocos diferenciales [6]. México, como país en desarrollo industrial y social, presenta una apertura económica y tecnológica en el que podemos encontrar que la industria de TI juega un rol importante. En nuestro país, tenemos subsidiarias de las multinacionales más importantes de la industria mundial de TI. Asimismo, se prepara, al nivel de la educación superior, a técnicos especialistas que son profesionales de la informática. Los pos-grados de diversas instituciones mexicanas de educación superior contribuyen con científicos y académicos investigadores a formar una comunidad ocupacional y, además, desempeñan un papel importante en el desarrollo del conocimiento técnico.

A pesar de saber esto, todavía no entendemos la naturaleza cultural de las organizaciones en la industria de TI y, aún menos, tenemos un conocimiento claro sobre el comportamiento de este tipo de empresas en el contexto mexicano. Por lo tanto, para avanzar en el conocimiento que tenemos de las subculturas organizacionales, es necesario indagar más a fondo cuáles elementos culturales contribuyen directamente en la formación de su identidad cultural que las mantiene en abierta oposición a la subcultura de la gerencia o administración. Si estamos de acuerdo en la falta de conocimiento que tenemos sobre la problemática social que esta industria presenta, entonces, es importante investigar a los actores principales—organizaciones y profesionales. Para esto, la perspectiva cultural de las organizaciones es útil para descubrir si existen supuestos inconscientes en los profesionales de la informática sobre su realidad organizacional que fomentan el antagonismo con los directivos o administradores de estas empresas o los profesionales de otras disciplinas.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es describir el perfil cultural de una empresa mexicana que compite en la industria de TI y, de esta forma, realizar sugerencias para la mejor dirección y administración de personal de estas empresas. Para conocer la naturaleza cultural de las organizaciones de TI en México, realizamos una investigación de campo con la colaboración de una empresa mexicana dedicada al desarrollo y comercialización de TI, localizada en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Los resultados aquí presentados se circunscriben específicamente a esta empresa y en esta región de México. Debido a la falta de estandarización de puestos en la industria de TI [7], se realizaron entrevistas a profundidad de varios niveles jerárquicos, especialidades y ramificaciones de la profesión de TI. Sin embargo, aclaramos que la mayoría de los actores entrevistados ostentaron el puesto de desarrolladores de herramientas tecnológicas.

Este estudio contribuye a comprender la naturaleza cultural de las empresas en la industria de TI y su comportamiento en el contexto mexicano. Si la fuente de los conflictos entre los subgrupos de profesionales de tecnología y directores es de origen cultural, se hace necesario entender la mezcla cultural de los supuestos y creencias para fomentar la generación de un clima de entendimiento, comprensión y colaboración de ideas, lo que puede producir mejores resultados en la conducción de la empresa. En este estudio retratamos una forma más completa la dinámica cultural que estas

organizaciones viven día con día y, de este modo, hacemos propuestas para su dirección efectiva. En un momento dado, el conocimiento acerca de la dirección y administración de las empresas y los profesionales en esta industria es crítico dado una proyección de escasez de personas expertas en el futuro en el ámbito mundial [8].

## 2. Antecedentes en la Literatura

Los elementos organizacionales que mejor describen a las empresas de TI son que éstas ocupan una gran cantidad de ingenieros y técnicos en comparación con otras. Estas empresas tienen personal altamente capacitado y su conocimiento es la fuente y fuerza para competir. Asimismo, tienen un presupuesto inusualmente alto para investigación y desarrollo. La tecnología que utilizan se vuelve obsoleta rápidamente por el desarrollo de nueva tecnología [2]. El trabajo realizado en las organizaciones dedicadas a la TI gira alrededor del conocimiento técnico que sufre cambios rápidos y constantes. Para enfrentar la dinámica y complejidad del desarrollo tecnológico, los profesionales utilizan su creatividad y capacidad para la innovación de una forma que sobresale al resto de los profesionales de otras ciencias [9].

Los profesionales de TI forman una comunidad ocupacional fácilmente distinguible de otro tipo de profesiones [5]. Esta comunidad ocupacional de tecnólogos es diferente a otras profesiones—v. g. abogados o médicos—por el grado de subordinación que experimentan al trabajar para otros. Estos profesionales son dignos de estudiar porque son un grupo profesional y funcional totalmente distinto, el cual se ve reflejado en su identidad, actitudes, intereses, acciones y percepción del trabajo [10].

Sabemos que a los profesionales de TI les apasiona trabajar con la y por la tecnología; se sienten orgullosos de poder manejar herramientas que retienen su poder intelectual [11]. Estas personas son generalmente jóvenes que trabajan bajo presión para combatir la obsolescencia técnica y también por cumplir las demandas de un mercado en una industria dinámica [12]. Los profesionales de la tecnología trabajan sobre la base de conocimiento, están bien educados, buscan autonomía intelectual y se esfuerzan por avanzar profesionalmente [2]. Generalmente, buscan estar a la vanguardia de la tecnología y trabajar en una empresa no tanto por el pago económico, sino por el reto profesional y creativo que ésta les presente. Los profesionales de TI necesitan crecer profesionalmente y trabajar donde se estimule su creatividad y su capacidad de innovación. Ellos son una clase nueva de trabajadores que tiene vínculos fuertes con su profesión.

A los profesionales de TI les gusta vencer retos, ser reconocidos, trabajar en un ambiente físico propicio para su labor, para crecer profesionalmente, para desarrollar la tecnología, para el aprendizaje continuo, para la innovación, para la creatividad, así como ser autónomos e independientes en su trabajo y obtener una remuneración justa [13].

Al parecer, existe una tendencia en las caracterizaciones de las empresas que compiten en la industria de TI, acerca de su naturaleza cultural. Diversos estudios arrojaron resultados semejantes que permiten identificar un perfil cultural uniforme. Por ejemplo, Microsoft presenta una cultura que gira alrededor de 'personas brillantes' que conocen al mismo tiempo de tecnología y de negocios [14]. Para asegurarse de que esta cultura prevalezca, se sigue un proceso de reclutamiento y selección estricto. Las únicas personas que entrevistan candidatos a desarrolladores son los mismos desarrolladores. Para Microsoft, es importante que los líderes sean también tecnólogos para que así obtengan credibilidad ante su equipo de trabajo. En esta organización existe un ambiente de ayuda colegial. Todos creen que compartir el conocimiento ayuda a mejorar a la empresa. Todas las áreas están constantemente en retroalimentación y comunicación para generar información e innovación. Al personal de Microsoft le



desagradan las reglas formales, y los títulos de los puestos, no son importantes; lo que es importante en esta empresa, es la razón de crear herramientas de tecnología en un tiempo determinado.

### 3. Metodología de la Investigación

En este estudio exploratorio—por la condición epistemológica del fenómeno—se utilizó una metodología cualitativa que ofrece una serie de métodos que ayudan a describir, traducir y llegar al significado profundo de los fenómenos que ocurren en el mundo social [15]. El mundo social que se investigó fue una organización mexicana dedicada al desarrollo y comercialización de TI. Los estudios dirigidos a entender la cultura de un grupo organizacional tendrán valor únicamente cuando se deriven de la observación real del comportamiento en una organización [16]. El método principal que se utilizó en esta investigación fue el estudio de caso que es una indagación empírica que nos permite investigar a fondo una unidad social para conocer diversos fenómenos en su contexto real [17].

En el modelo más utilizado para el estudio de la cultura organizacional se establece que los elementos culturales son identificados por su nivel de visibilidad y son de carácter jerárquico [5]. Estos elementos son: artefactos, que representan la superficie de la cultura y son los aspectos tangibles y visibles de la actividad cultural; los valores, que están representados por los principios sociales, filosofías, metas y estándares con un valor intrínseco para las personas; y los supuestos, que son la esencia de la cultura con respecto a la realidad y la verdad, el tiempo, el espacio, la naturaleza humana, las actividades humanas y las relaciones humanas.

La crítica principal a este modelo es la cobertura que se hizo de los artefactos que son definidos como símbolos; y, al parecer, no todos los artefactos son símbolos, ni todos los símbolos son artefactos [18]. Las cosas y las acciones son símbolos no cuando se ven desde su perspectiva instrumental, sino cuando se ven desde una perspectiva de un significado construido por los miembros de la organización. A consecuencia de no incluir los símbolos como un cuarto elemento, el modelo de cultura organizacional [5] es estable y no permite descubrir cómo los artefactos se convierten en supuestos y los supuestos en artefactos. Por lo tanto, se introducen los símbolos como un cuarto elemento del modelo y, éste adquiere dinamismo y nos permite concentrarnos en estos cuatro elementos culturales.

Este marco conceptual nuevo se llama modelo de Dinámica Cultural [18] (ver la figura 1) y fue la base para estudiar el perfil cultural de una organización en la industria de TI. El modelo utilizado agrega dinamismo a la formación de las culturas organizacionales pues explica la forma en que los elementos culturales se convierten, a través de procesos culturales, en supuestos, en valores, en artefactos y en símbolos.

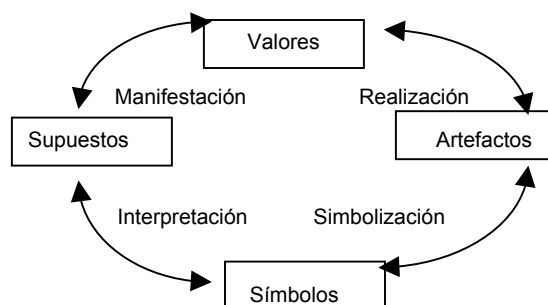


Figura 1. Modelo de Dinámica Cultural [18].

La recolección de datos para encontrar los elementos culturales se basó en tres métodos: observación, entrevistas a profundidad—descriptivas y estructuradas—y análisis de documentos. El proceso de recolección de datos comenzó con una recomendación realizada por la encargada de comunicación y cultura de la empresa quien nos invitó a entrevistar a las personas más relevantes dentro de la organización. Nuestro supuesto en esta etapa fue que el informante recomendado tendría el poder que el puesto le otorgaba según su nivel en la jerarquía de la organización. De tal manera, que si el puesto era representativo en la organización, el informante también lo podría ser. Además, los mismos informantes nos recomendaron a otros informantes para más entrevistas. Una vez que estas personas otorgaron sus entrevistas, se les pidió recomendar a quiénes entrevistar posteriormente [19]. El momento de cesar la investigación de campo sucedió cuando se encontró el patrón cultural entre los informantes. Esto es, cuando los informantes empezaron a contestar lo mismo.

Aunado a las entrevistas, se realizaron en paralelo, las observaciones descriptivas [19] las cuales nos previnieron de no llevar al campo una pregunta en mente y sólo realizar observaciones generales para saber qué pasa en la situación social. La recolección de datos se trianguló con el análisis de la documentación. El analizar la documentación corroboró y, en ocasiones, aumentó la evidencia encontrada desde otra fuente [17].

Para realizar el análisis cultural fue necesario concentrarse en la búsqueda de patrones [19]. El proceso de análisis se realizó a la par que se registraba lo que los informantes expresaron—a través del lenguaje o de la acción—durante la investigación. No se puede identificar un punto preciso en el cual la recolección de datos terminó y empezó el análisis. Por lo tanto, durante la fase de recolección de datos, se inició al mismo tiempo la fase de su análisis hasta que se dio la saturación teórica [20]. Esta estrategia permitió parar la recolección de datos cuando su posterior análisis no agregó nada nuevo a las categorías encontradas. En cada momento del análisis, se identificaron las categorías que emergieron desde la perspectiva de los informantes sobre su realidad cultural. Este proceso se llama teoría emergente, es decir, la teoría que los hechos generaron en el momento de su interpretación [20]. Para asegurarnos de la veracidad—confiabilidad y validez en el lenguaje de los métodos cuantitativos—de este estudio utilizamos las estrategias de credibilidad, transferencia, dependencia y confirmación [21].

#### **4. Resultados y Discusión**

La industria de tecnología se considera compleja porque tanto, económica como tecnológicamente, presenta un dinamismo constante. Es una industria con un pequeño número de competidores aunque bastantes poderosos—v. g. EUA e India—que acaparan negocios mundiales, con factores coyunturales que impactaron negativamente la economía mundial—sobrecapacidad de la industria y la desaceleración económica de los Estados Unidos—y con una legislación que entiende poco de esta industria como para fomentar o apoyar su inversión en nuestro país. Debido a la complejidad, la empresa que se estudió desarrolló diversas capacidades de respuesta a los sucesos de su entorno. Una de las estrategias es la flexibilidad para la administración y producción de la tecnología a través de proyectos. Esta estrategia se basa en asignar recursos humanos a cada proyecto de acuerdo a la demanda de servicios que se tengan en el corto plazo; explicado de otro modo, no se asignan recursos según el puesto, sino las demandas del cliente.

A pesar de que la industria de TI es compleja, ésta tiende a integrar a todos los elementos en su cadena de abastecimiento. Es decir, proveedores, distribuidores y clientes tienden a estar unidos para

enfrentar el avance tecnológico. Este fenómeno crea redes de empresas entre proveedores de tecnología, subcontrataciones de fabricación y proveedores de servicio. La empresa bajo estudio respondió a esta integración al ofrecer el trabajo de desarrollo de *software* a distancia—teletrabajo—ofrecido sólo a los clientes estadounidenses y al establecer alianzas importantes que le otorgan credibilidad en cuanto al nivel de conocimiento y calidad de trabajo en la tecnología que se desarrolla en la empresa.

Otra demanda de este tipo de integración industrial es la preocupación por la seguridad de la información. En la empresa mexicana la seguridad es un aspecto crítico a cuidar. En la red industrial a la que pertenece esta empresa, los clientes son el principal grupo de presión que solicita seguridad de la información. La empresa responde a esta presión a través de normas de grupo estrictas. Estas son: políticas de confidencialidad, firma de acuerdos de confidencialidad, de seguridad y de respeto a la información de cada uno de los clientes por parte de los empleados.

Como todas las empresas de esta industria, ésta también compite en la industria del conocimiento en México. Esto significa que el trabajo de sus empleados está en función de la capacidad intelectual que utilizan para resolver problemas al ofrecer herramientas tecnológicas a sus clientes, por lo que su activo principal es la capacidad mental de sus miembros. Por lo tanto, el recurso más relevante en esta empresa es el capital intelectual. Esto, a su vez, crea una gran dependencia hacia las personas especializadas. Por lo que la empresa desarrolló varios programas para el reclutamiento y la retención de este tipo de profesionales. Entre los programas más importantes, están la capacitación en la empresa y la incorporación de estudiantes próximos a graduarse así como el fomento a la educación tecnológica a través de alianzas con instituciones educativas de prestigio—v. g. impacto en el currículo.

Las formas culturales que mejor describen a los profesionales de TI de esta empresa son similares a las revisadas en la literatura. Los miembros de esta empresa son jóvenes y generan un ambiente de trabajo informal. Esto se reflejó en su vestir y lenguaje cotidiano. Los profesionales de tecnología de la empresa se guían por el valor del compañerismo, la ayuda colegial y el trabajo en equipo. Los desarrolladores de esta empresa mostraron ser compañeros amables, ya que están dispuestos a ayudar a los demás cuando surgen dudas. Saben que tienen que estar disponibles para ayudar a un colega en la solución de algún problema que se les presenta durante el trabajo. Compartir conocimiento significa aprender, colaborar y trabajar en equipo para crecer la red de conocimiento que los hace más fuertes en su profesión.

Otra similitud de esta subcultura profesional en esta empresa con aquellos descritos por la literatura es su interés por el aprendizaje continuo. Ellos están conscientes de la necesidad de adquirir experiencia en una tecnología nueva así como ampliar su conocimiento y dominio sobre diversas tecnologías. Simplemente, les apasiona la tecnología y quieren saber más sobre ella. Para ellos, no aprender, significaría entrar en el terreno de la obsolescencia y perder valor en el mercado laboral. A los profesionales de esta empresa, como a aquellos de otras empresas en su tipo, les satisface el ritmo acelerado de cambios tecnológicos que presenta la industria en general. Esta industria les permite conocer casi inmediatamente la demanda de soluciones tecnológicas así como su avance tecnológico. Esto es un reto sumamente atractivo para ellos. Dado lo anterior, estos profesionales de TI son ambiciosos y competitivos. Estas personas quieren sobresalir en un mundo cada vez más complejo, quieren ser los primeros en descubrir y utilizar la tecnología.

A estos profesionales les gusta acumular su experiencia de conocimiento para poder brindar asesoría cuando se requiera. Disfrutan que se les reconozca su trabajo. Quieren escuchar las gracias por su trabajo bien realizado. Quieren que los directores se fijen en los logros que les costaron horas de difícil aprendizaje, horas de utilización de la lógica y el razonamiento, horas de creatividad y de análisis. Saben que su trabajo no es fácil y que no cualquiera lo puede realizar por lo que creen merecer un buen

reconocimiento. A los profesionales de esta empresa no les gusta perder el tiempo y no pueden dejar pasar un minuto cuando el tipo de trabajo los emociona o encuentran la inspiración para desarrollarlo con más fervor. El perder el tiempo, significa quedarse en la obsolescencia y dejar a un lado el valor de la productividad que tanto admiran.

Para los profesionales de TI la empresa significa un lugar que les permite trabajar y tener acceso a la tecnología acorde con sus intereses personales de crecimiento profesional, capacitación y conocimiento. Al parecer, esta ambición los hace ser indiferentes a la organización para la cual trabajan. Cualquier organización será buena, siempre y cuando trabajen en la tecnología que les interesa. El apego a la profesión es más fuerte que a la organización.

La empresa mexicana, como otras de su tipo, también reflejó una cultura dividida en dos subgrupos organizacionales—los directores y los desarrolladores. Estas dos subculturas presentaron algunos contrastes culturales. Los primeros viven en el mundo de la administración y su principal preocupación es la sobre-vivencia económica de la empresa. Los desarrolladores son jóvenes, inteligentes y, en su mayoría, recién graduados. Éstos no entienden a sus directores, sólo entienden que la empresa tiene problemas económicos bastante serios, pero no entienden por qué los tiene.

Encontramos que el sentir de los desarrolladores es que los directores se preocupan más por las finanzas de la empresa que por el personal. Sin embargo, los directores afirman que hacen todo lo posible para mantener estable el ánimo de los desarrolladores, comunicarse con ellos constantemente, definir estrategias de éxito y estar cerca de los clientes al mismo tiempo. La filosofía de los directores es que necesitan tener la situación bajo control, esto es, saben que nunca estarán libres de problemas, pero buscan siempre tener todo bajo control. Mientras tanto, los desarrolladores demandan su atención. Al parecer, los directores no se preocupan por comunicar y hacer entender su papel dentro de la empresa por lo que los desarrolladores no entienden cuál es el trabajo de los directores. Esto se refleja en la crítica constante de no conocerlos ni saber de ellos. Por su parte, los desarrolladores requieren entender que la autonomía de la profesión los puede hacer independientes de la voluntad de los directores y, por lo tanto, no necesitan la supervisión continua de los directores.

Los directores confían en sus líderes de proyecto para realizar las labores de revisión de detalles y contacto directo con los desarrolladores. Los directores confían en los líderes de proyecto la producción del software. Además, los líderes de proyecto presentan un trabajo crítico porque enlazan a la alta jerarquía con los requerimientos del trabajo. Cuando los desarrolladores se quejan de la falta de comunicación de los directores hacia ellos, esto podría significar que los líderes de proyecto fallan en su función de enlace—hacer que fluya la información y la comunicación. Sin embargo, los directores necesitan saber lo que los desarrolladores esperan de ellos. Primero, éstos esperan que los directores estén alerta de sus logros para que los puedan reconocer, ya sea individualmente o por su trabajo en equipo. Segundo, esperan que cuando las cosas van mal en la compañía, se les comunique de manera efectiva. Por su parte, la preocupación central de los directores es tener empleados con actitud de compromiso y lealtad a la empresa. Sin embargo, esto no asegura la experiencia técnica. Para los desarrolladores la empresa necesita contratar más personal, pero personal especializado.

A pesar de presentar las tendencias culturales de las empresas de TI y de cómo la empresa mexicana no es ajena a tales formas culturales, encontramos algunas diferencias que consideramos son un reflejo de la forma local en que se hacen negocios en nuestro país. Dos aspectos relevantes podemos señalar en lo encontrado en el perfil de los desarrolladores en esta empresa a lo que presenta la literatura revisada: la subordinación de los técnicos ante los directivos o administradores y el descontento por los acuerdos económicos.

El primer aspecto es la subordinación que los técnicos presentan ante la jerarquía administrativa de la empresa. A pesar de que la literatura señala que el poder organizacional se otorga al conocimiento experto, como lo revisado en el caso de Microsoft, en este estudio encontramos una sumisión hacia los sistemas administrativos. Esto es, el poder de decisión aún lo tiene la alta administración. Los directivos de la organización mexicana parecen mantener el triunfo de la lucha por la jerarquía—es decir, por el poder en la empresa. Lo que en otras empresas de la industria como Microsoft es el nivel de conocimiento el que manda, en esta empresa es la jerarquía administrativa la que mantiene el poder. Los tecnólogos se mantienen sumisos ante la autoridad administrativa sin imponer el poder que el conocimiento les da sobre las actividades de la empresa.

Otra razón por la cual argumentamos que los técnicos son sumisos ante la administración es que los primeros sí alcanzan a visualizar el valor que la tecnología puede ofrecer a los clientes de la empresa. Esta característica es una que no figuró en la literatura revisada. Evidencia de esto es que los directivos pudieron comprometer a los desarrolladores a interesarse por los clientes. Para ellos, la tecnología tiene que tener una utilidad para hacer del trabajo de otro individuo más sencillo, fácil y ágil, aún cuando no dejan de creer que aportan un beneficio para toda la humanidad. En esta empresa los desarrolladores antepusieron su interés de trabajar en la tecnología y sólo por la tecnología, para satisfacer a sus clientes. Esto ocurrió porque los directivos siguieron una operación en donde todos los involucrados en un proyecto mantendrían contacto con los clientes. Es más, los horarios de trabajo se alteraron de acuerdo a los horarios de trabajo de los clientes.

El otro aspecto relevante es la expresión constante en su descontento por la crisis económica que viven en la empresa y, por lo cual, no se les paga a tiempo su salario. Esto va en contra de lo expuesto por algunos autores quienes dijeron que a este tipo de personal no le importa el nivel económico sino más bien el nivel tecnológico que se maneja en la empresa. La evidencia de este rasgo cultural es la aceptación de las condiciones económicas con que la empresa se mantiene. La situación económica deprimida en la que se dio este estudio de caso permitió que los desarrolladores manifestaran su inconformidad hacia la administración financiera de la empresa. Los desarrolladores se quejaron constantemente de su situación económica. Por ejemplo, la empresa está registrada como una Sociedad de Responsabilidad Limitada en la cual no se les ofrece prestaciones. Sus contratos son temporales y esto significa que mientras estén involucrados en un proyecto, tendrán trabajo. Al entrar tan jóvenes a trabajar obtienen remuneraciones económicas bajas, similares a las de un estudiante, a pesar de que el trabajo que desempeñan es de un especialista. Por último, estaban resentidos con la empresa por detener su pago salarial, hasta varios días después del día de pago. La única reacción ante esta situación de inconformidad que encontramos en los desarrolladores, fue que éstos preferían renunciar a su trabajo. La literatura que se consultó señala que los tecnólogos entran a trabajar a una empresa especializada en TI por el reto del trabajo que ésta ofrece y, no tanto por el salario [2]. Es probable que esta actitud se altere si la industria, en particular, entra en depresión a la par que esto disminuya la calidad de vida de los técnicos.

Dado los argumentos descritos en esta sección, la naturaleza cultural de las empresas de TI y las características que distinguen el caso de éstas en México, nos vemos en la necesidad de reconsiderar la dirección y administración de lo que tradicionalmente es utilizado en las empresas de manufactura o de servicios. ¿En dónde podemos encontrar lecciones para una dirección efectiva de este tipo de empresas? A continuación presentamos algunas lecciones para una dirección efectiva a manera de conclusión.

## **5. Conclusiones**

Es un reto para los directores de empresas y líderes de proyectos de tecnología satisfacer las necesidades profesionales de los desarrolladores. Los profesionales de TI son un elemento crítico que las empresas de esta industria deben cuidar. Esto, dado que son personas especializadas con una demanda alta en el mercado. Algunas tensiones que nacen entre ambos subgrupos culturales—directores y profesionales de tecnología—emergen de las diferentes perspectivas culturales de las profesiones. Estas diferencias deben ser entendidas por los directores de este tipo de empresa, siempre y cuando, comprendan la gran dependencia que tienen hacia estas personas.

Entre las lecciones que podemos aprender de este estudio de caso es el entendimiento que la empresa tiene hacia su dependencia de personas especializadas, pero jóvenes. Por lo que su estrategia de educación tecnológica a través de diferentes programas les permite balancear esta dependencia. Una vez entendida esta dependencia, los directores tienen que entender que este tipo de personal tiene una gran demanda en el mercado laboral por todo tipo de empresa, organizaciones o instituciones. Por lo que la retención del personal es otro asunto a administrar.

Mientras más se comprenda que los profesionales de la tecnología entran a trabajar a una empresa por las oportunidades que ésta les proporciona de aprendizaje, de acceso a tecnología de punta y de dominio de diversas tecnologías, los directores comprenderán que son los retos sin resolver lo que motiva a este tipo de personas a trabajar con compromiso, compañerismo y en equipo. La presión con logros, permite afianzar más estos valores. Los logros de éxito en su trabajo, de reconocimientos por su éxito son otros factores a considerar en la dirección de este tipo de personas. El aburrimiento, la monotonía y, por consecuencia, la obsolescencia son factores extremadamente peligrosos para este tipo de empresas. El reto radica en que la empresa entienda que el dinamismo, el cambio y la complejidad de la industria tienen que ser absorbidos por su actividad diaria. Las empresas de este tipo no deben temer a la presión originada por los cambios tecnológicos. Tienen que recordar que el personal especializado es joven, con una energía lista para utilizarse rápidamente en cualquier cambio.

A pesar de todo esto, las empresas en la industria mexicana deben estar conscientes de que los profesionales de TI valoran económicamente su trabajo. Aspectos sociales y económicos deben ser parte de la dirección y motivación de este tipo de personas. Para el caso de México, la remuneración económica debe ser competitiva y debe ser puntual, por lo que los directores deben tomar esta preferencia en cuenta para controlar la rotación de personal.

Entre las lecciones aprendidas de los conflictos interculturales de los dos subgrupos organizacionales encontramos que el conocimiento tecnológico no debe quedar sólo en manos de los desarrolladores. Los directores tienen que hablar ambos lenguajes—el administrativo y el técnico. Esto permite que los directores generen credibilidad entre sus desarrolladores. Los desarrolladores se identifican y confían más fácilmente con un director que cuente con conocimiento tecnológico, porque sienten que son comprendidos. Los directores que no pierden el conocimiento tecnológico entienden el lenguaje, argot y el misticismo de la cultura de los profesionales de TI.

También encontramos que la comunicación en cuanto a las expectativas de cada grupo debe ser recíproca y clara. Tanto los directores deben dejar en claro su papel de estrategas como los desarrolladores deben dejar en claro su papel de ejecutores autónomos. De esta manera, los desarrolladores no tendrían porqué sospechar que a los directores solo les importa vender y los directores estarían maravillados del entusiasmo y creatividad de su personal. Recomendamos que se comunique la función crítica que representa la de un líder de proyecto quien es el enlace de comunicación entre la realidad en la ejecución y la realidad en la estrategia.

## 6. Referencias

- [1] McShane, S. y Von Glinow, M. (2000). *Organizational Behavior: Emerging Realities for the Workplace Revolution*. Boston, MA: McGraw Hill.
- [2] Resnick-West, S. y Von Glinow, M. (1990). Beyond the clash: Managing high technology professionals, (pp. 237-254). En M. Von Glinow y S. Mohrman (Eds.). *Managing Complexity in High Technology Organizations*. Nueva York: Oxford University.
- [3] Kunda, G. (1992). *Engineering Culture: Control and Commitment in a High Tech Corporation*. Philadelphia: Temple University.
- [4] Pedersen, J. (1992). Organizational cultures in information technology firms, (pp. 37-64). En F. Borum, A. Friedman, M. Monsted, J. Pedersen y M. Risberg (Eds.). *Social Dynamics of the IT Field: The Case of Denmark*. Nueva York: Walter de Gruyter.
- [5] Schein, E. (1992). *Organizational Culture and Leadership*. San Francisco: Jossey-Bass, 2ª. Edición.
- [6] Pérez, A. y Dávila, A. (1999). Juventud, inteligencia y arrogancia: representaciones de una organización en la industria de la TI. *Administración y Organizaciones*, 1(3), 51-67.
- [7] Rogerson, S. y Stack, J. (1997). Women in IT. Documento encontrado el 9 de Julio de 2001 en <http://www.ccsr.cse.dmu.ac.uk/resources/general/ethicol/Ecv7no6.html>.
- [8] Meyer, B. (2001). Software engineering in the academy. *IEEE Computer*, 34(5), 28-35.
- [9] McConnell, S. (1997). *Desarrollo y Gestión de Proyectos Informáticos*. España: McGraw-Hill.
- [10] Igbaria, M., Parasuraman, S. y Badawy, M. (1994). Work experiences, job involvement and quality of work life among information systems personnel. *MIS Quarterly*, 18(2), 175-201.
- [11] Panteli, A., Stack, J. y Ramsay, H. (1999). Gender and professional ethics in the IT industry. *Journal of Business Ethics*. 22(1), 51-61.
- [12] Glass, R. (2000). On personal technical obsolescence. *Communications of the Association for Computing Machinery*. 43(7), 15-17.
- [13] Prager, K. (1999). Organizational culture and the IT professional. *Information Systems Management*, 16(2), 12-17.
- [14] Cusumano, M. y Selby, R. (1995). *Microsoft Secrets: How the World's Most Powerful Software Company Creates Technology, Shapes Markets, and Manages People*. Nueva York: Touchstone, Simon & Schuster.
- [15] Van Maanen, J. (1979a). Reclaiming qualitative methods for organizational research. *Administrative Science Quarterly*, 24(4), 520-526.
- [16] Schein, E. (1996). Culture: The missing concept in organization studies. *Administrative Science Quarterly*, 41(2), 229-240.
- [17] Yin, R. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage, 2a. Edición.
- [18] Hatch, M. (1993). The dynamics of organizational culture. *Academy of Management Review*, 18(4), 657-693.
- [19] Spradley, J. (1980). *Participant Observation*. Orlando, FL: Harcourt Brace Jovanovich.
- [20] Glaser, B. y Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Hawthorne, NY: Aldine de Gruyter.
- [21] Lincoln, Y. y Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Newbury Park: Sage.

On measuring the usefulness of modeling in a competitive  
and cooperative environment

Leonardo Garrido  
Ramon Brena  
Katia Sycara

This paper presents recent results of our experimental work in quantifying exactly how useful is building models about other agents using no more than the observation of others' behavior.

The testbed we used in our experiments is an abstraction of the meeting scheduling problem, called the "Meeting Scheduling Game", which has competitive as well as cooperative features. The agents are selfish, and use a rational decision theoretic approach based on the probabilistic models that the agent is learning.

We view agent modeling as an iterative and gradual process, where every new piece of information about a particular agent is analyzed in such a way that the model of the agent is further refined. We present our Bayesian-modeler agent, which updates his models about the others using a Bayesian updating mechanism. We propose a framework for measuring the performance of different modelling strategies and establish quantified lower and upper limits for the performance of any modeling strategy. Finally, we contrast the performances of a modeler from an individual and from a collective point of view, comparing the benefits for the modeler itself as well as for the group as a whole.



**A FAST DATA PROTECTION TECHNIQUE FOR MOBILE AGENTS AGAINST MALICIOUS HOSTS.** Jesús Arturo Pérez Díaz, Departamento de Electrónica, Campus Cuernavaca, ITESM; Igor Sobrado, Departamento de Informática, Universidad de Oviedo.

Mobile agents have been considered a promising technology to develop ecommerce applications, however the security concerns about the technology have stopped its widespread use.

The identified security areas comprise protecting hosts against malicious agents, protecting the agent's transmission and protecting agents against malicious hosts. The first two security issues and the protection of the code state of the agent can be solved by applying traditional security techniques. Even though there are some works that manage the data state protection, its implementation is almost unfeasible in terms of performance and complexity.

This paper describes a fast and easy to implement algorithm that a mobile agent can use to encrypt its data during its itinerary. The algorithm only makes use of a bitmap and XOR operations. The algorithm consist of applying XOR operations to the data to be ciphered and a random bitmap, while the map is repeatedly shifted to the right or to the left in order to compute a CRC field for validation against malicious tampering.

The method only uses basic bit operations so that its implementation is very easy to develop. Besides, since it does not use any computationally expensive cryptographic technique (i.e. digital signatures) it is very fast. In this way we manage to have a secure, simple, fast and feasible protection algorithm to protect data while mobile agents are roaming, where simplicity and performance are its better advantages.

## **MILENIO: A SECURE JAVA2-BASED MOBILE AGENT SYSTEM WITH A COMPREHENSIVE SECURITY.**

Jesús Arturo Pérez Díaz, Departamento de Electrónica, Campus Cuernavaca, ITESM; Darío Álvarez Gutiérrez, Departamento de Informática, Universidad de Oviedo.

Current mobile agent systems provide very simple security models. There is a lack of implementations allowing the administrator to manage system resources appropriately while offering comprehensive security to the server and agents against mutual or third party attacks. SAHARA is a security model for Java-based agent systems that takes advantage of the benefits of the Java2 SDK v1.2.1. SAHARA's main goal is to create an integral security model that can be easily implemented by any system. This architecture offers the following features: specific assignment of privileges; agents' authorities authentication using digital signatures; allowances management to limit resource consumption by each agent and authority, and a dynamic security policy that allows to modify the security permissions at runtime.

Secure agent transmission and server authentication is achieved by using the SSL protocol. Digital signatures are also used to protect agent's code and to assign responsibility on the agent's data. In order to verify the performance of the SAHARA security architecture we have created a mobile agent system called MILENIO with basic functionality, but with adequate security capabilities since it implements all SAHARA's features.

MILENIO also has also a user access restriction to avoid undesired users. We managed to create a secure mobile agent system with a graphical interface that can be used in any kind of mobile applications since it assures secure transactions for most of the applications We also show the proper use of the Java2 security model in Java-based mobile agents systems.

**LENGUAJES UNIVERSALES PARA LA GENERACIÓN DE INTERFACES INDEPENDIENTES DEL DISPOSITIVO EN APLICACIONES DE COMERCIO ELECTRÓNICO.** Beatriz Gutiérrez Almaraz, Maestría en Administración de las Tecnologías de la Información, Campus Cuernavaca, ITESM; Oscar Mayora Ibarra, Departamento Computación, Campus Cuernavaca, ITESM.

Los constantes avances de la informática y las telecomunicaciones, han ocasionado el surgimiento de nuevas modalidades para acceso a Internet. Como consecuencia a lo anterior, en los últimos tiempos ha habido una notoria proliferación de lenguajes que habilitan nuevos dispositivos para acceder a los servicios de la web desde múltiples formas. Específicamente, gracias a estos adelantos, hoy en día es posible conectarse a la Internet en varias modalidades: una Internet fija que funciona bajo una familia de lenguajes derivados de HTML, una Internet móvil que utiliza protocolos WAP (específicamente WML) y una Internet de voz basada en tecnologías como VoiceXML. Lo anterior ha dado lugar a la necesidad de asociar a aplicaciones específicas con varios lenguajes y dispositivos que permitan una operación simultánea bajo un concepto de familias de interfaces. De esta manera, un proveedor de bienes o servicios en línea, estaría en posición de brindar información a sus potenciales clientes en todo lugar, en todo momento y bajo cualquier modalidad de interacción. Las implicaciones de brindar estas posibilidades tecnológicas de multi-conexión a la red, serían vitales en el área de comercio electrónico. La ventaja competitiva de un portal disponible de manera ubicua e independiente de la modalidad y el dispositivo de interacción sería claramente notoria en un ambiente de fuerte competencia como es el que rige actualmente. En este trabajo presentamos un análisis y comparación de varias técnicas y herramientas al nivel del estado-del-arte para generar las familias de interfaces independientes del lenguaje y de los dispositivos de visualización requeridos en un contexto de comercio electrónico como el aquí planteado.

# **POSTERS**

**Área: Administración y Negocios**

**Coordinador de área: Dra. Irma Adriana Gómez  
Cavazos**

## **APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CAPITALS EN LA PYME MEXICANA.**

Gilberto Olavarrieta Treviño

La PYME mexicana ha sido fuertemente golpeada por las compañías internacionales que cada día aumentan sus exportaciones a este país. Uno de los problemas principales es el hecho de que las PYMES nacionales no son tan competitivas como las empresas extranjeras. La Administración del Conocimiento, o Knowledge Management, surge como una ciencia que responde a las necesidades de modernización de las organizaciones, partiendo de la base que vivimos en una "Nueva Economía". Este nuevo modelo económico gira alrededor de la creación de riqueza basada en el conocimiento de los individuos y de las organizaciones. El trabajo de la presente investigación parte del modelo de Sistema de Capitales desarrollado en el Centro de Sistemas de Conocimiento del ITESM y busca encontrar una aplicación práctica en la PYME mexicana. Consiste en una serie de aplicaciones del modelo que permite determinar mejores prácticas de desarrollo estratégico de capitales y derivar algunos criterios de aplicación exitosa para las PYMES mexicanas. Las aplicaciones incluyen empresas de los sectores industrial, comercial y de servicios. Específicamente, se explora el grado en el que mediante la aplicación de este modelo, una empresa es capaz de plantear una estrategia y expresarla en términos del sistema de capitales, para posteriormente administrar su desarrollo sistemático y evaluar el beneficio obtenido en términos de valor generado. Con esta se pretende contribuir a incrementar la competitividad de las PYMES en México mediante la creación de valor agregado basado en conocimiento. El objetivo es facilitar el proceso de transformación de una PYME tradicional a un negocio basado en Conocimiento.

## **Título del Proyecto**

Estudio de Mercado y Apoyo al Departamento de Ventas en CardSystems de México S.A. de C.V.

## **Datos de Alumnos y Líder**

### Alumnos:

284293 Jesús Figueroa Rodríguez  
342064 Karla Helena Ruelas Calderón  
528532 Eduardo Gómez Oliveros  
663156 Erandy Sahún Jordán  
665427 María Monserrat Sosa Romo  
666488 Yolanda Gómez Martín del Campo  
667986 Guillermo Padilla Rubio

### Líder:

885699 Lic. Celia Alejandra Rodríguez Barba

## **Resumen Ejecutivo**

### **Descripción del Proyecto**

El proyecto consiste en realizar un estudio de mercado para conocer las necesidades de este y poder transmitirlo a la empresa y que ésta realice las acciones necesarias para lograr satisfacerlas. Otro punto importante es el trabajo que se realizará con el departamento de ventas quienes además de proveer información clave, participarán en el diseño de formatos y estrategias que les permitan realizar mejor su trabajo. Este proyecto ayudará a mejorar la organización del departamento de ventas y a su vez mejorar las actividades de otros departamentos las cuales afectan el producto que recibe el cliente.

### **Metodología**

El proyecto se dividió en varias etapas para poder llevar a cabo la elaboración del estudio de mercado, las cuales se describen a continuación:

1. Investigación de escritorio
  - a) Selección de empresas a encuestar
  - b) Definición del cuestionario a aplicar
2. Investigación de Campo
  - a) Aplicación del cuestionario piloto
  - b) Definición del cuestionario
  - c) Aplicación del cuestionario final
3. Interpretación de datos
  - a) Recolección, codificación, comparación y análisis de datos.
  - b) Resultados Finales
  - c) Retroalimentación de resultados.

## **Resultados**

El estudio de mercado arrojó información clave para mejorar la atención a los clientes en aspectos como innovación y calidad de los productos. Además de ayudar a la organización a conocer los productos que adquieren los diferentes sectores con los cuales tiene contacto y de esta forma validar la demanda de sus diferentes productos. Otro punto importante que arrojó el estudio de mercado está relacionado con la atención brindada por los agentes de ventas a sus clientes. En cuanto al apoyo del departamento de ventas se trabajó en la optimización de los itinerarios de los vendedores, la actualización de datos de sus clientes, además se realizó la descripción del puesto del asistente de ventas mismo que apoyará en las actividades operativas al Gerente de Ventas.

## **Conclusiones Generales**

El beneficio de haber realizado esta intervención en CardSystems permitirá consolidar al departamento de ventas tanto en su operación como en el trato con sus clientes, todo esto apoyado de formatos que deberán arrojar información fundamental para conocer las actividades del personal de ventas y apoyarlos para mejorar sus actividades diarias. Por otra parte, la aplicación del estudio de mercado permitirá a CardSystems conocer el impacto que tienen en sus clientes actuales y perdidos y así realizar las acciones necesarias para consolidarse en el mercado, además de conocer los sectores a los cuales pertenecen sus principales clientes.

**SER HUMANO, A.C.**  
**AGOSTO – DICIEMBRE 2002**

**1. Título del proyecto**

Sistema de Servicio Social

**2. Participantes**

Aguilar Araujo, Anwar Leonardo

Nom. 821496

[aaquilar@campus.gda.itesm.mx](mailto:aaquilar@campus.gda.itesm.mx)

Naciones Unidas 5091-12, Jardines Universidad. Zapopan, Jalisco

**Nombre de los alumnos**

Romero Velasco, Karina

Mat. 341706

[krv16@hotmail.com](mailto:krv16@hotmail.com)

Manzo Navarrete, Francisco Jesús

Mat. 666672

[f\\_manzo@yahoo.com](mailto:f_manzo@yahoo.com)

González Coral, Luis Fernando

Mat. 740543

[lfgc3419@hotmail.com](mailto:lfgc3419@hotmail.com)

Broderick Abnoosi, Aramyees

Mat. 1080916

[aramyees@hotmail.com](mailto:aramyees@hotmail.com)

Guzmán Trani, Fredy Isai

Mat. 667766

[isaigt@tec.com.mx](mailto:isaigt@tec.com.mx)

**Ser Humano, A.C.**

[serhumano@prodigy.net.mx](mailto:serhumano@prodigy.net.mx)

Madero 540

Zona Centro

Guadalajara, Jalisco

**3. Descripción del proyecto**

El proyecto consistió en desarrollar un sistema de servicio social basado en un modelo de recursos humanos tomando en cuenta la cultura organizacional. Dicho sistema se dividió en cuatro etapas:

- Motivación



- Control
- Captación
- Capacitación

#### **4. Metodología**

Se tomó como antecedente un manual de voluntariado elaborado previamente por el Tec de Monterrey para la Fundación Ser Humano, posteriormente se recopiló información por medio de entrevistas con los miembros de la Fundación, asociaciones civiles, universidades y prestadores de servicio social en la institución. Posteriormente se hizo investigación bibliográfica para sustentar algunas decisiones, se desarrollaron herramientas para hacer más eficiente el trabajo y se analizaron las interacciones entre las diferentes áreas involucradas.

#### **5. Resultados**

Se adoptaron la mayoría de las herramientas propuestas, y se crearon encargados de cada una de las etapas del sistema, logrando así definir y concretar el sistema dentro de la institución.

#### **6. Conclusiones**

Se hizo un mayor énfasis en la etapa de motivación, puesto que era la menos formalizada por parte de la institución, a lo largo del proyecto hubo varias propuestas donde se pudo analizar sus implicaciones llegando a un resultado que no se esperaba, donde la motivación abarca cada una de las otras etapas y se fundamenta principalmente en cuestiones intrínsecas de cada individuo en vez de incentivos.

# Implementación de metodología y mejora en Procesos Críticos de Cruz Roja Mexicana

Alumnos:	LCC Julieta Anguiano Martínez	Matrícula: 663845
	LIN David Carrillo de la Cruz	Matrícula: 666808
	LIN Marcia Rivas Espinosa de los M	Matrícula: 535205
	LIN Sofía Núñez Bado	Matrícula: 663344
	LIN Olivia Navarro García	Matrícula: 667483
Líder:	Ing. Rodrigo Niz Campogarrido	Nómina: 752667
Asistente:	Ing. Susana C. Aguilar Pratt	Nómina: 975144

## Resumen Ejecutivo

El proyecto busca adaptar la metodología 6 sigma o ciclos de mejora en procesos críticos de las áreas de Capacitación, Recursos Humanos y Trabajo Social de la Cruz Roja Mexicana, Delegación Guadalajara. El resultado final esperado es el desarrollo y documentación de la metodología, para que fluya posteriormente al resto de la organización, y la implementación de los 3 proyectos de mejora en los procesos críticos de cada área.

## *Metodología*

1. Definir el objetivo del área.- Mediante la utilización de la herramienta CATWDA se definieron los objetivos de las tres áreas involucradas.
2. Definición de servicios que brinda cada una de las áreas o departamentos.
3. Estructuración de procesos de las áreas.- Para esto se utilizaron diagramas de flujo para cada uno de los procesos críticos de los departamentos.
4. Definición de problemas.- Mediante el uso de la Técnica Nominal de Grupo se definieron los diferentes problemas que se presentaban en cada una de las áreas.
5. Selección del problema a atacar.- Se escogió sólo un problema por área, del cual se definieron los defectos o características observables del mismo, la situación en que se encontraba en un inicio y la determinación de la situación ideal.
6. Medición.- En esta etapa se miden las condiciones bajo las cuales se presenta el problema, esto mediante el uso de encuestas y hojas de recolección de datos.
7. Analizar.- Mediante la utilización del diagrama Causa-Efecto o Ishikawa se definieron las causas del problema. Posteriormente se comprobaron con hojas de comprobación de causas para determinar las principales.
8. Mejorar.- Se definieron acciones de mejora para la resolución del problema en cuestión y se llevaron a cabo en los departamentos las ideas propuestas.

9. Controlar.- Se definieron mecanismos de control para monitorear el cumplimiento de las propuestas de solución.

### *Resultados*

Se definieron objetivos, servicios y procesos de cada una de las áreas. Se elaboró un manual para la aplicación de la metodología en el resto de los departamentos de la Cruz Roja y se implantaron acciones de mejora en cada uno de los departamentos con los que se trabajó.

### *Conclusiones Generales*

La importancia del proyecto radica en que la metodología que fue utilizada a lo largo del proyecto es una herramienta que será usada por la Cruz Roja como parte del sistema de calidad que se encuentra implementando. Por ello, la parte más importante del mismo consiste en la documentación de las actividades para su futura reproducción en otras áreas de la institución.

# **Pruebas de hipótesis sobre la calidad de los hoteles en el Puerto de Mazatlán Sinaloa**

Yohaina Haaz y Diana Del Callejo\*, MET  
Para Consultoría Estadística  
Dr. Christian Garrigoux

## **Descripción del proyecto**

El objetivo del presente proyecto es conocer si los hoteles de Mazatlán cuentan con una calidad aceptable, y conocer si la calidad de los hoteles depende del número de estrellas, la pertenencia a una cadena hotelera y el tamaño del hotel

## **Metodología**

En el Puerto de Mazatlán se cuenta actualmente con 36 hoteles, se aplicó una encuesta a 32 de ellos, el cuestionario se dividió en 7 categorías: Huésped, Liderazgo, Personal, Instalaciones, Procesos, Planeación y Resultados, cada una de estas categorías contiene 8 preguntas en escala likert.

Se calcularon las medias de cada una de las 7 categorías y se creó una nueva variable a la que se llamó calidad, la cual, se cálculo otorgando ciertos pesos a las categorías, esta nueva variable, que es una combinación lineal de las 7 categorías, tiene un rango entre 0 y 100 puntos, con base en estudios anteriores, se determinó que los hoteles con calidad eran aquellos que contaban con una cantidad mayor a los 90 puntos.

Además de esto, los hoteles se encontraba clasificados en hoteles de 5 y 4 estrellas, hoteles que pertenecían a una cadena hotelera y hoteles que no, por el número de habitaciones, fueron clasificados en hoteles grandes (aquellos con mas de 200 habitaciones), hoteles medianos (aquellos con más de 100 habitaciones, pero menos de 200) y hoteles chicos (aquellos con menos de 100 habitaciones)

Dado que los puntaje obtenidos en la variable calidad, seguían una distribución normal, se utilizó una prueba estadística de igualdad de medias.

Se realizaron también pruebas de igualdad de medias no paramétricas para probar la si la calidad de los hoteles de 5 y 4 estrellas era la misma, ya que el número de observaciones era pequeño y no se comportaba normalmente, al igual que para probar si los hoteles que pertenecen a una cadena cuentan con una mejor calidad que aquellos que no pertenecen.

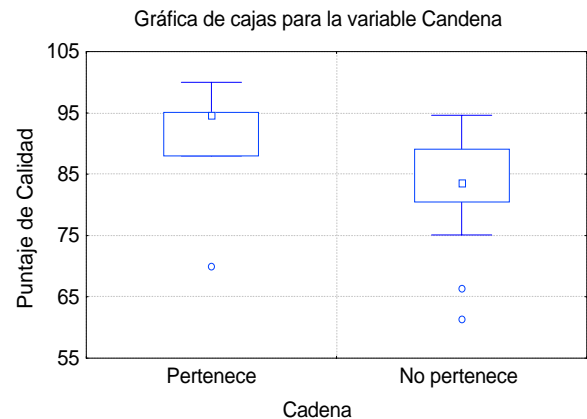
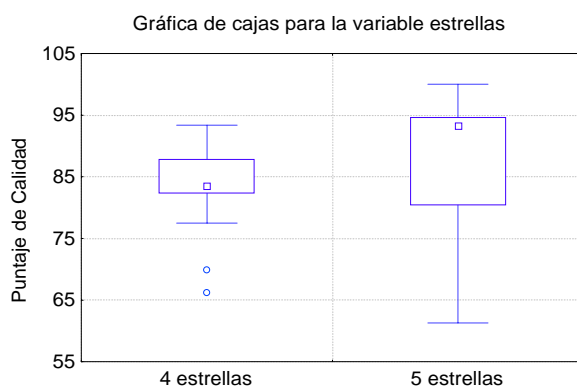
---

\* Agradecimiento al Ing. Agustín Baez por permitirnos utilizar sus datos

Para conocer si existían diferencias significativas entre los hoteles grandes, medianos y chicos, se realizó una análisis de varianza.

Se clasificaron a los 32 hoteles de acuerdo a su nivel de calidad dividiéndose en dos grandes grupos aquellos que contaban con calidad y aquellos que no, se investigó entonces si existía una relación significativa , entre la calidad de los hoteles y la cantidad de estrellas, la calidad de los hoteles y la pertenencia a una cadena hotelera , la calidad de los hoteles y el tamaño del hotel, utilizando una prueba ji-cuadrada.

## Presentación de resultados



## Conclusiones

Los resultados, son que con una probabilidad de .000001 de cometer el error tipo I, hay evidencia estadística para pensar que los puntajes de calidad de los hoteles de Mazatlán están por debajo de los 90 puntos, lo que significa que no cuenta con un sistema de calidad óptimo.

Con una probabilidad de cometer el error tipo I de 0.43, el puntaje obtenido por los hoteles de 5 estrellas es el mismo que el obtenido por los hoteles de 4 estrellas.

Con una probabilidad de cometer el error tipo I de 0.54, no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula, por lo que hay evidencia para pensar que los hoteles que pertenecen a una cadena hotelera tienen una mayor calidad que aquellos que no pertenecen.

**Datos generales de los autores**

Yohaina Haaz Melgarejo  
Maestría en Estadística Aplicada  
[Yohaina@itesm.mx](mailto:Yohaina@itesm.mx)  
Cel. 04481 84-60-52-37

Lic. Diana del Callejo Canal  
Maestría en Estadística Aplicada  
[dianadelcallejo@itesm.mx](mailto:dianadelcallejo@itesm.mx)  
Cel. 04481 81-84-29-71

**Datos generales del aval**

Dr. Christian Garrigoux  
Departamento de Matemáticas  
[christian.garrigoux@itesm.mx](mailto:christian.garrigoux@itesm.mx)  
Aulas VII-230

# **POSTERS**

**Área: Ciencias Exactas y Naturales**

**Coordinador de área: Mtro. Ricardo Ojeda De la Cruz**

# **Inyectando vida a la Matemática a través de la visualización: La misión del siglo.**

David Warren Ruíz Márquez  
Centro de Innovación Educativa  
Campus Ciudad de México

## **Descripción del proyecto**

El presente proyecto forma parte del trabajo de investigación que actualmente llevo a cabo en el doctorado en Educación Matemática en el CICATA (Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada) y el CINESTAV del IPN.

Este proyecto trata de caracterizar el uso de la Tecnología Educativa en la enseñanza de las Matemáticas, entendiendo por Tecnología Educativa, no solamente los implementos electrónicos materializados en computadoras, scanners, modems, proyectores, etc., o un software específico, sino también los resultados de la aplicación de las teorías del aprendizaje a través de técnicas didácticas como el aprendizaje basado en problemas, el trabajo grupal, y el diseño instruccional de los cursos, con un enfoque constructivista.

En el caso concreto de éste poster, pretendo mostrar cómo he usado estas ideas en un Seminario sobre el uso de la tecnología en la enseñanza de las Matemáticas con alumnos de Maestría que están completamente en línea. En él participan alumnos de Argentina, Chile, Uruguay y México.



## **Análisis y generación de haces ópticos rotantes no difractivos**

Ing. Carlos López Mariscal. *Centro de Óptica, ITESM, Campus Monterrey*  
8328-4184

clmariscal@itesm.mx

Dr. Julio César Gutiérrez Vega. *Departamento de Física, ITESM Campus*  
Monterrey

8358-2000 Ext. 4631

juliocesar@itesm.mx

### **1. Descripción del proyecto**

En este trabajo reportamos el análisis y la generación en el laboratorio de haces ópticos rotantes que no presentan difracción al propagarse. Como primera etapa se generan haces de luz cuyo perfil transversal de intensidad es constante mientras viaja en el espacio (haces invariantes). Una vez lograda la generación se busca hacer interferir dos haces de este tipo. Se busca que uno de los haces generados tenga un patrón de intensidad rotado 90 grados, en un plano transversal a la propagación, con respecto del segundo haz. Finalmente, se observan los patrones de interferencia que resultan de este experimento y se hace interferir a su vez el haz resultante del experimento anterior con ondas planas y con ondas esféricas. Los resultados se comparan con el trabajo teórico existente y con avances originales.

### **2. Metodología**

Para la generación de los haces invariantes primarios, se fabrican rejillas de difracción utilizando medios fotolitográficos. También se fabrican rejillas de fase experimentales con la ayuda de técnicas de microscopía óptica tradicionales. Estos elementos se integran en el camino óptico de las áreas de prueba de un interferómetro de Mach-Zehnder para modificar los haces de prueba. Dichos haces serán generados con la luz coherente de una fuente láser de He-Ne de baja potencia. En uno de los haces invariantes se introduce un desfase espacial relativo del patrón de intensidad por medio de la posición relativa de la rejilla de fase correspondiente.

Los patrones de interferencia así obtenidos son analizados por medio de una cámara de CCD y digitalizados en archivos computacionales. La distribución espacial de potencia óptica se compara con las funciones de irradiancia calculadas teóricamente. Adicionalmente, el haz invariante resultante se hace interferir con una onda plana de la misma longitud de onda por medio de un divisor de haz y una segunda fuente de luz láser idéntica a la primera. El objetivo es obtener un haz de luz cuyo patrón de intensidades presente un desplazamiento angular en el plano transversal a la dirección de propagación.

Se analiza mediante la cámara el patrón de interferencia resultante y el desplazamiento del mismo a lo largo de una distancia de propagación fija. El proceso se repite con una onda esférica también de una segunda fuente de luz.

### **3. Presentación del resultado**

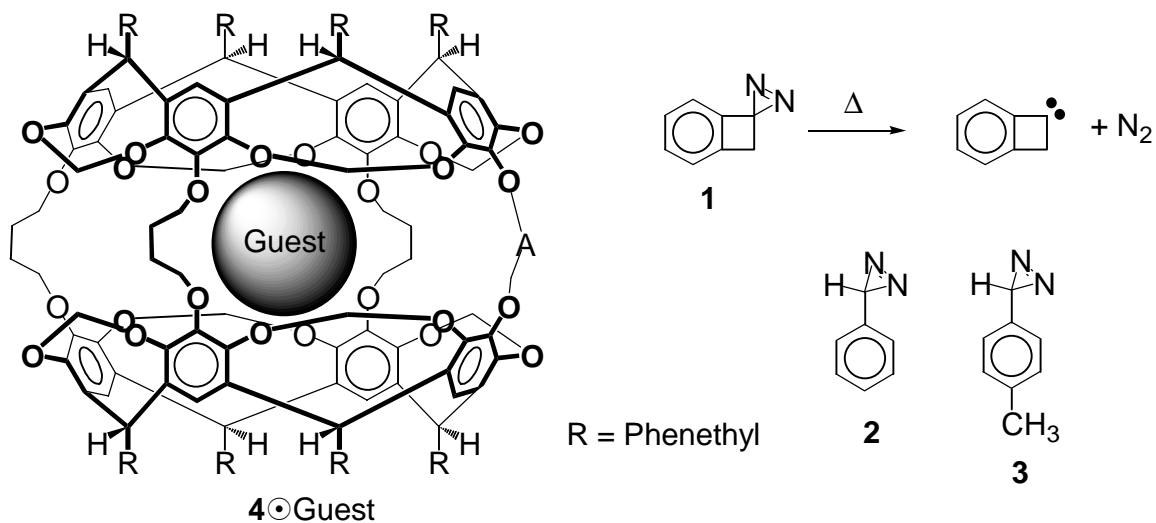
Los patrones, ya sean de fuentes digitales o impresiones fotográficas, resultantes de la interferencia de los haces invariantes primarios, así como de los haces rotacionales, serán comparados de forma directa con la función o serie de funciones espaciales que representan la irradiancia del campo eléctrico en una longitud de propagación a la salida del interferómetro. Las formas funcionales de la intensidad con respecto a la posición resultan de la simulación computacional de las expresiones analíticas obtenidas previamente.

### **4. Conclusiones generales**

La generación e interacción de haces láser invariantes en el laboratorio presenta las dificultades experimentales típicas del trabajo con luz coherente. La importancia, sin embargo, de las aplicaciones potenciales de esta clase de luz justifica su complicada observación. Específicamente, la posibilidad de obtener intercambios controlados de momento angular y de energía radiativa a escalas atómicas, es *per se* motivación suficiente para emprender desarrollos futuros de mayor alcance. Ejemplos de aplicaciones que se verían beneficiadas de la exitosa implementación de haces con distribuciones de intensidad rotantes son el atrapamiento y el enfriamiento de átomos por láser.

## Rate Acceleration Through Dispersion Interactions: Insight into the Effect of a Hemicarcerand on the Transition State of Inner Phase Aryldiazirine Decompositions

Molecular container compounds are spherical, hollow molecules with an inner cavity (the inner phase) that allows for the accommodation of a single molecule with appropriate size and shape. The ability to fully encapsulate a guest molecule and to prevent the physical contact or a reaction with bulk phase components that are too large to enter the inner phase, allows one to address very fundamental questions important to physical and structural organic chemistry and biochemistry. We are particularly interested in the question of how the surrounding host modulates the reactivity of an encapsulated guest molecule as compared to other bulk phases. As an example, we have studied the thermolysis of various aryldiazirines, **1-3** in the inner phase of hemicarcerand **4**. As compared to the bulk phase, the rate of the thermolysis of these diazirines strongly changes upon incarceration. These observations are discussed in terms of the unusual properties of the inner phase (polarizability-anisotropy) and the guest's inner phase orientation and space occupancy.



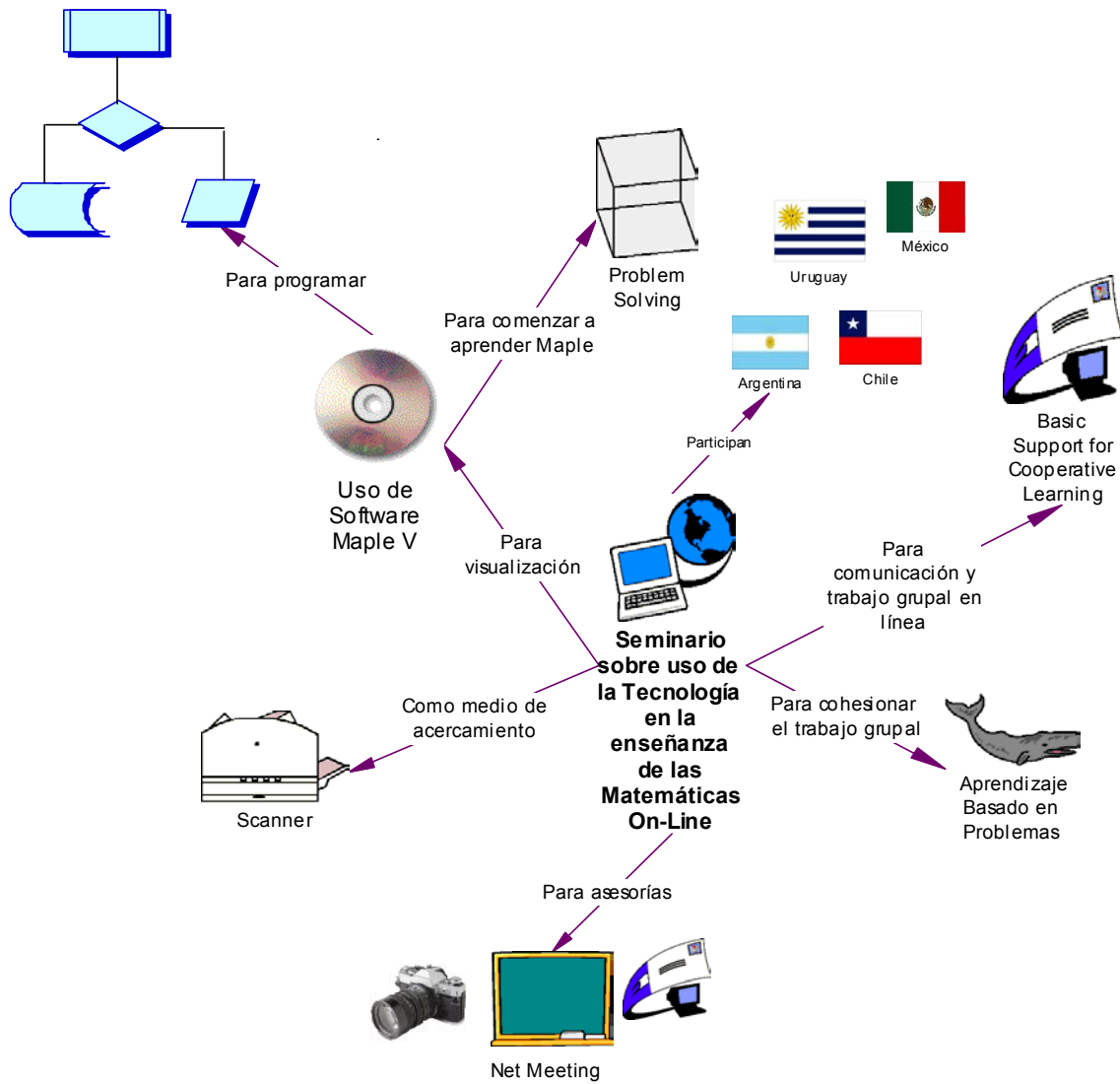
## **ELECTRODEPOSICIÓN DE PARTÍCULAS DE PLATINO SOBRE UN ELECTRODO DE SILICIO TIPO P**

Víctor Agmo Hernández y Marcelo Videavargas  
Departamento de Química ITESM Campus Monterrey  
Monterrey, N.L. 64849 México

Se realizó una investigación exploratoria sobre las condiciones necesarias para lograr satisfactoriamente la electrodeposición de partículas de Platino de tamaño microscópico (0.5 a 5  $\mu\text{m}$ ) sobre Silicio tipo *p*. Mediante el diseño y análisis de una serie de experimentos, en los que una corriente controlada se hace pasar a través de un electrodo de Silicio, se estableció un protocolo de operación, identificándose como principales factores que determinan los resultados: la concentración de la solución, el contacto semiconductor-metal y la densidad de corriente. Se estudió también la reacción de evolución del hidrógeno (HER) como herramienta de detección y caracterización de los electrodeósitos de platino obtenidos.

Los resultados obtenidos servirán como base de conocimiento para realizar exitosamente la electrodeposición de nanopartículas, que confieren propiedades ideales al Silicio para su uso en celdas fotoelectroquímicas y como electrodos en reacciones de fotoelectrorreducción, procesos de gran relevancia actual, pues tienen la propiedad de convertir la energía solar en energía eléctrica y química, respectivamente.

# MAPA CONCEPTUAL DEL TRABAJO



# CARACTERIZACIÓN DE LA MODULACIÓN DE FASE PARA UNA PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO BASADA EN LOS PRIMEROS ÓRDENES DE DIFRACCIÓN DE UNA REJILLA BINARIA.

Rodrigo Ponce\*, Rodolfo Briones\*, Alfonso Serrano, Victor Arrizón\*\*  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Av. Garza Sada, Monterrey, Nuevo León, México. \*Becarios ITESM-Conacyt \*\*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Apdo. Postal 216, Puebla 72000, Puebla, México.

## Abstrac:

Este trabajo describe un método de caracterización de pantallas de cristal líquido LCD's para determinar los parámetros necesarios para trabajar como un modulador de fase. El método utilizado se basa en la medición de los dos primeros órdenes de difracción. Las aplicaciones de este modulador de fase son variadas y de gran importancia en el procesamiento óptico de información.

**Keyword:** LCDs, Fourier, Matriz de Jones.

## I. INTRODUCCIÓN

En los años recientes las pantallas de cristal líquido (LCDs, por sus siglas en inglés) han sido usadas como moduladores espaciales de luz (SLMs) en el procesamiento de información óptica. Principalmente se modula la intensidad de la luz, conocido como modulación de amplitud. Debido a la birrefringencia del material del cristal líquido, una LCD puede actual como modulador de fase.

Entre las aplicaciones de los moduladores de fase se encuentra generación de kinoformas, síntesis de filtros de fase, generación de hologramas por computadora, modulación compleja, correlación conjunta de contraste de fase, entre otras aplicaciones. Para estas aplicaciones es conveniente obtener una buena caracterización de la modulación de fase en una LCD [1].

## II. MARCO TEÓRICO

Las LCD's son dispositivos electro-ópticos, y la birrefringencia del material permite usarla como un modulador de fase y amplitud. Así ambas modulaciones dependen del voltaje aplicable a cada píxel y de la orientación de los polarizadores de entrada y salida [2].

El cristal líquido de la LCD es del tipo "twisted nematic", el cuál es un medio anisotrópico que puede ser tratado localmente como un cristal uniaxial cuyo eje óptico es paralelo a la dirección de las moléculas. Existe una rotación de las moléculas, las cuáles rotan gradualmente en una forma helicoidal; así el material es inhomogéneo.

El análisis teórico está basado en un modelo simple usado el cálculo de Jones [3], para un material birrefringente y rotado. El resultado es una expresión para la transmitancia de amplitud compleja de la LCD como función del voltaje aplicado para una configuración arbitraria de polarizadores.

El material de cristal líquido por lo regular esta colocado en medio de un polarizador y un analizador, en general haciendo un ángulo  $\phi_1$  y  $\phi_2$  con el eje x. Con la matriz Jones se puede determinar la transmitancia de amplitud y fase de una onda linealmente polarizada a lo largo de la dirección de polarización. Si una LCD será usada en un procesador óptico de información como un modulador de amplitud, es importante que la variación de amplitud no vaya acompañada de una variación de fase. Así mismo, la modulación de fase no debe estar acompañada de una variación de amplitud.

## III. CARACTERIZACIÓN

La metodología usada para la caracterización de la pantalla de cristal líquido, fue propuesta basándose en la descripción de las elipses de polarización provenientes de la teoría de las matrices de Jones. Se llegó a establecer los siguientes pasos:

- 1).-Encontrar el eje director, mediante la observación de la máxima extinción de la luz de entrada.
- 2).- Se encuentra la configuración del modo de modulación de fase: se despliega en la LCD un único nivel de gris para todos los pixeles (Voltaje). Variamos este voltaje desde el nivel 0 hasta el nivel 255, midiendo la transmitancia. Se ajustan el polarizador y el analizador para tener una transmitancia constante con mínimos descensos.

3).- Se implementó una rejilla en la LCD con dos niveles de valores 0 y L con un período de 5 pixeles. Los valores de L varían para medir los cambios relativos de fase de la LCD con respecto al nivel 0.

Considerando la distribución de amplitud y fase de la rejilla como:



Y  $\phi(x)$  es la fase de la franja más oscura. Ahora la función de la rejilla se puede modelar como:



La rejilla es iluminada con luz láser monocromática, dentro de un procesador óptico de Fourier. En la salida del sistema vamos a tener un espectro de la transformada de Fourier en intensidad de la forma de una sinc.

Nos va a interesar encontrar los valores de intensidad del orden cero y uno de esta función sinc. Con una cámara CCD, digitalizamos el espectro de Fourier y hacemos una integral para conocer  $I_0$  e  $I_1$ , las intensidades respectivas.

Computacionalmente obtenemos la visibilidad del espectro con las intensidades de la forma:



Este cálculo de la visibilidad se debe realizar con variando el nivel de gris de las franjas, dejando fijo el valor de gris del fondo en un valor cero. Por lo tanto debemos medir la potencia transmitida por cada nivel de gris, en la práctica se toleran caídas en algunas regiones del espectro de gris. Esta transmitancia se utilizar en cada paso para calcular la fase del nivel de gris correspondiente mediante la ecuación:



De donde  $n$  es el nivel de gris que vamos a medir,  $T_1$  es la transmitancia del nivel 0, y  $T_n$  la transmitancia del valor del nivel de gris. Con un barrido en toda la gama de gris podemos obtener una curva de la fase de la pantalla LCD.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados presentados aquí son los realizados en una LCD twisted nematic, con luz láser de Argón, línea verde (longitud de onda

532nm ). Su eje director es de  $141^\circ$ , y la mejor configuración de polarizador-analizador, fue de  $110^\circ$  y  $71^\circ$ .

Como primer paso se obtuvieron los valores de la potencia transmitida por cada nivel de gris. La transmitancia se esperaba que fuera lo más uniforme, sin embargo se obtuvo una caída del 50% del valor máximo. No obstante la caída de la transmitancia, se conservó la simétrica en todo el barrido de los niveles de grises, se midieron valores similares los valores extremos.

La fase de la LCD para esta pantalla para la longitud de onda es de  $1.909\pi$ . Podemos considerar que con una línea azul del láser de Argón (longitud de onda mayor) obtendremos valores de fase de  $2\pi$ , sin embargo se espera una caída considerable en la transmitancia.

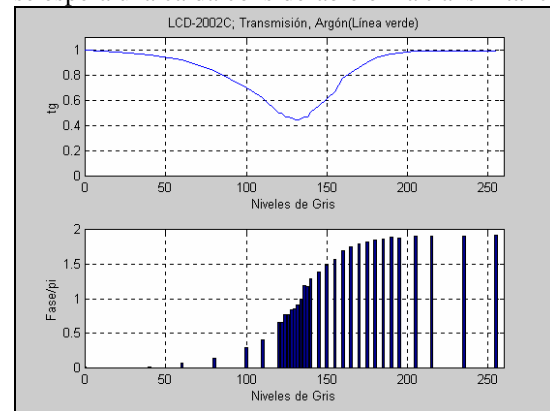


Fig. 3.- Fase y transmitancia de la LCD para los diferentes niveles de gris.

#### V.- CONCLUSIONES

La caracterización de la LCD para trabajar como un modulador de fase es de gran importancia, dadas las múltiples aplicaciones de los moduladores de fase. El método de caracterización es confiable, fácil de implementar y perfectible. En los resultados se alcanzó una diferencia de fase mayor conforme la longitud de onda se reduce, sin embargo la amplitud varía más significativamente. Esto nos lleva a considerar nuevos diseños de LCD, para evitar estas caídas de amplitud conforme se tienen longitudes de onda menores.

#### VI. REFERENCIAS

[1] A. Serrano-Heredia, G. Lu, P. Purwosumarto, Francis T.S.Yu, "Measurement of the phase modulation in liquid crystal television based on the fractional-Talbot effect" Opt. Eng. 35(9) 2680-2684 (1996)  
 [2] V. Arrizón, A. Serrano-Heredia, Luis A. González-López, J.G. Ibarra "Measurement of the phase modulation in liquid crystal displays based on properties of blaze gratings". Memorias del SOMI-XII p. 472-476 octubre 1998.  
 [3] K. Lu, Bahaa E.A. Saleh, "Theory and design of the liquid crystal TV as an optical spatial phase modulator" Optical Engineering 29(3) 240-246 (1990)

## **Dendrímeros en la Química Supramolecular:**

### **Síntesis, caracterización y posibles aplicaciones de Poliamidoaminas Dendríticas**

Han pasado apenas 17 años desde que George Newkome y Donald Tomalia desarrollaron métodos distintos para sintetizar polímeros ramificados complejos y multigeneracionales, precedidos en la década de los 40's por Paul Flory, premio Nóbel de Química en 1974. Hoy en día la investigación química dedica gran parte de sus esfuerzos a estos nuevos materiales y nanotecnologías con un gran potencial en infinidad de áreas, que van desde agentes transportadores de fármacos y cristales líquidos hasta agentes de transferencia de carga e imitadores de la fotosíntesis; inclusive se han utilizado para generar moléculas artificiales de hemoglobina, pero su mayor aplicación se encuentra como agentes catalíticos. Los polímeros ramificados en estrella ("starburst") o de estrella densa pertenecen a una de las áreas de mayor estudio en la química de polímeros y de la química supramolecular. Estos polímeros exhiben una arquitectura molecular regular de simetría radial. Estas moléculas simétricamente radiales se caracterizan por tener una estructura de ramificación dendrítica por ello se les conoce comúnmente como *dendrímeros*<sup>1</sup>. A pesar del reciente descubrimiento de estos compuestos, su avance ha sido agigantado y en este proyecto se presenta una propuesta de síntesis química y caracterización de dendrímeros.

Se sintetizaron dendrímeros a base de poliamidoamina (PAMAM) utilizando monoetanolamina, acrilato de metilo y etilendiamina, con y sin protección (Generación 0 y Generación 2.5 respectivamente) mediante un grupo *tert*-butilo. Se comprobó también la presencia del producto de síntesis mediante caracterización realizada con



espectroscopia infrarroja (FT-IR) para el análisis de grupos funcionales y Microscopía Óptica de Alta Resolución para un estudio morfológico de superficie. El rendimiento para el dendrímero protegido fue de 25% y se obtuvo un precipitado blanco. El dendrímero sin protección obtenido no fue purificado y se obtuvo una resina y producto disuelto en metanol. Este proyecto establece las bases para la síntesis de dendrímeros de mayores generaciones (hasta 8) con recomendaciones para los pasos de purificación, aislamiento y posteriores aplicaciones, una vez se obtenga un dendrímero de mayor tamaño (Generación 4 en adelante).

---

<sup>1</sup> Tomalia, D. A., A. M. Naylor y W. A. Goddard. "Starburst Dendrimers: Molecular-Level Control of Size, Shape, Surface Chemistry, Topology and Flexibility from Atoms to Macroscopic Matter.", *Angewandte Chemie International Edition English* 29, (1990): 138- 175.

### **Datos de los participantes en el proyecto de investigación:**

Nombres:

1. Álvaro José Resines Sierra 768969
2. Emilio Montemayor Saucedo 605233
3. Ramiro Rojas Escontrillas 771624

Correos electrónicos:

1. [al768969@mail.mty.itesm.mx](mailto:al768969@mail.mty.itesm.mx)
2. [al605233@mail.mty.itesm.mx](mailto:al605233@mail.mty.itesm.mx)
3. [a00771624@itesm.mx](mailto:a00771624@itesm.mx)

Teléfonos:

1. N/A
2. Celular: 0448182524828
3. Casa: 83349047 / 83944497

## ***Determinación de Conformaciones Estables en Dendrímeros Poliamina Conteniendo Base Libre de Porfirina y Zn-Porfirina.***

---

Colin Reese<sup>a</sup>, Julio Palma<sup>b</sup>, Adrian Roitberg<sup>c</sup> y Jeffrey Krause<sup>c</sup>.

<sup>a</sup>Department of Chemical Engineering , University of Washington.

<sup>b</sup>Departamento de Química, ITESM Campus Monterrey.

<sup>c</sup>Quantum Theory Project, University of Florida.

### **Introducción.**

Los Dendrímeros son macromoléculas sintetizadas o manufacturadas artificialmente construidas a partir de unidades ramificadas llamadas monómeros. Cada dendrímero consiste de una región central o grupo base con grupos funcionales de donde emanen las ramificaciones<sup>1</sup>. El grupo central es nombrado generación 0, y cada unidad que se repite a través de las ramificaciones forma una nueva generación hasta llegar en algunos casos a un grupo terminal<sup>2</sup>.

El estudio de dendrímeros empieza a ser de gran interés por ya que son moléculas que prometen tener gran futuro en el ámbito de la nanotecnología además de que pueden actuar como embudos de energía, colectores y amplificadores de luz y como imitadores de biomoléculas.

### **Atecendentes.**

En Julio del 2001 se trabajó con Dendrímeros Poliamina Conteniendo Base Libre de Porfirina y Zn-Porfirina con grupos terminales Etilos y Antraquinonas. Se pretendía imitar la reacción de transferencia de electrones que ocurre en la fotosíntesis encontrando que aquellos dendrímeros que contenían Antraquinonas como grupos terminales, presentaban una mayor constante de velocidad de reacción de transferencia de electrones, del grupo terminal al grupo central y/o viceversa<sup>3</sup>, sin embargo, no se podía determinar la forma en la que se llevaba a cabo.

### **Descripción del proyecto.**

Determinar por medio de Dinámica Molecular (Química Computacional) las conformaciones estables de los Dendrímeros Poliamina Conteniendo Base Libre-Porfirina y Zn-Porfirina para dar la explicación de la reacción de transferencia de electrones, teniendo como hipótesis que ésta puede llevarse a cabo vía enlaces o a través del espacio.

---

<sup>1</sup> [http://whatis.techtarget.com/definition/0,,sid9\\_gci515363,00.html](http://whatis.techtarget.com/definition/0,,sid9_gci515363,00.html)

<sup>2</sup> [http://kyky.essortment.com/whatisdendrime\\_rsnz.htm](http://kyky.essortment.com/whatisdendrime_rsnz.htm)

<sup>3</sup> RAJESH, et. al. Photoinduced Electron-Transfer within Free Base and Zinc Porphyrin Containing Polyamide Dendrimers. J. Phys. Chem. B 2001, 105, 10175 – 10188.

## **Metodología.**

Construcción de los Dendrímeros Poliamina Conteniendo Base Libre-Porfirina y Zn-Porfirina en sus tres primeras generaciones y posteriormente hacer una traducción de los archivos para poder llevar a cabo la simulación. Obtener un "Field File" el cuál es un archivo que contiene los parámetros Fisicoquímicos del potencial en el que se basará esta investigación los cuales son esenciales para la simulación computacional.

Llevar a cabo la dinámica molecular (simulación computacional) la cual consiste en tres partes: relajación de la molécula, estabilización y libertad de comportamiento.

Finalmente se realizará un análisis de los datos obtenidos.

## **Resultados Obtenidos.**

En ambos Dendrímeros trabajado y en todas sus generaciones se observó que las Antraquinonas (grupo terminar) se traslapa al grupo central (Porfirina libre y con Zinc) llegando en algunos tiempos a menos de 5 Å de distancia y con un ángulo muy cercano a las 0°. Se encontró que la primera generación es donde más Antraquinonas llegan a traslaparse seguida de la segunda y finalmente la tercera. Además de que existe una fuerte atracción entre Antraquinona – Grupo central también existe una atracción Antraquinona – Antraquinona. Finalmente se observa que la atracción Antraquinona – Grupo Central es más fuerte en el dendrímero que contiene Porfirina libre.

## **Conclusiones.**

Se comprueba que la reacción de transferencia de electrones en los Dendrímeros Poliamina Conteniendo Base Libre de Porfirina y Zn-Porfirina se lleva a cabo a través del espacio debido a la fuerte atracción existe entre los grupos terminales y el grupo central, haciendo que las ramificaciones se doblen para poder obtener un impresionante acercamiento entre ellos. Esta atracción se da de una manera casi paralela entre los planos que forma la Antraquinona y la Porfirina, y al encontrarse Zinc en una familia de Dendrímeros la Porfirina pierde su forma plana formando un punto silla y haciendo que disminuya la interacción Antraquinona – Grupo centra, por lo tanto la reacción de transferencia de electrones es ligeramente más lenta que cuando se tiene una Porfirina libre.

# ESTUDIO DEL FENÓMENO DE DISOLUCIÓN DE MOLIBDENO POR SALES FÉRRICAS EN FILAMENTOS DE TUNGSTENO

Emilio Montemayor Saucedo  
Ing. Francisco Manuel Vargas Arreola  
Dr. Bernard Jean-Marie Micheli Masson

La disolución de soportes de molibdeno en filamentos de tungsteno a nivel industrial utiliza ácido nítrico y sulfúrico<sup>1</sup> o bien una nueva tecnología en base a peróxido de hidrógeno y sales férricas<sup>2</sup>. La última representando un mayor costo económico pero de menor impacto ambiental al eliminarse los óxidos de nitrógeno, precursores de la lluvia ácida. Una nueva tecnología propone el uso de sales férricas en medio ácido para el tratamiento de molibdeno con ventajas significativas en costos, seguridad y materia ambiental<sup>3</sup>.

La presente investigación ofrece una optimización del método de disolución y propone dos métodos analíticos prácticos, precisos y baratos para la cuantificación de molibdeno. El primero es un método indirecto de espectrofotometría UV-Vis que se basa en la generación de una especie de Mo (V) colorida para su cuantificación teniendo como ventajas la eliminación de interferencias de otros cationes metálicos. La segunda es la potenciometría redox que se basa en la cuantificación de ion ferroso generado como producto de la reacción de oxidación del molibdeno metálico.

Mediante el uso de dichos métodos se analizan las variaciones de concentraciones de reactivos y productos con respecto al tiempo y se determina el estado de oxidación final del molibdeno, la reacción global y el mecanismo de reacción. Además, la cinética de disolución heterogénea del soporte de molibdeno en base a la concentración de ion férrico y el área disponible de dicho soporte es también determinada a distintas temperaturas. La validación de este modelo es presentado así como los valores cinéticos que permitirían el escalamiento a un nivel industrial. Finalmente, se presentan micrografías que permiten comparar de manera visual la eficiencia y selectividad del proceso.

En conclusión, las técnicas analíticas elaboradas representan una forma alterna de bajo costo para la cuantificación de molibdeno en distintos sistemas. Además, los resultados obtenidos permiten la comprensión del fenómeno de disolución de molibdeno mediante sales férricas que puede ser utilizado en el escalamiento de un proceso más ecológico, seguro y barato para la industria de la luz incandescente.

---

<sup>1</sup> Van Liempt, 1926.

<sup>2</sup> Vadasdi, et al. "Process for selective dissolution of molybdenum in the presence of tungsten". Patente #4405571, 1983

<sup>3</sup> Vargas, F. "Síntesis de un proceso ecoeficiente para la remoción del molibdeno en la elaboración de filamentos para lámparas incandescentes", 2002.

# PREPARACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SACÁRIDOS VÍTREOS PARA SU POSIBLE USO COMO PRESERVADORES DE BIOMOLÉCULAS

Jesús E. Huacuja Sánchez  
Dra. Luz Ma. Martínez Calderón

La producción de vidrios derivados de sacáridos es importante ya que han mostrado su efectividad como materiales útiles en la preservación de fármacos y alimentos(1). La transición vítrea ( $T_g$ ) y la viscosidad son factores importantes para la estabilidad del sacárido o mezcla de estos como preservante. De acuerdo con la clasificación propuesta por Angell, en un vidrio existe una dependencia entre la temperatura ( $T_g/T$ ) y la viscosidad de manera que presente un comportamiento de tipo Arrhenius, con lo que se forma un líquido “fuerte” que proporcionaría una matriz vítrea muy estable (2). Ante esto la investigación a realizar se dedicará a reconocer las formulaciones de carbohidratos que presenten las propiedades mencionadas y para ello se recurrirá a métodos de caracterización termoquímica como el análisis térmico diferencial (DTA) y termomecánica como la medición de viscosidad.

En el presente trabajo se produjeron vidrios de sacáridos puros y de mezclas entre éstos para evaluar las propiedades mencionadas anteriormente. Los compuestos usados en la preparación de vidrios fueron sacarosa, lactosa, rafinosa y polivinilpirrolidona. Se implementaron dos métodos de preparación: para los vidrios de sacarosa y rafinosa se recurrió a la fusión directa de estos sacáridos, y en el caso de la sacarosa pura se hizo bajo atmósfera de nitrógeno. Para los vidrios preparados a partir de mezclas se recurrió a la solubilización de la sacarosa en agua y luego se agregaron los demás sacáridos, para luego saturar la solución por evaporación de agua. Finalmente estas mezclas se sometieron a tratamiento en horno de vacío con una reducción de presión de 25 pulgadas de Hg y una temperatura no mayor a 110°C, por lo menos durante seis horas. En el caso del vidrio preparado a partir de sacarosa y polivinilpirrolidona

se recurrió primero a la solubilización de la polivinilpirrolidona y luego se agregó la sacarosa.

Se utilizó un equipo de análisis térmico diferencial (DTA), construido como parte del proyecto, para medir las temperaturas de transición vítrea ( $T_g$ ) de estos vidrios. En este dispositivo se grafican la diferencia de temperatura entre una referencia, en este caso alúmina, contra la del vidrio cuando a las dos sustancias se les aplica calentamiento controlado a una razón de  $10 \text{ K min}^{-1}$ . De esta manera se conocieron las transiciones vítreas de cada una de las muestras hechas.

Para la viscosidad se utilizó un viscosímetro digital marca Haake en el que se colocaron las muestras de vidrios de sacáridos a diferentes temperaturas por encima de la transición vítrea. Se hizo una correlación entre transición vítrea y viscosidad para determinar la fragilidad de los vidrios.

Para probar la capacidad como preservantes de moléculas biológicas se introdujo a los vidrios la enzima amilglucosidasa. Esto se hizo pulverizando los vidrios que se tenían y mezclándolos en una proporción 10:1 con respecto a una solución amortiguadora de acetato donde se tenía conservada a la enzima. La medición de la actividad de la enzima se hizo por medio de la incubación de esta por 2 horas en presencia de la dextrina AMIDEX 20 (Arancia Corn Products, México) y luego se obtuvo la cantidad de azúcares reductores producidos, precipitándolos con reactivo de Fehling (tartrato de cobre alcalino) y midiendo la cantidad de cobre que consumían en la precipitación. Se hizo una evaluación de una semana en el tiempo de preservación de la enzima de los vidrios para ver si estos la habían conservado efectivamente.

Con los resultados de caracterización obtenidos se caracterizó la estabilidad térmica y mecánica de los materiales vítreos preparados y su capacidad para preservar biomoléculas.

#### Referencias:

- (1) Crystall, B. *New Scientist*. Marzo 1997, p.24-27.
- (2) Angell. C. "Formation of glasses from liquids and biopolymers". *Science*. Vol. 267 (1995), p. 1922 – 23.

## Descripción del proyecto

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar la copigmentación intermolecular como una estrategia de estabilización de antocianinas y AA en sistemas de jugo de fresa adicionados con distintos compuestos fenólicos de romero (*Rosmarinus officinalis*), salvia (*Salvia officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaricus*) y calcio .

## Material y Métodos

Se realizó la extracción de tres fuentes naturales de fenólicos obtenidos comercialmente por medio de un proceso de extracción exhaustiva de la biomasa. Los extractos de tomillo, romero y salvia extracto se filtraron y se purificaron por medio de una columna cromatográfica de microextracción en fase sólida (Sep-Pak C18).

El jugo de fresa (*Fragaria ananassa*) que se utilizó en la elaboración de los sistemas de copigmentación se obtuvo de la trituración de fresas sin presencia de agua, y el extracto de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) por lixiviación en agua caliente a 90°C. El contenido de antocianinas monoméricas en ambos extractos fue determinado por el método de pH diferencial descrito por Wrolstad (1976), y expresado en equivalentes de malvidina-3-glucósida (coeficiente de extinción de 280000 L cm<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, peso molecular 493.5 g/mol).

Utilizando las concentraciones de antocianinas totales en ambas fuentes de pigmentos (fresa y jamaica) y de fenólicos totales en los extractos de especies, se calcularon las relaciones molares de pigmento copigmento de 0, 100, 200, 300 y 400. Además se llevó a cabo una copigmentación con cloruro de calcio con niveles de 25, 50, 75 y 100. Los sistemas de copigmentación se evaluaron espectrofotométricamente utilizando ensayos establecidos para la caracterización de antocianinas. El porcentaje de antocianinas poliméricas fue determinado de acuerdo a Wrolstad (1976)

se determinaron los cambios en longitud de onda máxima (batocrómico) y absorbancia máxima (hipercrómico) de los sistemas de copigmentación. Las características de color instrumental CIE de luminosidad (L), vividez (Chroma) y ángulo del color (Hue) se midieron con un colorímetro MINOLTA (Serie R-300, Japón), en sistemas ajustados a 2° Brix (Wrolstad 2002).

Una vez optimizada la copigmentación con los diferentes niveles de compuestos fenólicos, se seleccionó una relación molar de 200 para la evaluación de su estabilidad. Los sistemas de jugo fresa se elaboraron utilizando un diseño factorial incluyendo todas las posibles combinaciones entre los factores experimentales. Se utilizaron tres tipos de compuestos fenólicos en presencia de AA (450 mg/L) y se utilizó el calcio (600 mg/L) como un factor adicional. Los sistemas se ajustaron a 8mL con una solución de buffer citrato (pH 3.5) y a 8° Brix. Los sistemas se pasteurizaron a 80°C durante 40 segundos y se almacenaron bajo condiciones de vida de anaquel acelerada a 30°C. Los sistemas de jugo de fresa se ajustaron a un volumen de 8mL por muestra. Los parámetros de estabilidad química fueron evaluados en muestras sin procesar y los 0, 3, 6 y 9 días de almacenamiento.

La cuantificación del ácido L-ascórbico (L-AA) y ácido ascórbico total (TAA) se llevó a cabo por HPLC en fase reversa con las modificaciones adecuadas al método descrito por Gokmen (2000). Se utilizó una columna Nova Pak C-18 (3.9X150 mm) La fase móvil utilizada fue KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (0.2M y pH 2.4) con flujo 0.5 mL/min y utilizando un detector de UV/VIS a 254 nm. Las muestras se pasaron por una columna Sep-Pak C-18 para remover los compuestos fenólicos y que no interfirieran en el análisis. 1mL de muestra colectado se pasó por un filtro de 0.45µm. A cada muestra filtrada se le agregaron 100µL de Ditiotreititol

(DTT) filtrado por 0.45 $\mu$ m para hacer la conversión de ácido deshidroascórbico en ascórbico y hacer la cuantificación de ácido ascórbico total

El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño factorial completo de 5x2x5 que incluyó cuatro cofactores (tomillo, romero, salvia y calcio) evaluados en presencia y ausencia del ácido ascórbico y muestreados en cuatro tiempos de almacenamiento. Todos los tratamientos y análisis se llevaron a cabo por triplicado. Se llevó a cabo el análisis de varianza utilizando el paquete estadístico JMP Versión 5, realizando la separación de medias de por el método de LSD test ( $P < 0.05$ ).

### **Resultados**

La adición de compuestos fenólicos tuvo un efecto significativo sobre las propiedades espectrales de ambos extractos, mostrando diferentes respuestas en función del tipo de cofactor utilizado. Los incrementos hipercrómicos en los diferentes sistemas de fresa y jamaica mostraron aumentos en el rango de 30-40% con respecto a un control sin copigmento para las relaciones molares de 200 y 300, sin mostrar diferencias entre ambos niveles. Los niveles de 300 y 400 mostraron incrementos mucho mayores en el rango de 50-60%, con diferencias significativas respecto de los niveles inferiores. El porcentaje de

El ácido ascórbico (L-AA) y ascórbico total (TAA), no se pudo detectar a los nueve días de su almacenamiento. La degradación del ácido ascórbico sin la presencia de calcio, muestra un comportamiento muy similar para los sistemas con compuestos fenólicos y la antocianina sola indicando que los compuestos fenólicos no disminuyeron la tasa de degradación de la vitamina. Se observó un efecto protector inicial el cual se perdió durante el proceso térmico. El calcio presentó un efecto protector en la tasa de degradación inicial de la antocianina cuando se evaluó como copigmento único. Sin embargo en combinación con los extractos fenólicos no se observó una diferencia notable en la tasa de degradación de la antocianina sola y en presencia de fenólicos y calcio.

### **Conclusiones**

Según las tendencias del estudio se puede observar que la copigmentación intermolecular causa incrementos significativos en los parámetros espectrales y colorimétricos del jugo de fresa y de jamaica. Dichas propiedades colorimétricas pueden mejorar significativamente percepción del color de los jugos y potencialmente enmascarar reacciones de cambios de color no deseables. Sin embargo, se observó que la adición de los copigmentos en forma de extractos fenólicos crudos no disminuyó de manera significativa la tasa de degradación del ácido ascórbico. En el caso del calcio se observó un efecto protector inicial durante los primeros 3 de almacenamiento acelerado, nivelándose la degradación al 6to. Día. Se recomienda evaluar los cambios en las concentraciones de antocianinas a través del tiempo para poder determinar cambios en la tasa de degradación del pigmento y el posible efecto protector/enmascarador del color del sistema.

### **Referencias :**

Mazza, G. and Brouillard, R. (1990). The Mechanism of Co-pigmentation of Anthocyanins in Aqueous Solutions. *Phytochemistry*, 29(4):1087-1102



Wrolstad, R.E. 1976. Color and pigment analysis in fruit products. Bull N° 624.  
Oregon Agricultural Experiment Station, Corvallis , OR.

# Correlador de Transformada Conjunta para el Contraste de Fase

Rodolfo E. Briones R. (ITESM), Edén Figueroa B. (ITESM), Rodrigo Ponce D. (ITESM), Alfonso Serrano H. (ITESM) y David Sánchez (INAOE)

## Introducción

En el Estudio de la óptica de Fourier se han encontrado resultados interesantes y de gran utilidad para realizar ciertas aplicaciones. Entre ellos se encuentra el método de Zernike para contrastar las fases de un objeto de entrada, el cual se utiliza en los microscopios de contraste de fase. Esto se logra mediante un arreglo de implementación complicada, ya que se debe ajustar perfectamente el filtro de Zernike para que los resultados sean visibles.

Otro de los resultados interesantes que se han encontrado es el Correlador de transformada conjunta, el cual es utilizado en reconocimiento de patrones. Este proceso es relativamente fácil de implementar y los resultados obtenidos están directamente relacionados con los patrones de entrada y la correlación existente entre ellos.

Utilizando los resultados del Correlador de Transformada Conjunta podemos aprovechar la facilidad de su implementación para la obtención de los resultados del método de Zernike. En este trabajo se muestran simulaciones de los procesos y la implementación experimental para llevar a cabo dicho proceso que se ha denominado Correlador de Transformada Conjunta para el Contraste de Fase.

## Marco Teórico

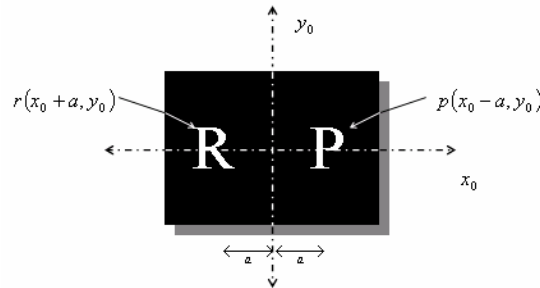


Figura 1 Objeto de Entrada del Correlador de Transformada Conjunta

En el proceso de Correlación de transformada Conjunta para el caso de dos patrones de entrada, se encuentra que en el resultado final del arreglo óptico se realiza la operación de correlación cruzada de los patrones de entrada en el orden uno y menos. Esto se muestra se ve reflejado en el campo de salida que toma la siguiente forma:

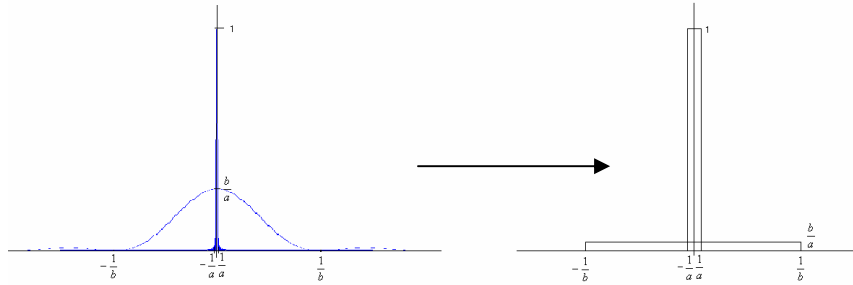
$$U(x, y) = p \otimes p + r \otimes r + (p \otimes r) * \delta(x - 2a, y) + (r \otimes p) * \delta(x + 2a, y)$$

Donde el símbolo  $\otimes$  representa la correlación y  $*$  representa la convolución.

Sabemos que la correlación y la convolución son matemáticamente similares y se aprovecha esto para la viabilidad de nuestro proceso.

El proceso de Zernike se utiliza en microscopios de contraste de fase y consta de filtrar la señal de entrada en el plano de Fourier, es decir, multiplicarla por un filtro justo en el punto en donde se encuentra la transformada de Fourier óptica. Con este filtro que desarrolló Zernike, se permite observar los objetos transparentes es decir que tienen información solo en su fase, por medio de interferencia con otra onda propagada. Traduciéndose en intensidad de luz y de esta forma hacerlos observables a la vista humana.

Para poder juntar estos dos procesos, se crea un Kernel de Convolución. El cual es la transformada del filtro de Zernike y se aproxima a funciones más fáciles de representar para poder lograr su implementación. El resultado de este Kernel de Convolución es:



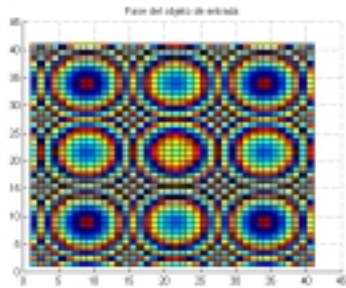
**Figura 2 Aproximación en amplitud del Kernel de Convolución**

Este Kernel de convolución esta representado por:

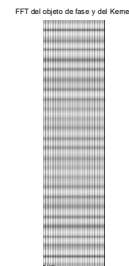
$$K = \text{rect}\left(\frac{av}{2}\right) + \frac{b}{a} \text{rect}\left(\frac{bv}{2}\right) e^{-i\frac{3\pi}{4}}$$

### Resultados

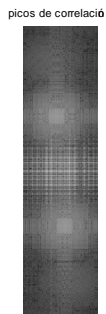
Haciendo la simulación en MATLAB del correlador de transformada conjunta para el caso de dos patrones de entrada, en donde uno de esos patrones es el Kernel de convolución y otra la muestra a analizar. Dicha muestra cuenta con solo información en su fase, es decir que es transparente y su amplitud es uno. Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:



**Figura 3 Objeto puro de Fase**



**Figura 4 FFT de la Muestra y el Kernel**



**Figura 5 Picos de Correlación**



**Figura 6 Orden uno del correlador**

### Conclusiones

Con esto podemos concluir que el correlador de transformada conjunta se puede utilizar como una forma alterna y más sencilla para obtener los resultados de Zernike. Además que es mucho más fácil su implementación y no necesita de ajustes en el plano de Fourier para que los resultados sean favorables.

## **Obtención y caracterización de las betalaínas del betabel**

**Samanta Lemus P., Kira Ninel Corona D., Lizbeth E. Vega O., Yézica González C. Y Saralet Ramos P.**

**ITESM-CQ. Departamento de Agricultura y Tecnología de Alimentos.**

### **Descripción del proyecto**

En la actualidad se está trabajando para disminuir la cantidad de aditivos sintéticos utilizados en los alimentos. Los pigmentos, como las betalaínas, son una excelente opción para sustituir colorantes sintéticos. Las betalaínas se encuentran principalmente en el betabel y dan coloraciones amarillas (betaxantinas 5%) hasta rojas (betaninas 95%). Los usos más importantes están en la manufactura de embutidos y productos cárnicos en general, en helados, gelatinas, postres y sustitutos de carne a base de proteína de soya.

El proyecto tiene como finalidad obtener el extracto de las betalaínas del betabel por medio de diferentes métodos para después valorar con cuál de ellos el pigmento es más estable. Para la extracción se utilizó almidón, carboximetilcelulosa y ácido ascórbico como vehículos de acarreamiento, además de un blanco sin ningún vehículo.

La estabilidad de los pigmentos se ve afectada por la temperatura, los metales, el pH, la presencia de oxígeno y de luz. Con el fin de comparar la estabilidad de las betalaínas ante tales factores se realizaron pruebas modificando el pH, la temperatura y la presencia de luz. Posteriormente se usó un método espectrofotométrico para cuantificar la diferencia de absorbancia que indica el grado de degradación del color.

### **Metodología**

**Extracción:** Eliminar la cáscara y exprimir los betabeles. Filtrar el jugo obtenido y dividir en cuatro partes para hacer la extracción de las betalaínas. Verificar que el pH se encuentre entre 4-7, el cual es el rango de máxima estabilidad.

#### **Obtención del pigmento:**

1. Natural: Depositar aproximadamente 100 ml de jugo de betabel en cápsulas de porcelana y secar en la estufa a 50°C.
2. Ácido ascórbico: Pesar 78.5g de jugo de betabel. Agregar 0.3925g de ácido ascórbico previamente disuelto en agua. Secar la solución en cápsulas de porcelana dentro de la estufa a 50°C.
3. Almidón: Agregar a 90g de jugo de betabel una solución de almidón al 10% y mezclar. Secar en la estufa a 50°C.
4. Carboximetilcelulosa (CMC): A 100 ml de jugo de betabel agregar 30 ml de la solución de CMC previamente preparada (0.25g en 50 ml de agua) y mezclar perfectamente. Secar en la estufa a 50°C.

**Estabilidad:** Hacer una solución al 1% con el colorante y medir pH, verificando que se encuentre entre 4-7. Determinar la longitud de onda de máxima absorción para cada método de extracción y hacer el resto de las mediciones a esa longitud de onda para cada uno. Medir las variaciones de pH y absorbancia de las muestras al haberles aplicado diferentes tratamientos: (1) adición de 0.5ml de ácido acético; (2) adición de 1ml de NaOH 0.1N; (3) calentar hasta 75°C y mantener durante 30min; (4) exponer una muestra a la luz y proteger de la luz otra durante 3 días.

## RESULTADOS

Porcentaje promedio de colorante obtenido en el jugo: 12%

Se realizó un barrido de absorbancia para cada tipo de tratamiento, de lo cual se obtuvo la longitud de onda de máxima absorbancia: a 400nm la natural, a 460nm almidón y CMC, a 520nm la de ácido acético.

	Natural		Cambio de absorb	Ác. ascórbico		Cambio de absorb	Almidón		Cambio de absorb	CMC		Cambio de absorb
	absorbancia	pH		absorbancia	pH		absorbancia	pH		absorbancia	pH	
Inicial	1.480			1.420			0.798			0.766		
Ácido	1.220	1.53	-0.260	0.394	2.14	-1.026	0.526	2.55	-0.272	0.880	2.59	0.114
Básico	1.020	8	-0.460	0.688	8.83	-0.732	0.219	10.03	-0.579	0.380	10.85	-0.386
Calor	0.320	1.74	-1.160	0.356	2.77	-1.064	0.302	4.03	-0.496	0.812	3.1	0.046
Luz	0.292	2.9	-1.188	0.240	2.96	-1.180	0.277	5.47	-0.521	0.270	5.8	-0.496
Oscuridad	0.364	5.47	-1.116	0.390	5.96	-1.030	0.275	5.63	-0.523	0.318	5.82	-0.448

## CONCLUSIONES

Todos los métodos de obtención: con ácido ascórbico, carboximetilcelulosa, almidón y de manera natural, sirven para obtener el colorante de manera segura, ya que el pH se mantiene estable y el secado no lo afecta. Además, todos son solubles en agua. Según el vehículo utilizado para la extracción de las betalaínas, el color de éstas varía entre naranja y rojo. El mejor vehículo resultó ser el ácido ascórbico, pues se conservó el color rojo intenso y fue muy estable.

Las betalaínas no son estables a procesos térmicos, ya que hay un descenso importante en la absorbancia, que en algunos casos resultó ser lo que más las afectaba. Por otro lado, la intensidad del color disminuyó. La luz y el oxígeno también afectan de manera significativa la estabilidad del pigmento, degradando el color. El pH menor a 4 provoca una degradación del pigmento, pero el pH alcalino tiene más influencia sobre la pérdida del color.

Para su utilización en alimentos procesados, se recomienda añadir el colorante después de algún tratamiento térmico para evitar la degradación del color; el

empaque no debe permitir el paso de la luz; se recomienda para alimentos de pH ácido.

**Elaboración de una botana de pescado**  
**Brenda B. Macias R., Josabeth Padilla C., Enid González A. y Erika Hiraiwa S.**  
**ITESM-CQ. Departamento de Agricultura y Tecnología de Alimentos.**

### **Descripción del proyecto**

Se desarrolló una botana con un alto valor proteico, utilizando pescado con la finalidad de incrementar el valor nutricional y harina de maíz como base para mejorar las características sensoriales del producto.

Las proteínas de pescado contienen todos los aminoácidos esenciales, por ello poseen un valor nutritivo muy alto.

Debido a su alto contenido de lisina las proteínas de pescado son muy adecuadas para complementar las dietas a base de maíz que son deficientes en este aminoácido.

Cuando los productos derivados del pescado se transforman y manejan de acuerdo a normas culinarias correctas (cocción, fritura, esterilización, congelación, etc), pueden conservar la gran mayoría de las características nutritivas de los productos originales.

No se encontraron estadísticas del consumo de botanas, sin embargo es sabido que el maíz forma parte de la dieta básica del mexicano y por eso se está proponiendo este producto como alternativa con mejor valor nutritivo.

### **Metodología**

Para la elaboración del preparado de pescado se utilizaron los siguientes componentes; filete de pescado blanco (cazón), sal, azúcar, agua, huevo, vinagre y fécula de maíz; y para la masa de maíz se mezclaron harina de maíz nixtamalizada y agua.

Para el desarrollo del producto se mezcló el preparado de pescado y la harina de maíz en proporciones de 60/40 respectivamente.

La forma de la botana (churritos) se obtuvo por extrusión y posteriormente se sometió a un proceso de fritado con aceite de maíz.

Los saborizantes que se le agregaron al producto fueron queso cheddar y una mezcla de especias con glutamato monosódico. El conservador añadido fue benzoato sódico.

Se hicieron análisis para determinar el contenido de proteína (Método Kjeldahl) , la cantidad de grasa (Soxhlet) y humedad por pérdida de peso.

## **Resultados**

### *Kjeldahl*

Para la mezcla en crudo se obtuvo un porcentaje de proteína de 10.84%; mientras que para la mezcla sometida al tratamiento de frito fue de 10.154%. Esta disminución de proteína se debe a que en la mezcla se incorpora la harina de maíz y cambia la proporción de la cantidad de pescado y a la cantidad de proteína que se desnaturaliza con el frito.

### *Soxhlet*

La determinación de grasa fue realizada únicamente al producto final, el resultado obtenido fue de 18.74 %.

### *Humedad*

Se determinó la humedad del producto final y el resultado fue de 16.37%.

## **Conclusiones**

El consumo de éste producto es una alternativa nutricional para que en vez de consumir cualquier botana convencional, se consuma ésta. Se llegó a esta conclusión porque los resultados arrojados por la prueba de Kjeldahl fueron satisfactorios ya que el nivel de proteína no tuvo una disminución considerable. El contenido de grasa no es elevado comparándolo con una botana convencional y el contenido de humedad permite que el producto tenga una vida de anaquel mayor.

## **Bibliografía**

<http://www.cideiber.com/infopaises/Mexico/Mexico-04-04.html>

Hughes, Christopher. Guía de aditivos. Ed. Acribia. España, 1994.

Ludorff, W. El pescado y los productos de la pesca. Ed. Acribia. España, 1978.

Madrid, A. Juana. El pescado y sus productos derivados. Ed. AMV. España, 1949.

Badui, Salvador. Química de alimentos. Ed. Acribia. México, 1993.



# **POSTERS**

**Área: Ciencias Sociales**

**Coordinador de área: Dr. Freddy Ramón Mariñez  
Navarro**

## **LA POLÍTICA DE LIBRE COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS**

Maestra Cintia Smith. Investigadora del Centro de Estudios de Norteamérica. ITESM, Campus Monterrey.

Este trabajo realiza una revisión de las contradicciones de política comercial de los Estados Unidos a través del estudio detallado de los casos más discutidos en el debate entre librecomercio y proteccionismo.

En los antecedentes se presenta una revisión del debate teórico de los beneficios y los costos del librecomercio para dicho país en términos de hegemonía.

Posteriormente se estudian con detenimiento los casos de la industria del acero, de la industria agrícola, la figura del *trade promotion authority*, el déficit comercial y los estándares de trabajo y medioambientales. Finalmente se llega a la conclusión de que en la medida que los Estados Unidos se tardan más tiempo en definir su política comercial los costos de su contradicción serán cada vez más elevados.

# **POSTERS**

**Área: Desarrollo Regional y Economía**

**Coordinador de área: Dr. Jorge Ibarra Salazar**



## Clínica Empresarial de Arquitectura para IMPRESOS Uyeda agosto-diciembre2002

### Alumnos:

Matricula	Carrera	Nombre
664749	ARQ	Adriana Ramírez
667894	ARQ	Ana Paula Robles
668725	ARQ	Anita Fregoso
664773	ARQ	Carlos Hernández
664705	ARQ	Cony Lupercio
665385	ARQ	Jorge Serrano
664950	ARQ	Sara Tamez
936040	ARQ	Yasser Salomón
665049	IIS	Rafael Piña
664763	LIN	Pedro Arpio

### Líder de Proyecto:

Nómina	Departamento	Nombre
889170	ARQ	M. Arq. René Caro Gómez Profesor del Departamento de Arquitectura, DIA ITESM Campus Guadalajara t. 01 33 3669.3000 ext. 3113 re.caro@itesm.mx

### Descripción del Proyecto:

Impresos Uyeda es una joven y exitosa empresa dedicada al diseño e impresión flexo gráfica de etiquetas para envases, además de la impresión en offset y el bordado en tela. Sus expectativas a corto y mediano plazo contemplan un considerable incremento en sus niveles de producción, lo que deberá traducirse en la ampliación del espacio físico utilizado actualmente, tanto para producción como para actividades administrativas y de servicios.

El proyecto, –desarrollado en el esquema de clínicas empresariales, mediante un equipo multidisciplinario de estudiantes de octavo y noveno semestres de su carrera, coordinados y asesorados por un profesor-líder de proyecto–, surge de la necesidad de dotar a la planta industrial de Impresos Uyeda de más y mejores superficies de trabajo, involucrando la posible utilización del terreno baldío colindante a la planta, así como la reorganización y ampliación de los distintos departamentos de la misma.



## Metodología:

El punto de partida fue analizar el proyecto, –las necesidades y expectativas del cliente, el estado de las instalaciones físicas con las que se cuentan, etc. – desde distintos escenarios que contemplan niveles de actuación específicos para cada momento y circunstancia en particular; es decir, se plantea un proyecto arquitectónico flexible, a ejecutarse en distintas etapas.

El desarrollo del proyecto se organizó en tres fases bien definidas:

- a) Investigación-análisis de la información.
- b) Elaboración de propuestas.
- c) Presentación y revisión de las propuestas.

Con este fin, se formaron subequipos de acuerdo a la organización interna de la planta y a las necesidades planteadas por la empresa. Estos equipos fueron responsables de cumplir con los objetivos de cada etapa así como de incorporar los resultados a la propuesta general.

## Resultados:

El proyecto arquitectónico que se presentó a Impresos Uyeda consiste en una serie de acciones que podrán ejecutarse con independencia unas de otras de manera que los empresarios optarán por la más pertinente en cada situación particular.

1. Reorganización del control de accesos –empleados, visitantes, materia prima y producto terminado– a la planta.
2. Ampliación y reorganización de las áreas administrativas mediante la construcción de un mezzanine; liberando así, superficie que podrá ser utilizadas como áreas de producción o servicios.
3. Reorganización de las áreas de producción, haciendo más eficientes espacios, flujos y tiempos.
4. Utilización del terreno colindante con áreas recreativas, salón de usos múltiples y áreas verdes, en una primera etapa; y con ampliación de las áreas de producción en una segunda etapa.

## Conclusiones generales:

El proyecto ha logrado amalgamar por un lado una serie de necesidades y expectativas –reales– muy particulares de una empresa, con el análisis, el conocimiento y la creatividad de un equipo de estudiantes multidisciplinario. Generando de esta manera, propuestas funcionales, lógicas e inteligentes; adecuadas a dichas necesidades, con el conocimiento de los procesos industriales que ahí se llevan a cabo y, sobre todo, con la voluntad de lograr una nueva imagen, integral, eficiente y contemporánea de esta joven empresa mexicana.

# **POSTERS**

**Área: Educación**

**Coordinador de área: Dr. Antonio Millán Arellano**

# **Factores que influyen en la efectividad de un curso en línea, una experiencia con profesores del CONALEP**

Cristina Vázquez, Diana del Callejo\*, MET  
Para la Materia: Análisis de regresión lineal  
Dra. Olivia Carrillo Gamboa

## **Descripción del Proyecto**

En un país como México en que el número de docentes es de aproximadamente un millón y medio y en donde la educación requiere impulsarse para mejorar los niveles de desarrollo, la educación a distancia es una alternativa para la capacitación de los profesores, sin embargo, siendo un modelo novedoso, es necesario identificar los factores que contribuyen a que este medio de educación sea lo más efectivo posible.

El interés principal de esta trabajo de investigación es precisamente identificar aquellas variables que influyen para que un curso en línea sea efectivo e identificar de que manera influyen dichas variables.

## **Metodología**

Se realizó una encuesta tomando de muestra el curso: “Formación de facilitadores en competencias”, otorgado a 3154 docentes del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) procedentes de 258 planteles en 31 Estados de la República Mexicana. El cuestionario contó con 66 preguntas divididas en 4 escalas: calidad del contenido del curso, calidad del tutor en línea, calidad de las instalaciones tecnológicas del plantel y una evaluación global, además se incluyen preguntas como: género, ocupación, estado civil, nivel académico y semestres de docencia en el CONALEP.

Se obtuvo respuesta de 1469 alumnos, de los cuales el 52% son mujeres y el 48% restante son hombres, se calcularon las relaciones existentes entre cada una de las escalas y la pregunta de evaluación global correspondiente a cada escala utilizando el coeficiente de correlación de pearson.

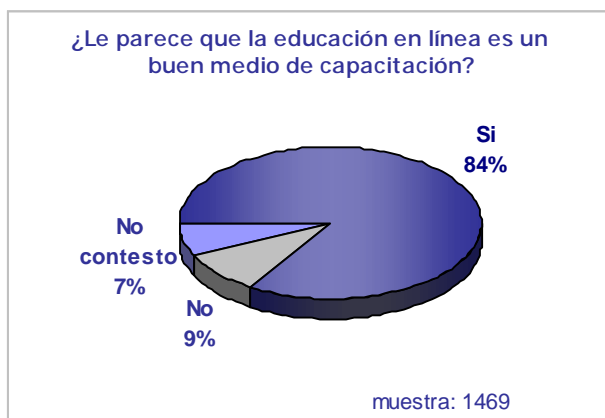
A través un análisis de regresión lineal tomando se busca identificar las variables importantes para la calidad de un curso en línea. Las variables independientes son la calidad del contenido del curso, la calidad del tutor en línea y la calidad de las instalaciones tecnológicas.

---

\* Agradecimiento especial a la Lic. Laura Ruiz Pérez, directora del departamento de División Social, por habernos permitido utilizar su información.

Como información adicional se integraron preguntas que pretendían medir la aceptación de los profesores a la educación en línea. Ésta información fue procesada utilizando tablas de frecuencia y los respectivos porcentajes.

### Presentación de resultados



### Conclusiones generales

Con los resultados actuales se percibe una gran apertura por parte de los profesores participantes en el curso, ya que el 84% opinó que la educación en línea es un buen medio de capacitación, lo cual se debe a que el curso cumplía con excelente contenido, un adecuado tutorío en línea y que el plantel les proporcionó las condiciones óptimas para estudiar a través de la red.

Los resultados del análisis de regresión para saber en qué proporción están contribuyendo cada una de las variables, aún están en proceso.



### **Datos generales de los autores**

Lic. Diana del Callejo Canal  
Maestría en Estadística Aplicada  
[dianadelcallejo@itesm.mx](mailto:dianadelcallejo@itesm.mx)  
Cel. 04481 81-84-29-71

Lic. Cristina del Carmen Vázquez García  
Maestría en Estadística Aplicada  
[garvazc@hotmail.com](mailto:garvazc@hotmail.com)  
Cel. 04481 81-72-97-78

### **Datos generales del aval**

Dra. Olivia Carrillo Gamboa  
Departamento de Matemáticas  
[ocarrillo@itesm.mx](mailto:ocarrillo@itesm.mx)  
Aulas VII-228  
Ext. 4519

# **POSTERS**

**Área: Humanidades**

**Coordinador de área: Mtra. Blanca López de Mariscal**

# HACIA DÓNDE VA LA EDUCACIÓN

Gabriela Bourgé y Lourdes Epstein<sup>1</sup>

En un trabajo anterior, sostuve la tesis, según la cual, el sujeto de la educación -el educando- actúa como causa eficiente del proceso formativo. En el desarrollo de esa exposición intenté acceder a los principios ontológicos humanos para llegar a la estructura del ser educacional y así poder enmarcar las condiciones de posibilidad del proceso formativo. Sostenía entonces que el ser humano, en tanto que es operativamente potencial, tiende naturalmente a su perfeccionamiento; pero dado que este proceso no se realiza en forma unívoca, requiere de ciertos lineamientos que posibiliten una mejor consecución de su fin.

Traté específicamente de los principios esenciales de la educación, es decir, formalidad constitutiva y sujeto en el que radica, para concluir en su definición. En forma consecuente abordé el tema de la finalidad del proceso formativo desde donde la definición cobra un sentido integral. Por último, expuse directamente la tesis principal del trabajo circunscribiendo específicamente la causalidad eficiente de la educación y clarificando el sentido y los límites de los agentes de la misma.

Al revisar esta investigación encontramos elementos que suscitan nuevos planteamientos, ya que muchos de ellos quedaron a nivel de una enunciación argumentada, otros llegaron a una conclusión que se basó en presupuestos que hoy reclaman ulterior justificación. En particular nos referimos a la causalidad final del proceso formativo, que como mencionamos más arriba delimita y da sentido a su definición.

En este nuevo intento por continuar explorando este vasto tema, plantearemos en forma general la forma, sujeto y agentes de la educación, para detenernos con más profundidad en los presupuestos sobre los que plantea la finalidad del proceso educativo.

## SER Y SER EDUCACIONAL.

Partimos de la noción del conocimiento humano como principio de su automovimiento, es decir, como operativamente eficaz en orden a la programación de los propios fines y de la propia conducta. Con ello planteo un sentido depurado de la “reflexión”, pues es en el hombre en donde propiamente se puede hablar de subjetividad y conciencia de sí: autoconciencia en un ser cuya substancialidad no es excéntrica respecto del conocimiento y le permite hacerse cargo de sí mismo. Lo cual deviene en otra noción análoga, a saber, la *autonomía*; el hombre

---

<sup>1</sup> Lic. Gabriela Bourgé, Directora de Humanidades Preparatoria, y Lic. Lourdes Epstein, profesora de tiempo completo del Departamento de Humanidades, coordinadora de la materia de Filosofía, ITESM CCM

se da a sí mismo las normas de su actuar, ya que por medio de su conocimiento se da a sí mismo los fines<sup>2</sup>.

La programación cognoscitiva es tan poderosa en el hombre que puede alterar o desplazar a la programación natural, pues excede rotundamente el orden biológico. Su capacidad reflexiva es tal, que los llamados instintos humanos pasan a ser principios débiles y falibles de su automovimiento. Esto no anula en el hombre su necesidad natural de las funciones básicas de crecimiento, nutrición y reproducción; sin embargo, los objetivos de estas actividades y el modo de conseguirlos, no vienen dados en concreto por la programación filogenética, sino que corren por cuenta de la invención individual de un modo completo. El hombre no nace sabiendo las vías de crecimiento, nutrición o reproducción adecuadas, sino que tiene que inventarlas. Dice Tomás de Aquino al respecto, que “los demás animales poseen de una manera natural sus prudencias con las que pueden proveerse a sí mismos; pero el hombre vive según la razón, que para hacerse prudente necesita de una experiencia de larga duración”<sup>3</sup>. Además se da a sí mismo las normas que regulan tales actividades. Esta capacidad de inventiva, de *poíesis* en sentido estricto, da lugar a lo que conocemos con el nombre de **cultura**.

---

<sup>2</sup> Cfr. CHOZA Jacinto: Manual de Antropología Filosófica, Editorial Rialp, Madrid, 1987, p. 38

<sup>3</sup> Suma Contra Gentiles, L III, cap. 122.

# **POSTERS**

**Área: Ingeniería**

**Coordinador de área: Dr. José Arturo Ortiz Peralta**

# Uso de técnicas de regresión para el análisis y pronóstico de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey

Ignacio García Sánchez<sup>1</sup>, Alberto Mendoza Domínguez<sup>2</sup>

## Antecedentes

El progreso en la determinación de cómo evolucionan los contaminantes en las cuencas atmosféricas se ha dado en una medida importante gracias a los avances logrados en los modelos matemáticos que describen la emisión, transporte, formación y desaparición (mediante mecanismos físicos y químicos) de los contaminantes atmosféricos. Sin embargo, estos modelos determinísticos complejos requieren una gran cantidad de información que en muchas ocasiones no es posible conseguir de tal manera que los datos con los que se cuenta no auguran siempre buenos resultados de la aplicación del modelo, o la inversión necesaria en información para obtener resultados confiables puede ser prohibitiva.

Existen otros métodos que tienen requerimientos de información más modestos, pero que pueden llegar a ser útiles para estudiar la contaminación atmosférica de ciertas zonas. Estos métodos, en general, hacen uso de técnicas estadísticas de regresión o ajuste de datos mediante técnicas numéricas para establecer las condiciones químicas de la atmósfera, para ciertas especies de interés, basándose en datos históricos de diversos parámetros (químicos y meteorológicos) medidos rutinariamente. Los objetivos principales de éstos métodos incluyen: investigar y estimar tendencias de la calidad del aire, obtener pronósticos ambientales, e incrementar el conocimiento científico de los mecanismos que gobiernan la calidad del aire. Entre las técnicas estadísticas que han sido, y continúan siendo estudiadas, para relacionar la calidad del aire en una zona con ciertos parámetros meteorológicos y químicos medidos, la regresión multivariable es una que ha dado buenos resultados históricamente.

Así, el presente estudio busca como objetivo principal hacer uso de técnicas de regresión multivariable (lineal y no lineal) para obtener modelos que permitan el análisis y pronóstico de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM). En un futuro se pretende extender la investigación para incluir Redes Neuronales Artificiales o Series de Tiempo. Así mismo, dado que la contaminación del aire imperante en los últimos años en el AMM se ha debido principalmente a los niveles alcanzados de ozono ( $O_3$ ) y Partículas Suspendidas con diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ), éstos parámetros encabezan la lista de parámetros para instrumentar el método. En este proyecto se presentan los resultados obtenidos para el caso de emplear los modelos de regresión para describir la contaminación por ozono, dejando para el futuro el caso del  $PM_{10}$ . Dado que el único requisito indispensable para el desarrollo de los modelos estadísticos que nos interesan es contar con una red (inclusive modesta) de monitoreo atmosférico, fue factible el desarrollo de este proyecto para el AMM, ya que se cuenta con el Sistema Integral de Monitoreo Atmosférico (SIMA) operada por el Gobierno del Estado de Nuevo León. El SIMA es un sistema de cinco estaciones

---

<sup>1</sup> Estudiante de la Maestría en Sistemas Ambientales, ITESM Campus Monterrey, al781360@mail.mty.itesm.mx

<sup>2</sup> Profesor del Departamento de Ingeniería Química adscrito al Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey, mendoza.alberto@itesm.mx.

automáticas de monitoreo ambiental que ha estado en operación desde hace ya varios años, con lo cual se pudo obtener información histórica del comportamiento de la contaminación atmosférica en el AMM.

### **Metodología y Resultados Parciales**

La metodología seguida en el transcurso de este proyecto incluyó una búsqueda bibliográfica extensiva sobre el tema de interés, seguido de la construcción de la base de datos del estudio. Este segundo punto es de vital importancia ya que la calidad y cantidad de información recopilada para el estudio impacta directamente en la forma y alcance de los modelos propuestos. La base de datos quedó constituida por tres clases de parámetros principales: parámetros físicos (meteorológicos), parámetros químicos (mediciones de concentración de contaminantes seleccionados), y parámetros que describen características particulares de la cuenca atmosférica. Los datos meteorológicos se obtuvieron de los bancos de información de las estaciones meteorológicas del Consejo Nacional del Agua (CNA), del Servicio a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM), y de las estaciones del SIMA. Los datos se componen de mediciones al nivel de suelo y a diferentes niveles de altura, y a diferentes intervalos de tiempo según las características de cada red de monitoreo. Los datos químicos se obtuvieron del SIMA.

A continuación, se definieron y calibraron modelos de regresión en su modo de análisis y en su modo de pronóstico. En este punto se encuentra la investigación, y los resultados obtenidos han sido muy prometedores. Se ha creado un modelo base sobre el cual se están haciendo ajustes para incrementar la variabilidad explicada por el modelo. Actualmente el modelo puede explicar del 50% al 60% de la variabilidad, lo cual para este tipo de modelos es bastante alentador. Así mismo, los parámetros identificados como significativos por el modelo tienen consistencia con el medio físico (climatológico) y químico de la zona de estudio.

Con los modelos de regresión construidos se procederá a generar experimentos de pronósticos de la calidad del aire en el AMM bajo condiciones reales. Es decir, por un período de tiempo predeterminado se permitirá a los modelos generar pronósticos diarios de la calidad del aire para el(los) siguiente(s) día(s). El desempeño de cada modelo será analizado bajo el esquema de que tan certero fue el pronóstico realizado. Se analizará el desempeño cuantitativo (estadísticamente) de todos los modelos y se hará un dictamen de cual modelo cuenta con las mejores características para convertirse en un modelo de pronóstico rutinario. Así mismo, los resultados, interpretaciones e implicaciones derivados del estudio serán comparados con los resultados de otros autores para encontrar similitudes y diferencias.

Finalmente se procederá a analizar los modelos generados y en búsqueda de discernir implicaciones importantes sobre los mecanismos que gobiernan la formación o acumulación de altos niveles de contaminación en la cuenca atmosférica bajo estudio. Los parámetros que fueron seleccionados en los modelos, así como la forma en que éstos interactúan en el mismo, pueden dar indicación o corroborar la importancia de ciertas condiciones climatológicas y químicas que dan origen a los episodios con mayor grado de contaminación en la localidad. Se conducirá un análisis sobre estas ideas con el fin de apreciar si los modelos generados pueden dar luz sobre las relaciones físicas y químicas que gobiernan la calidad del aire en el AMM.

- **Título del proyecto**

Implantación de Banda Transportadora en Producción de Herraje en Metaloplásticos SA de CV.

- **Integrantes**

IIS 667085	Fanny Calderón	IIS 665402	Jorge Lizarde
IIS 535162	Susana Aguilar	LAE 664312	Júpiter García
IIS 664839	Adolfo Acosta	IIS 667461	Raúl Landeros
IIS 342187	Christian Amaya	LCPF 666138	Rogelio Nuño

- **Asistentes** Lic. Yenira Tlacuilo y Ing. Ricardo Mayagoitia Nísino

- **Líder del Proyecto** Ing. Gabriel Servín Luna (gabriel.servin@itesm.mx)

- **Resumen Ejecutivo**

### **Descripción del Proyecto**

Este proyecto se realizó con la finalidad de obtener una propuesta para la instalación de una banda transportadora, la cual optimizará el espacio y marcará el ritmo de trabajo de los operadores.

De igual manera para el desarrollo de dicho proyecto se realizaron actividades como toma de tiempos, diagramación de procesos, simulación, medición de espacios para la realización de lay-outs y propuestas de mejora para la instalación de la banda.

Por último se realizó un estudio y análisis de costo-beneficio para evaluar la rentabilidad del proyecto y justificarlo. Con todo esto, la empresa obtendrá la información necesaria con la cual podrá tomar decisiones adecuadas con base en este estudio y ver los beneficios acarreados por esta nueva inversión en activo fijo.

### **Metodología**

Se dividió el proyecto en 5 equipos de trabajo y cada uno de ellos propuso una metodología y obtuvo resultados:

#### *Estudio de tiempos*

El objetivo de este estudio fue llegar a la obtención de tiempos estándar. Se realizó una toma de 60 mediciones a cada actividad observada por la validez estadística de las pruebas de bondad de ajuste, por lo que en total se tomaron 2220 tiempos. Con la siguiente metodología: •Toma de tiempos cronometrados



•Vaciado de tiempos a STAT-FIT •Pruebas de Bondad de Ajuste •Análisis Gráfico, Estadístico y Descriptivo de los tiempos.

### *Simulación*

•Elaboración de lay-outs •Insertar datos y distribuciones ajustadas obtenidas en STAT-FIT •Correr la simulación de cada lay-out/proceso en PROMODEL •Analizar las hojas de resultados generadas al final de cada simulación •Imitar y analizar las condiciones iniciales del proceso (sin banda transportadora) y •Posibilidad de “jugar” con las variables de entrada para balancear la línea: •Número de Operarios •Velocidad de la banda •Disposición de los recursos (maquinaria y materiales) •Definir la mejor opción de distribución de las estaciones dentro de la banda.

### *Lay-out*

•Se realizó el lay-out actual de la distribución del área de ensamble •Se llevaron a cabo 16 propuestas de acomodo y ubicación óptima de la banda transportadora •Se desarrolló y presentó la propuesta final que fue implantada en el área de ensamble.

### *Balanceo de Líneas*

•Ya identificado el lay-out a utilizar se prosiguió a la realización de un balanceo de línea para calcular el número de personas a asignar en cada una de las actividades buscando: •Igualar la carga de trabajo entre celdas •Identificar la operación cuello de botella •Determinar el número de estaciones •Establecer la velocidad de la línea. •La mayoría de las operaciones disminuyeron su tiempo de ciclo •La nueva disposición permitirá cubrir la demanda de 6,600 herrajes diarios con las 52 personas, a una velocidad de la banda de 3.14 m/min (13 herrajes/min).

### *Análisis Costo-Beneficio*

El objetivo era proporcionar la información financiera y contable que se genere en base a la implantación de la banda transportadora en el área de ensamblado, la cual deberá ser útil para la toma de decisiones en el área de costos y ventas. El margen de ganancia aumentaría en \$51,331.00.50

### **Conclusiones:**

•Se notó una sub-utilización de la capacidad instalada en un 10%.  
•Se instaló la banda transportadora según la mejor propuesta y se definió la mejor opción de distribución de las estaciones dentro de la banda. Se pueden producir hasta 7,200 herrajes (condiciones ideales).  
•La producción se elevó en un 90.15% y los costos bajaron en un 12% sobre la producción general. Se estimó que la inversión tendrá un retorno no mayor a 20 días hábiles, esto sin perjudicar la liquidez actual de la empresa.

## Implementación del programa 5 S's en una Asociación Civil

### Alumnos:

668665	Johana Padilla	LIN
664733	Marcela Acero Parra	LIN
667578	Ricardo Buenrostro Ramírez	LIN
668186	Ivania Minakata	LIN
668844	Daniel Medina	LIN
880855	Rodrigo Coronado	LIN
667829	Héctor BarbaSánchez	LIN

### Líder:

Ing. Ricardo Mayagoitia Nísino 928200

### Descripción del Proyecto

El proyecto consistió en la implementación del programa de 5 S's en las instalaciones de la planta de alimentos del Organismo de Nutrición Infantil, ONI. Este organismo es una Asociación Civil legalmente constituida, la más antigua del estado de Jalisco. Fue fundada en 1956 y desde entonces se dedica a la fabricación y distribución gratuitos de complementos alimenticios para niños con desnutrición en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

### Metodología

Se dividió al equipo de trabajo en 3 diferentes áreas, de acuerdo a las necesidades detectadas en la organización. El primer equipo se dedicó a la implementación del programa en el área del almacén de materias primas, en el cual se aplicó la metodología de Planeación sistemática de las instalaciones para justificar el acomodo final de cada insumo. Un segundo equipo se dedicó a la implementación en el área de almacenes de producto terminado y devoluciones y finalmente el tercer equipo se dedicó a la implementación del programa en las áreas de almacenes de productos de limpieza y herramientas de mantenimiento.

### Resultados

- Se logró la estandarización y acomodo definitivo de los insumos en el área de materias primas, así como la delimitación de espacios para cada una de éstas.
- Se liberó cerca de un 40% de espacio en el almacén de herramientas de mantenimiento.

- Se realizó la limpieza general de los anaqueles e instalaciones de las áreas de almacenamiento.
- Se realizó un reacomodo de las áreas de almacenamiento para mejorar el flujo y manejo de materiales.
- Se desecharon cerca de 300 artículos obsoletos o inservibles que ocupaban espacio en la planta.
- Se desarrollaron políticas y procedimientos para asegurar el seguimiento de proyectos.

### Conclusiones Generales.

Los alumnos se llevan aprendizaje de trabajo en equipo, mejora en sus habilidades de búsqueda y generación de información y de comunicación en una organización. Desarrollaron habilidades, actitudes y valores que les serán de gran utilidad en su vida personal y profesional.

La organización obtuvo un servicio de consultoría de calidad, que sentó las bases para un sistema de mejora continua dentro de la organización.



## **Título del Proyecto**

Implementación de 5 S's en el área de comedor y en la oficina de Dirección en La Pianola.

## **Datos de Alumnos, Asistente y Líder**

### Alumnos:

533636 Juan Pablo Beltrán Villa  
663025 Rafael Behar Alcaraz  
663621 Patricia Erosa Rodríguez  
664784 Coatlicue X. Regalado Arenas  
664803 Patricia Fernández Sánchez  
664862 Karen Nicolás Gutiérrez  
668354 Martha Alejandra Mayorga Márquez

### Asistente:

Ing. Martha Alejandra Macías

### Líder:

885699 Lic. Celia Alejandra Rodríguez Barba

## **Resumen Ejecutivo**

### **Descripción del Proyecto**

Este proyecto consiste en implantar 5 S's en el área de comedor, que es en donde los clientes disfrutan del servicio ofrecido por La Pianola, además de implantar esta misma metodología en la oficina de Dirección. Este proyecto ayudará a la empresa a cambiar la imagen que actualmente tiene lo cual será percibido por sus clientes internos y externos.

### **Metodología**

El proyecto se dividió en varias etapas para poder llevar a cabo la implantación de las 5 S's en el área de comedor y en la oficina de Dirección.

1. Curso de Calidad Personal
  - a) Impartido a todo el personal de la organización.
  - b) Creación de compromisos personales por parte de los asistente para mejorar su calidad personal
2. Selección
  - a) Colocación de tarjetas rojas
  - b) Designar área de cuarentena y responsable de reubicar los artículos depositados ahí.
3. Orden
  - a) Seguridad del área
  - b) Asignación de lugares



- c) Delimitación de áreas
- d) Identificación de procesos realizados en el área.
- 4. Limpieza
  - a) Definición de responsabilidades entre el personal
  - b) Limpieza del lugar, restauración y pintado de las mismas.
  - c) Elaboración de auditorias de limpieza
  - d) Mantenimiento de señalización
- 5. Estandarización
  - a) Documentación de tarjetas rojas
  - b) Documentación de procesos de ubicación de objetos.
  - c) Documentación de procesos operacionales del área
  - d) Documentación del proceso de limpieza
- 6. Seguimiento
  - a) Elaboración de auditoria de limpieza
  - b) Elaboración de auditoria general SOLE
  - c) Definición de tiempos para aplicar auditorias

## Resultados

El presente proyecto ayudó a la organización a reconocer la importancia de contar con un lugar limpio y ordenado para mejorar el funcionamiento de sus actividades. Además de concientizar a la dirección de la importancia de trabajar con todo su personal para resolver problemas comunes (limpieza y orden) y así mantenerse en un programa de mejora continua que además de beneficiarlos a ellos, también beneficia a sus clientes. Se realizó una evaluación y actualización de las descripciones de puesto de las personas que trabajan en el área de comedor aunado a un plan de motivación que mejore el desempeño del personal, además de un rediseño del menú para desayuno y comida – cena. Otra actividad que se realizó fue la creación de una campaña de comunicación que permite a La Pianola transmitir a sus clientes el compromiso que siente la organización por mejorar por ellos y para ellos.

## Conclusiones Generales

Los beneficios de haber realizado esta intervención en La Pianola son los de contar con un lugar más limpio y ordenado además de apoyar a esta organización a comenzar un cambio de cultura en todos los miembros de la organización. A la dirección le permitió detectar áreas de oportunidad como por ejemplo la de motivar y recompensar al personal por realizar sus labores, mejorar la comunicación en todos los niveles de la organización y en todos los sentidos para lograr la realización de cualquier proyecto además de mejorar la comunicación con los clientes.

# Desarrollo de software para control de producción en la empresa Depsa

## Los integrantes son:

Alumnos:

	<b>Matrícula</b>	<b>Carrera</b>
Carlos González Estefan	665189	IIS
Ignacio Corona Orozco	667856	IIS
José Ysauro Rodríguez Martínez	668525	LCPF
Rodrigo Torres Figueroa	664709	IIS

Líder:

	<b>No. Nómina</b>
Ing. Rodrigo Niz Campogarrido	752667

Asistentes:

	<b>No. Nómina</b>
Ing. Martha A. Macías Espinosa	975128
Lic. Moisés Carbajal Marrón	709717

## Descripción del Proyecto:

Se identificó en la empresa la necesidad de contar con un sistema de información que permitiera controlar los procesos de producción, debido a la frecuente pérdida de materiales e incremento de costos.

El proyecto incluye el desarrollo e implementación de una base de datos en Access que permitirá la planeación de la producción en todas las áreas, el control de los materiales utilizados y el manejo de costos, permitiendo la comunicación con el sistema actual que utiliza la empresa que es SAE.

## Metodología y resultados:

*Identificar necesidades;*

Se llevaron a cabo entrevistas con personal involucrado para la detección de situaciones problemáticas a solucionar. Revisión de los sistemas de producción y control que la empresa manejaba.

*Formulación del problema;*

Se estructuraron con la información obtenida las bases de la situación problemática, se logró identificar la informalidad y desorden en el actual sistema de planeación.

*Análisis de la información;*

Se detectaron las áreas de oportunidad, tales como la falta de cultura para el manejo de la información, falta de manejo de información estandarizada, duplicidad de trabajo y falta de actualización en la información generada.

*Definir posibles soluciones;*

Se decidió implementar un sistema de información en Access, que constara de 3 módulos: control de la producción, planeación de la producción y vinculación con SAE.

*Desarrollo de la solución;*

La implementación del proyecto fue dividida en 3 etapas, cada etapa consta de un proyecto. El primer proyecto realizado durante agosto-diciembre del 2002 abarcó la parte de control de la producción.

Para esto fue necesario el desarrollar la estructura general de la base de datos y la programación correspondiente al módulo de control de producción. Se hizo una pequeña vinculación con el sistema actual (SAE) para facilitar el manejo del sistema durante esta primera etapa.

Para la implantación de esta primera parte se hicieron formatos para recopilar la información necesaria que alimentará el sistema.

El módulo 1 fue desarrollado con base en almacenes virtuales que representan a cada una de las áreas de la empresa (11 actualmente). En cada almacén se captura la salida de los materiales y automáticamente se da la entrada al almacén que corresponde al siguiente proceso.

Fue necesario elaborar una estructura que permitiera realizar la explosión de materiales para que el funcionamiento del sistema fuera automatizado.

Se programaron vínculos con el sistema actual de la empresa (SAE) para actualizar de manera automática los costos de los materiales y así en todo momento se conocerán las cantidades y dinero que representan los materiales manejados en cada una de las áreas.

Finalmente se elaboró un manual del usuario para facilitar a las personas que tendrán contacto con el sistema el uso de la base de datos, tanto para introducir información, cambiarla y/o consultarla.

# **COMO INCLUIR LA CALIDAD SANITARIA EN UN SISTEMA ISO9001:2000 EN UNA EMPRESA DE GIRO ALIMENTICIO.**

## **DESCRIPCIÓN**

El progreso tecnológico, el crecimiento económico y el incremento en el comercio internacional, han traído a los mercados una gran variedad de alimentos requiriéndose un mejor y más eficiente manejo a lo largo de la cadena producción-consumo en términos de inocuidad alimentaria y calidad. Por lo que se esta creando conciencia en involucrar estrategias básicas para la producción de alimentos inocuos tales como Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) o sistemas que controlen todos los riesgos que pudieran darse en la producción que es el caso del Sistema HACCP (Análisis de riesgos y Puntos críticos de control).

Las Normas ISO 9000 establecen los requisitos y criterios acerca de calidad, asegurando la continuidad en el producto hasta el momento de su consumo y toma medidas para prevenir la aparición de defectos en las actividades que puedan repercutir en la calidad del producto final logrando llevar la producción a los niveles de los productores de las compañías transnacionales y cubriendo los requerimientos de los mercados mas exigentes.

Así las presentes investigaciones surgen de la idea de satisfacer las necesidades actuales de las empresas de alimentos, que es contar con un sistema que cumpla sus objetivos en cuanto a calidad en las operaciones y la calidad sanitaria de sus productos, un sistema que administre los dos aspectos y que no solo tenga control de las operaciones realizadas en la organización, si no que controle y se preocupe por el bienestar de todos sus clientes internos y externos y que nos de la ventaja de establecer totalmente que la empresa se asegura de la calidad total de del producto, lo cual se ve reflejado en la confianza de los clientes. Por tanto cada una de estas investigaciones y la aplicación conjunta de éstas se basa en una adecuación de la norma ISO 9001 específica para industrias de alimentos en la cual se busca acoplar los requisitos requeridos por ISO9001:2000 y los requisitos requeridos por BPM y por HACCP respectivamente.

Estas investigaciones se aplicaron en una empresa que buscó la asesoría del Centro de Calidad, la cual requería un sistema que controlara sus actividades dentro de la organización así como la calidad sanitaria de sus productos, debido a que sus clientes se los exigían para ser aprobados como proveedor ya que éstos encontraron fallas en los dos puntos mencionados anteriormente.

## **METODOLOGÍA**

Básicamente para el desarrollo de este proyecto se analizó la versión de la norma ISO 9001:2000 así como las normas de las Buenas Prácticas de Manufactura y la norma ISO 9001:2000 y los requisitos establecidos en el sistema HACCP , para dar como resultado la integración de estos sistemas y programas para un sistema de calidad completo en una industria de alimentos.



Se realizó toda la documentación para poner en práctica este sistema tomando en cuenta todos los requisitos ya existentes de la norma ISO así como los integrados para cumplir con BPM y HACCP.

Se dió ayuda a la empresa para la implementación del sistema en la planta: Cursos en ISO9001:2000, BPM y HACCP para el correcto entendimiento del sistema base.

Se darán apoyos de administración visual para que toda la empresa comprenda el nuevo sistema.

## **RESULTADOS**

Se elaboró y se aprobó la documentación completa del nuevo sistema, la cual toma en cuenta los requerimientos completos de la norma ISO 9001:2000 y consideró lo necesario para cumplir también con BPM y HACCP.

Además se elaboraron y aprobaron los procedimientos y formatos necesarios para cumplir con los puntos que se integraron a la adecuación referente a BPM y HACCP y que la empresa también incluyó en su manual de calidad como parte de su sistema dándole el valor real que tienen al igual que los requerimientos dados por la norma ISO 9001:2000.

Se dieron los apoyos de administración visual para una mayor comprensión del HACCP y BPM, las cuales consistieron en carteles explicando por medio de dibujos y palabras comunes la importancia de estos sistemas. Así se tuvieron pláticas para el completo entendimiento de lo que es el sistema completo a implantar tomando en cuenta a ISO 9001:2000, HACCP y BPM, y se ayudó en su primera auditoría interna para comprobar que la implantación del sistema es la correcta y hacer constar los resultados.

## **CONCLUSIONES**

Es posible lograr la unión de tres diferentes metodologías en un solo sistema que nos ayude a implantar una administración de calidad total, logrando el beneficio de la organización y de sus clientes internos y externos.

Todas las fallas que en un principio encontraron los clientes de la empresa fueron corregidas y se estableció el procedimiento de acciones correctivas y preventivas además de producto no conforme para que no suceda de nuevo.

La línea de producción ahora cuenta con inspecciones de calidad, un programa de puntos críticos de control llevado a cabo por el personal de calidad, así como un programa de higiene para todo el personal que labora en la planta, revisiones en las instalaciones en la línea y en la planta completa, así como en el equipo.

Ing. Irma Odile Baeza Comparán, Ing. Dioselina Madrigal Coria. Alumnas de la maestría en Sistemas de calidad y productividad y asistentes de investigación en el Centro de Calidad, ITESM Campus Garza Sada.

## **SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS DE $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ OBTENIDAS *IN-SITU* DENTRO DE UNA MATRIZ POLIMÉRICA.**

Roberto Chapa Rodríguez, Campus Monterrey, ITESM;

Jaime Bonilla Ríos, Campus Monterrey, ITESM;

Luis Alfonso García Cerda, Química de Polímeros,  
CIQA, Saltillo Coah. México.

Los nanocompuestos magnéticos son materiales que tienen gran interés tecnológico debido a sus propiedades físicas y químicas y a sus importantes aplicaciones. Este tipo de materiales está constituido por nanopartículas magnéticas inmersas en una matriz. Sus novedosas propiedades se derivan de las dimensiones nanométricas de los constituyentes magnéticos y de la abundancia interfacial

En este trabajo reportamos los resultados de la preparación y caracterización de un nanocompuesto con propiedades magnéticas en una base polimérica. Usamos como matriz un copolímero estireno-divinilbenceno y ferrita de cobalto como material magnético. La matriz polimérica fue sintetizada usando polimerización en emulsión. Se utilizó un proceso químico para sulfonar la matriz polimérica y posteriormente éste fue tratado con una solución acuosa de hierro y cobalto. Las partículas de óxido de hierro y cobalto fueron preparadas a temperatura ambiente realizándose la precipitación y oxidación de los iones metálicos *in-situ*. El nanocompuesto fue caracterizado por técnicas como Análisis Termogravimétrico (TGA), Análisis Térmico Diferencial (DTA), Difracción de Rayos-X (XRD), Microscopía Electrónica de Trasmisión (TEM) y Análisis Magnético (VSM) observándose características importantes como el superparamagnetismo.

## **VIVIENDA PROGRESIVA TÉCNICAMENTE ASISTIDA.**

**Arq. Avril Iliana Rodríguez Angel**

Proyecto de Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias  
con Especialidad en Ingeniería y Administración de la Construcción.

---

Muchos y muy conocidos son los factores que se ven influidos por el desarrollo de la vivienda. Económicamente, representa para las familias una fuente de ahorro constituyendo el principal patrimonio del trabajador. Desde el punto de vista inmobiliario representa un sector estable y de amplia cobertura para las empresas dedicadas a su construcción y promoción. Es uno de los principales objetos de investigación en materia de legislación, tecnologías de edificación, desarrollo de materiales y manejo de recursos.

Sin embargo, como consecuencia de su importancia surge la necesidad de cubrir su demanda de manera correcta. Situaciones como la inversión precipitada, la producción informal o la “mejora” a medida que los recursos lo permiten, sin una adecuada asesoría técnica, legal o administrativa, aumentan su problemática ya que en lugar de optimizar los recursos familiares destinados a la obtención de un espacio habitable digno, comprometen al trabajador quien sufre la frustración de sus aspiraciones y el deterioro de su bienestar.

Un factor que incide de manera importante en el desarrollo de los programas de vivienda en México es el ingreso familiar. El 63.2% de la población ocupada del país percibe menos de 2 salarios mínimos (S.M.), el 14.6% percibe de 2 a 3 S.M., el 10.8% de 3 a 5 S.M. y sólo el 7.9% percibe más de 5 S.M.<sup>1</sup> Esto significa que más de la mitad de los trabajadores mexicanos cuentan con limitaciones económicas para poder acceder a un financiamiento para la adquisición de una vivienda, teniendo como su única opción a la vivienda de interés social.

Dentro del contexto antes descrito, el presente estudio surge como respuesta a un fenómeno claramente identificado: la mayoría de las personas que acuden a los organismos de vivienda social lo hace con la intención de obtener a corto plazo lo que sus recursos le permiten y tratar de alcanzar progresivamente lo que sus necesidades le exigen. El compromiso económico que acarrea la adquisición de una vivienda es muy grande; si a esto se le añaden los gastos derivados de intervenciones futuras es fácil notar la importancia que tiene la planeación y buena ejecución de estas operaciones debido a que se trata generalmente de actividades informales que no cuentan con un conocimiento de la capacidad estructural de la edificación; el riesgo no sólo repercute en el compromiso económico de las familias sino en la garantía de su seguridad.

La posibilidad de la adaptación del espacio habitable a las necesidades del usuario en el contexto de la vivienda de interés social resulta sumamente atractiva, al igual que un enorme reto, ya que la capacidad de crecimiento implica el diseño de los elementos para resistir cada una de las etapas de construcción esperadas. La problemática se presenta cuando las modificaciones, en lugar de cumplir con las expectativas del cliente, se convierten en un nuevo problema, de ahí la necesidad de regular de alguna manera este proceso. La opción es OPTIMIZACIÓN y PLANEACIÓN.

---

<sup>1</sup> INFONAVIT. La vivienda en México. México, 2001. . [www.infonavit.gob.mx](http://www.infonavit.gob.mx)

La intención básica de este proyecto es presentar a la construcción de tipo progresivo como una alternativa de solución al problema de vivienda. Las propuestas son el resultado de una evaluación de la factibilidad de su aplicación en los aspectos sociales, constructivos y económicos. La solución estructural para la introducción del concepto de flexibilidad y desarrollo progresivo considera todos los aspectos que garantizan la capacidad de cambio y sobre todo la seguridad de la edificación.

Bajo estos criterios se presentan 2 alternativas de módulo inicial:

- Popular.- Pie de casa de 33m<sup>2</sup> con 2 opciones de crecimiento en 2 y 4 etapas.
- Interés Social.- Pie de casa de 50m<sup>2</sup> con 1 opción de crecimiento en 3 etapas.

Ambos módulos cuentan con las características básicas de vivienda progresiva: una habitación de usos múltiples, un área para cocinar, un baño completo, y las previsiones para su crecimiento. Las consideraciones especiales de diseño se enfocaron en evitar alteraciones radicales en la transición de etapas y en validar la solución constructiva para permitir adiciones sin problemas. El resultado es un crecimiento progresivo sin necesidad de demoliciones, problemas de instalaciones y, sobretodo, sin riesgos estructurales.

El concepto de “pie de casa” no es nuevo en la oferta de vivienda, sin embargo, el valor agregado que el proyecto ofrece se encuentra en la concepción de la construcción **técnicamente asistida**, esto es, describir de manera específica cada una de las posibilidades de crecimiento, considerar desde el inicio todos los aspectos estructurales y de instalaciones para garantizar la susceptibilidad de la edificación al crecimiento y al cambio, y orientar la ejecución mediante el otorgamiento de una guía de construcción específica para cada alternativa. De esta manera, se ofrece al usuario la oportunidad de planear cada inversión con base en información real de los requerimientos de recursos materiales y económicos necesarios para las diferentes etapas; la flexibilidad de la oferta se encuentra en la posibilidad de elegir las dimensiones de la intervención dependiendo de las posibilidades de cada familia.

Un estudio de mercado realizado en la zona Metropolitana del área de Monterrey, permitió seleccionar las especificaciones técnicas (sistemas constructivos, materiales, etc.) más accesibles y más aceptadas por los aspirantes a una vivienda. De igual manera sirvió para reafirmar que si bien algunas ofertas anuncian opciones de crecimiento (entendidas más bien como disponibilidad de espacio), no presentan una propuesta formal, y mucho menos una orientación técnica para alcanzarlo.

La evaluación profunda de los aspectos involucrados en la vivienda social generó alternativas con bases sólidas y viabilidad comprobada, con un diseño de vivienda flexible que se integra a las necesidades cambiantes de cada familia. Mediante la estimación del costo y la practicidad del diseño propuesto, podemos afirmar que se trata de una opción competitiva en el mercado, ya que la cuidadosa planeación de la primera etapa permite considerar todos los aspectos importantes para una intervención exitosa sin requerir de una inversión mayor que la que se destina en el contexto actual al tipo de vivienda correspondiente. Desde el punto de vista normativo, la propuesta está respaldada por el Programa Sectorial de Vivienda 2001-2006 que destaca la promoción de la construcción progresiva de la vivienda con orientación técnica más allá de la etapa inicial<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Secretaría de Desarrollo Social. *Programa Sectorial de Vivienda 2001-2006*. 1ra. Edición. México, 2001.

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA RELACION CO/NOX EN LA FORMACION DE OZONO PARA MONTERREY (1993-2002).** Claudia Ramos, Kendy Taméz, y Eduardo Obregón, estudiantes de Ingeniería Química y del Capítulo Estudiantil del AWMA, Campus Monterrey, ITESM; Dr. Jerónimo Martínez Martínez, Departamento de Ingeniería Química / Centro de Calidad Ambiental, Campus Monterrey, ITESM.

### **Antecedentes y Descripción**

Durante los pasados 10 años de mediciones de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) se ha formado una extensa base de datos hora a hora de mediciones de los principales contaminantes al aire y de parámetros meteorológicos. Los reportes anuales del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) concluyen que en Monterrey las normas de calidad de aire son excedidas 60 días por año en promedio debido principalmente a altas concentraciones de partículas menores de 10 micras (40 días/año) y ozono urbano (20 días/año).

En referencia al alto ozono, los procesos de formación de este contaminante requieren radiación solar sobre mezclas adecuadas de hidrocarburos reactivos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOX). Sin embargo, los HC no son medidos en Monterrey.

Considerando que existe una relación inherente entre las emisiones de HC y monóxido de carbono (CO) debido a la participación específica de las diversas fuentes contaminantes (industriales y vehiculares) en Monterrey, se propone estudiar el efecto de la relación de contaminantes CO/NOX en la formación de la concentración máxima de ozono durante el día.

Partiendo de las mediciones existentes, la definición de la relación HC/NOX o CO/NOX, puede establecer mayor fundamento científico para estrategias y programas de reducción y control en las diversas fuentes de emisiones contaminantes. La relación medida de HC/NOX ó CO/NOX y un adecuado mecanismo químico de la formación de ozono urbano sirve para conocer si en Monterrey debe aplicarse un control dirigido a reducir NOX o HC en las fuentes emisoras.

El objetivos específicos del estudio son: (1) documentar la relación causa-efecto de CO/NOX, temperatura y radiación solar en las altas concentraciones de Ozono; (2) presentar las tendencias mensuales y anuales de: concentración de Ozono, radiación solar y CO/NOX en las 5 regiones monitoreadas por el programa SIMA del gobierno del estado de Nuevo León.

## **Metodología**

Para determinar el comportamiento de la calidad del aire se utilizan las mediciones reportadas hora a hora de temperatura, radiación solar, CO, NOx, y O3 de las 5 estaciones de SIMA desde 1993 hasta 2002. Estas estaciones representan las regiones Suroeste (SO), Noroeste (NO), Centro (C), Noreste (NE) y Sureste (SE).

Para cada región geográfica, un análisis estadístico es realizado con los datos medidos hora a hora durante 10 años (1993-2002). Relaciones CO/NOX son calculados a partir de los datos hora a hora. Promedios mensuales y anuales de temperatura, radiación solar, CO/NOX y Ozono son obtenidos, caracterizando el comportamiento en el tiempo. Los datos CO/NOX de las primeras horas de la mañana son correlacionados con las concentraciones máximas de Ozono que usualmente ocurren en las primeras horas de la tarde. Además, máximos diarios en temperatura y radiación solar son correlacionados con los picos en los perfiles de ozono. Finalmente, teniendo todos los resultados para cada región de monterrey se realiza una comparación y discusión de los factores influyentes en las variaciones.

## **Discusión de Resultados**

Los resultados preliminares cubren desde la discusión de gráficas de tendencias hasta reportar expresiones estadísticas de correlaciones existentes entre las mediciones de calidad de aire. Las gráficas de las tendencias de temperatura, radiación solar, CO/NOX y Ozono para cada región durante 10 años en Monterrey reflejan los cambios tecnológicos en vehículos e industria. Se reportan niveles (numéricos) de ozono, radiación solar y CO/NOX.

Las relaciones CO/NOX obtenidas para diversas regiones permiten inferir claramente el efecto de diferentes proporciones en las fuentes emisoras (vehículos e industrias). Por ejemplo, las regiones suroeste y noreste están influenciadas en mayor medida por fuentes industriales. Mientras que las regiones sureste y centro son afectadas principalmente por fuentes vehiculares.

## **Conclusiones**

Los datos estadísticos CO/NOX definen que la reducción de emisiones contaminantes debe dirigirse a reducir hidrocarburos (HC) para inhibir el proceso de formación de ozono. Existe una relación de causa a efecto entre CO/NOX en las primeras horas de la mañana y la concentración máxima de ozono durante el día. Las tendencias de CO/NOX son un reflejo del cambio representando la proporción de fuentes vehiculares e industriales para cada región en Monterrey.

**TENDENCIAS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY (1993-2002).** Rubén del Rincon, Carlos Caballero, y Fabiola Sánchez, estudiantes de Ingeniería Química y del Capítulo Estudiantil de AWMA Sección Noreste, Campus Monterrey, ITESM; Dr. Jerónimo Martínez Martínez, Departamento de Ingeniería Química / Centro de Calidad Ambiental, Campus Monterrey, ITESM.

### **Antecedentes y Descripción**

Durante los pasados 10 años de mediciones de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) se ha formado una extensa base de datos hora a hora de mediciones de los principales contaminantes al aire y de parámetros meteorológicos. Los reportes anuales del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) concluyen que en Monterrey las normas de calidad de aire son excedidas 60 días por año en promedio debido principalmente a altas concentraciones de partículas menores de 10 micras (40 días/año) y ozono urbano (20 días/año).

Al contar con 10 años de mediciones, las tendencias dan información experimental sobre la situación urbana específica de Monterrey. El análisis de los datos (concentraciones y parámetros meteorológicos) permite fundamentar las causas en el incremento de la contaminación. Además, las mediciones permiten establecer claramente los niveles puntuales y promedio de los diversos contaminantes para la modelación y simulación de escenarios donde se considere estrategias futuras en la variación de las fuentes emisoras de contaminación

El objetivo principal del estudio es presentar las tendencias mensuales y anuales de concentraciones de los principales contaminantes al aire: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), y partículas menores a 10 micras (PM10) en 5 las regiones monitoreadas por el programa SIMA del gobierno del estado de Nuevo León.

### **Metodología**

Para determinar el comportamiento de la calidad del aire se utilizan las mediciones reportadas hora a hora de las concentraciones de CO, NOx, y PM10 de las 5 estaciones de SIMA desde 1993 hasta 2002. Estas estaciones representan las regiones Suroeste (SO), Noroeste (NO), Centro (C), Noreste (NE) y Sureste (SE).

Para el análisis de cada región geográfica, análisis estadístico son realizados con los datos medidos hora a hora 10 años (1993-2002). Promedios mensuales y anuales CO, NOX y PM10 son calculados caracterizando el comportamiento en el tiempo. También ciclos diarios para cada año del estudio son construidos para CO, NOX y PM10.



## **Discusión de Resultados**

La contaminación en Monterrey no ha disminuido mostrándose mayor tendencia de crecimiento. Los resultados en las tendencias de los promedios anuales en CO, NOX y PM10 muestran una disminución en los primeros años del 93 al 95, sin embargo, las concentraciones promedio anuales de estos contaminantes han crecido apreciablemente en el 2001 y 2002. La contaminación en la región noreste ha tenido un crecimiento sostenido.

En la comparación entre regiones se puede observar que las concentraciones de CO es mayores en la región central, mientras que la concentración de PM10 es mayor en la región suroeste. La región noreste es afectada fuertemente por la localización de la termoeléctrica.

Los ciclos diarios CO y NOX muestran tendencias similares teniendo máximos (picos) en las mañanas y tarde-noche. Esto refleja que las emisiones de estos contaminantes son del mismo tipo de fuente (vehículos)

## **Conclusiones**

Los resultados en ciclos diarios de concentraciones indican cómo las regiones de Monterrey son afectadas en forma diferente por el comportamiento temporal de las fuentes emisoras de contaminantes: operación industrial y tráfico vehicular. La densidad de vehículos es cambiante a lo largo del día y para cada región, mientras la operación industrial es más uniforme en tiempo.

Aunque se puede hablar de ciertas generalidades y características esenciales compartidas entre perfiles de contaminantes, cada caso presenta particularidades que lo hacen objeto individual de estudio. Existen ciertos fenómenos (episodios de alta/baja concentración, horas con picos, etc.) que requieren de un análisis particular a fin de emitir juicios y tomar decisiones.

# **EVUALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS MAMPARAS EN LA REMOCION DE LAS ALGAS DEL EFLUENTE DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN**

Cristina del Carmen Vázquez García, Maestría en Estadística , Campus Monterrey, ITESM; Alfredo Sosa González , Maestría en Estadística, Campus Monterrey, ITESM; Ivette Renne Hassen, Maestría en Ingeniería Ambiental, División de estudios de postgrado en ingeniería de la UNAM.

## **Descripción del experimento**

Como todo sistema de tratamiento de aguas residuales, aún con su simplicidad operacional, las lagunas de estabilización pueden presentar problemas haciendo necesario ejecutar los correctivos requeridos para su solución. Uno de los métodos correctivos que se utilizan para su remoción es la utilización de las mamparas, los cuales se definen como: paredes o placas usadas para canalizar o dirigir el flujo de agua en las lagunas. Proveen área superficial sumergida por la cual los microorganismos pueden quedar atrapados, incrementando la estabilización orgánica.

## **Metodología**

Por este motivo se elaboró un experimento el cual tiene las siguientes características:

Se elaboro un diseño de bloques incompletos al azar, que consto de dos corridas, la primera de ellas fue del día 13 de julio al 26 de julio del 2002, en la cual se midió la eficacia de dos mamparas contra un grupo control, es decir, sin mamparas y la segunda corrida fue del día 14 de agosto al 27 de agosto del mismo año, en la cual se midió la eficacia de tres mamparas contra un grupo control. Las componentes que se evaluaron en ambas corridas fueron: SST, DBO (soluble), DBO (total), CLOROFILA TIPO A, TIPO B, Y TIPO C, a las cuales se les midió a la entrada y a la salida de las mismas, además de que se elaboró un variable promedio, que se denominó porcentaje de reducción. La variable de interés para este estudio es la de porcentaje de reducción.

Primeramente se elaboró un estudio de tipo descriptivo, el cual determino, que los datos no siguen una distribución normal, y que no se tiene homogeneidad de varianzas.

En segundo lugar fue elaborar una análisis de no paramétrico, ya que se contaron con pocas observaciones en cada corrida, además de que no se cumplieron supuestos importantes tales como normalidad y homogeneidad de varianzas para la utilización de estadística paramétrica.

Se utilizaron la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para dos muestras. Además adicionalmente se elaboraron las pruebas parametricas tales como la prueba t y la prueba de Dunnett, para poder contrastar los resultados obtenidos, esto es recomendable cuando se utilizan pruebas no paramétricas.

## Resultados

En el contraste de el grupo de 2 mamparas y el grupo control, se tiene los siguientes resultados, para la variable porcentaje de reducción.

variable	p-valores	Conclusión
SST	0.0002	Diferencia en tratamientos
DBO(soluble)	0.0162	Diferencia en tratamientos
DBO(total)	0.0336	Diferencia en tratamientos
Clorofila tipo a	0.0044	Diferencia en tratamientos
Clorofila tipo b	0.0534	Igualdad en tratamientos
Clorofila tipo c	0.0942	Igualdad en tratamientos

Tabla1. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia al 95%. Los p-valores cuando son menores a 0.05, indican diferencia entre los tratamientos

Para el grupo de 3 mamparas y control

variable	p-valores	Conclusión
SST	0.0001	Diferencia en tratamientos
DBO(soluble)	0.0248	Diferencia en tratamientos
DBO(total)	0.0108	Diferencia en tratamientos
Clorofila tipo a	0.0044	Diferencia en tratamientos
Clorofila tipo b	0.0002	Diferencia en tratamientos
Clorofila tipo c	0.0942	Igualdad en tratamientos

Tabla2. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia al 95%. Los p-valores cuando son menores a 0.05, indican diferencia entre los tratamientos

Para 2 mamparas y tres mamparas

variable	p-valores	Conclusión
SST	0.2822	Igualdad en tratamientos
DBO(soluble)	0.0901	Igualdad en tratamientos
DBO(total)	0.3224	Igualdad en tratamientos
Clorofila tipo a	0.8813	Igualdad en tratamientos
Clorofila tipo b	0.7553	Igualdad en tratamientos
Clorofila tipo c	0.6963	Igualdad en tratamientos

Tabla3. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia al 95%. Los p-valores mayores a 0.05, nos dicen que los tratamientos son iguales.

## Conclusiones generales

Este estudio determinó que la utilización de mamparas si ayuda a remover algas en el afluente, en casi todos sus componentes, solo en los componentes de clorofila tipo b y c, los resultados no fueron tan contundentes. Lo que si queda muy claro es que no existen diferencias entre utilizar dos y tres mamparas, es decir sus efectos son los mismo, así que para fines prácticos es mejor utilizar dos mamparas.

**ENERGÍA EÓLICA: UNA PROPUESTA VIABLE PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE TAMAULIPAS.** Carlos Flores Silguero, Ingeniería Mecatrónica, ITESM, Campus Monterrey.

La energía eólica ha existido desde el principio de los tiempos, sin embargo no fue sino hasta el siglo pasado cuando ésta comenzó a ser utilizada para generar electricidad, como una necesidad de generar energía eléctrica limpia que no contaminara ni agotara los recursos naturales. El presente proyecto de investigación analiza los posibles beneficios sociales, económicos y ambientales que traería consigo el aprovechamiento de la energía eólica para generar electricidad en el Estado de Tamaulipas. Los resultados obtenidos, bajo la forma de recomendaciones, servirán de instrumentos de decisión para las Autoridades Estatales y sus socios debiendo facilitar, la implementación de nuevos proyectos de desarrollo urbano sostenible ligando: la generación de energía eléctrica a partir de energía eólica, la conservación de los recursos naturales y el progreso socioeconómico del Estado de Tamaulipas. Es importante tomar conciencia de que si el volumen de energía que se consume no deja de aumentar, se agotarán los combustibles fósiles, modificando por completo el medio ambiente, esto lleva a la necesidad de pensar tempranamente en la utilización de energías renovables como lo es la energía eólica.

Las ventajas que la energía eólica puede traer a Tamaulipas son mucho mayores que las posibles desventajas, incluso en términos de gasto-ingreso, por lo que actualmente la energía eólica representa una propuesta viable para un construir un futuro sustentable en Tamaulipas, para comprobar esto se realizará una búsqueda exhaustiva de información en la [www](http://www), así como las entrevistas necesarias para probar la viabilidad de este proyecto. En el presente trabajo se analizan primero las posibles ventajas de la energía eólica para la región limitándose a ideas concretas y posteriormente las posibles desventajas. Al final se presentarán las conclusiones así como algunas propuestas que surjan en el desarrollo de la investigación.

Las posibles ventajas de la energía eólica son principalmente: la protección al medio ambiente, ya que la producción de energía eléctrica por medio de aerogeneradores no genera residuos tóxicos a diferencia de otras formas de producción. El crecimiento económico es otra ventaja que trae consigo la energía eólica, en el caso de Tamaulipas se podría instalar energía eléctrica a lo largo de toda la costa y así fomentar la inversión privada y el turismo en las playas. Otra ventaja de la energía eólica es en el aspecto social, el intercambio de tecnología con países desarrollados que ya han desarrollado la energía eólica. Las posibles desventajas de la energía eólica son pocas, sin embargo, existen efectos comunes a las instalaciones eólicas que pueden sintetizarse en los siguientes aspectos: impacto sobre la flora, efectos sobre la avifauna, impacto visual y ruido.

Se llega a la conclusión de que para determinar la viabilidad de un proyecto eólico en Tamaulipas, se necesita de una extensa campaña de concientización, una gran organización, y un buen equipo de trabajo dispuesto a marcar la diferencia en Tamaulipas, así como el apoyo de la industria de la región, el capital privado sería de gran ayuda, después de esto, se podría dar un fallo a favor o en contra, en opinión personal, dar un fallo en contra sería solo posponer una necesidad creciente que se puede convertir en una enfermedad terminal para la tierra. La solución al problema de la energía no es generar energía menos sucia, sino no tener la necesidad de generar tanta.

## RESUMEN.

### **ASFALTOS MODIFICADOS CON HULE LLANTA Y POLÍMEROS.**

Ing. Ramiro Gómez Acosta, Maestría en Ingeniería y Administración de la Construcción, ITESM Campus Monterrey; Dr. Carlos Humberto Fonseca Rodríguez, Departamento de Ingeniería Civil, ITESM Campus Monterrey; Ing. Andrés Rangel, TexPar Energy; Ing. Rodolfo Villalobos Dávila, ASFALTECS, S.A. de C.V.

En la actualidad, los asfaltos convencionales utilizados en la construcción de los pavimentos mexicanos tienen serias limitaciones en su respuesta ante cargas muy altas y condiciones climáticas extremas. Por otra parte, el desecho de materiales contaminantes es otro de los problemas que aquejan a México, razón por la cual se deben buscar alternativas de reciclaje de tales materiales, pudiendo así reducir la problemática que empeora cada día más. Las llantas de desecho son uno de estos materiales, que si bien no son considerados residuos peligrosos, son materiales que producen grandes focos de infección y ocupan enormes extensiones de tierra, sin descartar la posibilidad de incendios que ocasionarían un gran daño al medio ambiente. La posibilidad de incorporar el hule de llanta a los asfaltos para mejorar la calidad de los mismos, representa una alternativa muy positiva, que si bien no es la solución a la problemática de las llantas de desecho, podría contribuir a disminuirla considerablemente. Tomando en cuenta, tanto la problemática de la mala calidad de los asfaltos convencionales como la de las llantas de desecho, en este trabajo se han evaluado las propiedades de tres asfaltos modificados con hule de llanta (H12, H14, H16) y dos modificados con polímeros (M1 y M2). Estas propiedades fueron comparadas con las de un asfalto convencional (AC-20), con el objeto de observar si los modificadores mejoran la calidad de los asfaltos convencionales y destacar las ventajas que tienen unos sobre otros. Las pruebas que se realizaron para evaluar los materiales fueron: penetración, punto de reblandecimiento, recuperación elástica por torsión y por ductilómetro, método UCL® (susceptibilidad térmica y adhesividad), tensión indirecta y deformaciones plásticas permanentes en la máquina de pista. Además, se obtuvo el grado de desempeño (PG) para cada uno de los asfaltos de acuerdo a las especificaciones SUPERPAVE (Superior PERforming Asphalt PAVements) del Programa de Investigación de Carreteras Estratégicas (SHRP) de Estados Unidos. Este grado de desempeño es el rango de temperaturas en el cual un cemento asfáltico se comporta de manera aceptable. Los resultados obtenidos muestran que el hule de llanta mejora la adhesividad de los asfaltos, así como las propiedades a bajas temperaturas. Por su parte, los polímeros mejoran las características de los asfaltos a altas temperaturas, lo que evita que se presenten deformaciones plásticas permanentes, comúnmente llamadas "roderas". En esta investigación se puede concluir que el hule de llanta y los polímeros pueden mejorar el desempeño de los asfaltos, aplicándolos de manera consiente, de acuerdo a las condiciones de carga y temperatura a las que estarán sometidos en el pavimento.

## Diseño y Construcción de una Máquina Expendedora de Toallas Sanitarias.

Modalidad:	Póster de proyecto a nivel Licenciatura.		
Categoría:	Extensión.		
Área:	Ingeniería		
Especialidad:	Desarrollo de Nuevos productos.		
Responsable:	<b>M.C. Abiud Flores Valentín.</b> Profesor de Planta Departamento de Ingeniería Mecánica División de Ingeniería y Arquitectura ITESM, Campus Monterrey Ubicación: Aulas IV oficina 239C Correo Electrónico: <a href="mailto:abiud.flores@itesm.mx">abiud.flores@itesm.mx</a> TEL.: 83582000 Ext. 5430 y 5431		
Alumnos participantes:	Patricia Treviño Muñoz	223572	IMA
	Eva Ma. Salomé Delgadillo Molina	589589	IMA
	Herbert José Luis Morales Roldán	768884	IMA
	Angélica Álvarez García	773397	LDI
	Beatriz Margarita Vásquez Díaz	773658	LDI
	José Antonio Notholt Vergara	880817	IME

---

- **Objetivo general del proyecto.**

Diseño y construcción de una máquina expendedora (*Vending Machine*) de toallas sanitarias para dama para el mercado mexicano aplicando las técnicas de innovación de productos QFD-TRIZ-CAD.

- **Objetivos particulares del proyecto.**

- Diseñar una máquina expendedora de toallas sanitarias confiable y altamente rentable para el mercado mexicano.
- Construcción de un prototipo físico que evalúe el funcionamiento y el impacto del producto en el mercado.
- Aplicación de las técnicas de innovación de productos QFD-TRIZ-CAD para el diseño de la Vending Machine.
- Aplicación del trabajo colaborativo para el desarrollo de productos.
- Desarrollar sinergia entre estudiantes de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial en el área de innovación de productos.
- Desarrollar esquemas de trabajo colaborativo a distancia.

- **Descripción del Proyecto.**

En los últimos años el mercado de las máquinas expendedoras o también denominas Vending Machines ha encontrado una oportunidad de negocio muy importante en nuestro país.

Cada vez más productos y servicios son ofertados a través de máquinas automáticas mecánicas o electrónicas. De acuerdo a un breve estudio de mercado que realizó una empresa yucateca dentro del ramo de las Vending Machines se encontró un nicho de mercado en la venta de toallas sanitarias para dama a través de maquinas expendedoras colocadas dentro de los sanitarios ubicados en plantas maquiladoras, hospitales y centros comerciales.

La empresa y el ITESM a través del departamento de Ingeniería Mecánica iniciaron un proyecto en donde se definió como objetivo diseñar una máquina expendedora confiable, rentable y de tecnología mexicana. Este proyecto inicio en Agosto del 2001 como proyecto PAD en el departamento de Ingeniería Mecánica.

El diseño comenzó con la identificación de necesidades del cliente y el posicionamiento del producto en el mercado. Durante el proyecto se desarrollaron esquemas de trabajo a distancia, tales como juntas por ICQ, conferencias telefónicas, envíos de ideas y bocetos por correo electrónico. De esta manera, la primera fase del diseño conceptual quedo completado en Diciembre del 2001.

La fase de diseño a detalle hasta la construcción del prototipo beta se realizaría durante el semestre Enero-Mayo 2002. Para esta etapa se invitó a estudiantes de la carrera de Diseño Industrial para realizar sinergia en el diseño mecánico y en la proyección estética. El producto sería lanzado a un mercado que exigía una imagen de confianza y feminidad.

## • Metodología

El proceso de diseño propuesto en este proyecto se basó en una sinergia de tres diferentes técnicas de innovación de productos. La primera fue el Quality Function Deployment (QFD) que se aplicó con el objetivo de identificar las principales directrices de diseño de este producto. Por otro lado la correlación de las especificaciones técnicas dentro del QFD asisten en la identificación de las contradicciones técnicas que se requieren en la segunda técnica de innovación: TRIZ. TRIZ es una herramienta que permite para el desarrollo del producto. El modelo de sinérgico de las técnicas de innovación de diseño de productos aplicado se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Modelo sinérgico de técnicas de innovación aplicadas para el desarrollo de la Vending Machine.

El Quality Function Deployment traduce toda la información relevante del cliente en criterios ingenieriles. El pilar de la Teoría de Solución de Problemas de Inventiva (TRIZ por sus siglas en ruso) es encontrar que las contradicciones pueden ser resueltas a través de la aplicación un número determinado de principios de inventivas. Otras técnicas de innovación aplicadas fueron:

- Benchmarking.
- Método Simplex.
- Matriz Morfológica
- Tabla de Selección de Puig.

A partir de este punto, se crearon dos equipos que le dieron un carácter interdisciplinario al proyecto. El primer grupo se encargó del diseño de la parte estética del producto; mientras que el segundo se evocó al diseño funcional. Es así como, en paralelo se desarrollaron las siguientes actividades:

- Detección de áreas de oportunidad
- Generación de Soluciones
- Implementación de las correcciones
- Ensamble del prototipo
- Pruebas finales

## • Resultados

El prototipo se construyó con financiamiento de la empresa y actualmente se encuentra en proceso de patente. Además de permitir el desarrollo de once estudiantes de tres carreras (IMA, IME y LDI) y pagar la beca de un estudiante de intercambio de la Ecole Nationale Supérieure d'Ingenieurs Electriciens en Francia, la empresa patrocinó todos los gastos de construcción del prototipo.

El resultado de este proceso sinérgico fue un producto competitivo, de bajo costo y estético que tiene las siguientes características: Capacidad de 100 toallas, totalmente mecánica, cumpliendo con la apariencia estética que el mercado demanda, además de económica y confiable. Después de la entrega de resultados, la empresa patrocinadora decidió iniciar el proceso de patente del producto así como la producción en serie del mismo para iniciar su distribución en el área metropolitana de Mérida, Yucatán. Este producto cuenta con marcadas ventajas competitivas con respecto a productos ya existentes en el mercado como: Aumento de la capacidad de almacenamiento de toallas, mejor apariencia (véase la figura 2) y menor tamaño. Facilidad de colocación, sin requerir grandes modificaciones en el inmueble. Eliminación del uso de un empaque individual reduciendo el costo.

El costo total es menor y la mayoría de los componentes son estándar. El diseño es genérico; es decir, se pueden utilizar una amplia gama de marcas y estilos diferentes de toallas.

## • Conclusiones

Con este proyecto, el Tecnológico de Monterrey demuestra su compromiso con el desarrollo de la comunidad. Con la participación conjunta de alumnos del área de Mecánica y Diseño Industrial y profesores, este trabajo concluyó las etapas de Diseño Conceptual hasta la evaluación y Refinación del Diseño en un periodo de un año. El prototipo mostrado en la figura 3 se encuentra ahora en etapa de producción en serie logrando de esta manera fomentar la creación de nuevos empleos y lograr un impacto económico y social en México.





**Figura 2.** Diseño virtual de la Vending Machine.



**Figura 3.** Fotografía del prototipo final.

# **POSTERS**

**Área: Medicina y Biotecnología**

**Coordinador de área: Dr. José Rafael Borbolla  
Escoboza**

# **Enfermedad de Castleman Retroperitoneal: Reporte de un caso y revisión de la literatura.**

<sup>1</sup> Alvarez-Arrazola R A, <sup>1</sup> Moreno Guerrero J M, <sup>1</sup> Tejada Silva Y C, <sup>1</sup> Fernandez de la Torre J M, <sup>2</sup> Sanchez Alarcón H  
<sup>1</sup> Departamentos de Radiología e Imagen y <sup>2</sup> Cirugía, Hospital San José Tec de Monterrey.

## **Descripción del proyecto**

La Enfermedad de Castleman es una entidad linfoproliferativa rara. Fue descrita por primera vez en 1956 por Castleman y cols. (1). También se le conoce como hiperplasia nodular linfática angiofolicular, hiperplasia de ganglios linfáticos gigantes y con menos frecuencia como hamartoma linfoideo o linforeticuloma folicular. Consiste en una proliferación no neoplásica de tejido linfoideo y vascular, en adultos, usualmente antes de los 30 años. El crecimiento ganglionar comunmente es un hallazgo en una radiografía de tórax de un individuo asintomático; otros sitios de afectación incluyen ganglios linfáticos cervicales o axilares, parénquima pulmonar, tejido muscular y retroperitoneo (2).

El diagnóstico definitivo se basa en los hallazgos patológicos postoperatorios.

## **Metodología**

Reportamos el caso de una mujer de 48 años de edad con diagnóstico de Enfermedad de Castleman retroperitoneal.

## **Presentación del resultado**

Paciente femenina de 48 años de edad, que inicia 8 hrs. previas a su ingreso con disuria, tenesmo vesical y dolor en el ángulo costovertebral izquierdo, sin antecedentes clínicos de importancia para el padecimiento actual.

Los exámenes de laboratorio iniciales reportan: biometría hemática normal y examen general de orina con leucocituria (> 100/campo), hematuria microscópica (Hb +, 60-70/campo).

Una Urografía Excretora reportó efecto de masa en el lado izquierdo del hueco pélvico con desplazamiento medial del ureter y compresión del techo y pared izquierda de la vejiga urinaria.

El ultrasonido pélvico reportó una masa en el anexo izquierdo, de 6 x 4.8 cm, sólida, con calcificaciones y desplazamiento medial de los vasos iliacos. La tomografía axial computarizada confirmó el origen retroperitoneal de la masa con desplazamiento medial del uréter y vasos iliacos. La masa midió 6.3 x 4.8 x 9 cms. También mostró las calcificaciones y reforzó en forma homogénea con el material de contraste intravenoso.

En Cirugía se encontró la masa en el retroperitoneo, a nivel de S2 que desplazaba el uréter y los vasos iliacos hacia la línea media. La tumoración de 10 x 9 x 12 cms se resecó junto con ganglios paraaórticos y paraílicos de 1.5

y 2.9 cm respectivamente. La biopsia transoperatoria reportó hiperplasia gigante o folicular, negativa para malignidad.

El reporte definitivo de patología describió ganglios con características de la Enfermedad de Castleman: los folículos presentan una organización de los linfocitos en tela de cebolla, con presencia de áreas de hialinización y proliferación vascular; además, se observan acúmulos de células plasmáticas en algunas otras áreas y abundantes áreas de esclerosis.

### **Conclusiones generales**

La Enfermedad de Castleman afecta el tórax hasta en un 64 % de los casos. Otros sitios son el abdomen, retroperitoneo, cuello y axila. Puede ser focal o multicéntrica. La etiología es desconocida, se sospechan factores tóxicos o genéticos; en pacientes con VIH puede existir una transmisión sexual del herpes virus 8.

Existen dos formas de Enfermedad de Castleman: la forma hialino vascular (generalmente localizada) y la variedad de células plasmáticas (generalmente multicéntrica).

La forma hialino vascular ocurre en el 90 % de los casos, en general afecta el tórax y predomina en hombres 4:1. El 70% de los pacientes son menores de 30 años y del 58 al 97% están asintomáticos. El tratamiento es quirúrgico. Cursa con baja recurrencia si la resección es subtotal.

La variedad de células plasmáticas, es típicamente multicéntrica. Se presenta con fiebre, pérdida de peso, anemia, hipoalbuminemia e hipergamaglobulinemia. Ocurre en la 5ª y 6ª décadas. El tratamiento combina esteroides y quimioterapia. El pronóstico es pobre con sobrevida de 50 % a 6 meses.

La característica radiográfica de la Enfermedad de Castleman es el crecimiento ganglionar focal, manifestada por masas de bordes bien definidos y lobulados en el mediastino o en los hilios; en la tomografía computarizada refuerzan en forma homogénea con el contraste intravenoso. Del 5 al 10% presentan calcificaciones centrales, puntiformes o gruesas. A veces los bordes son poco nítidos con invasión a estructuras vecinas.

El ultrasonido muestra masas hipoeoicas y a veces áreas calcificadas hiperecoicas con atenuación acústica. En la resonancia magnética las masas son hiperintensas en relación al músculo en T1 e hipertensas en T2; hay vasos en su periferia y las lesiones refuerzan con gadolinio.

La variedad hialino vascular muestra tinción tumoral prolongada cuando se hace angiografía. Se ha usado la embolización preoperatoria con el fin de disminuir el sangrado transoperatorio.

La Enfermedad de Castleman debe incluirse en el diagnóstico diferencial de masa retroperitoneal, en la que se demuestre reforzamiento homogéneo e intenso con el contraste intravenoso (3).

## Bibliografia

1. Castleman B, Iverson I, Menendez VP. Localized mediastinal lymph node hyperplasia resembling thymoma. *Cancer* 1956; 9: 822-830.
2. Keller AR, Hochholzer L, Castleman B. Hyaline-vascular and plasma-cell types of giant lymph node hyperplasia of mediastinum and other locations. *Cancer* 1972; 29: 670-683
3. Teh HS y cols, Retroperitoneal Castleman´s disease in the Perinephric Space-Imaging Appearance: A Case Report and Review of the Literature. *Ann Acad Med Singapore* 2000; 29:773-6
4. Bowne WB y cols. The management of unicentric and multicentric Castleman´s Disease: a report of 16 cases and a review of the literature. *Cancer* 1999 Feb 1;85(3): 706-17

# **EFFECTO TOXICOLÓGICO DE BIS-2-(ETIL HEXIL FTALATO), DI-N-OCTIL FTALATO Y BUTIL BENCIL FTALATO (PRESENTES EN ENVASES FLEXIBLES) EN RATAS WISTAR**

**César Rodríguez R., Cecilia Rojas De Gante**

Departamento de Tecnología de Alimentos-Centro de Biotecnología. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. Av. Eugenio Garza Sada 5021 Sur. Col. Tecnológico, Monterrey, N.L. e-mail: [cesarrdzrd@hotmail.com](mailto:cesarrdzrd@hotmail.com) , [crd@itesm.mx](mailto:crd@itesm.mx)

Los envases de plástico, pueden ser rígidos, semirígidos y flexibles. En el grado de flexibilidad influyen los plastificantes, los cuales son líquidos de baja volatilidad que facilitan el movimiento interno de las cadenas de los polímeros. Como plastificantes se usan combinaciones de diferentes compuestos, siendo los más utilizados, los ésteres del ácido ftálico, conocidos como ftalatos. Debido a que los ftalatos no están unidos químicamente a las moléculas de polímero, tienden a migrar hacia el medio ambiente o hacia el alimento. Bis-2-(Etil Hexil Ftalato) (DEHP) migra a una velocidad constante de el plástico al ambiente: ha sido detectado en agua, alimentos y es considerado como un contaminante ampliamente distribuido. A pesar de la gran cantidad de investigaciones sobre la toxicidad del DEHP en animales y en humanos, algunas organizaciones lo consideran de baja toxicidad. Sin embargo, otras organizaciones han prohibido su uso. El propósito de esta investigación es evaluar el nivel de toxicidad de los ftalatos, presentes en envases flexibles usados en la industria de alimentos, en ratas Wistar. El método para la separación de una mezcla de ftalatos por CG-DIF ha sido establecido (Volumen de inyección de 1 microlitro, en el modo "split" con una relación de 150 a 1, temperatura inicial del horno de 80°C, aumentando su temperatura a una velocidad de 45°C por minuto hasta 310°C y una columna capilar SGE de 30m de longitud y 0.25mm de diámetro con fase estacionaria BPX5 (sílica, no polar) de 0.25 micras de espesor. Los resultados toxicológicos indican que la Dosis Letal Media para BBP se encuentra entre 6750ppm y 13500ppm. La dosis letal media (LD<sub>50</sub>) de los ftalatos es la base para determinar la dosis de ftalato (s) a la cual se afectan hígado, riñón y gónadas de la rata Wistar mediante un estudio de toxicidad subcrónico trabajando con 3 niveles de dosis para cada ftalato y usando dos tipos de dietas. El uso de ratas que no han alcanzado la madurez sexual al inicio del experimento nos permite evaluar si la ingesta de ftalatos provoca un desarrollo sexual prematuro del animal. Una dieta con mayor contenido de lípidos puede favorecer la absorción de los ftalatos y ocasionar un mayor daño en los órganos blanco de estas sustancias. Para evaluar los niveles de ftalatos en el animal durante el experimento se toman muestras de orina y sangre, se extrae el analito en fase sólida y se cuantifica por CG-DIF. Los estudios histopatológicos en hígado, riñón y gónadas se realizan al término de los 90 días comparando las observaciones de los tejidos de cada grupo con sus respectivos controles, encontrando una elevada cantidad de peroxisomas en células hepáticas, presencia de quistes y deformación de nefronas en riñón, formación de vacuolas en células de Sertoli, y quistes en ovarios. Mediante un análisis de varianza se determinan los efectos principales e interacciones, por medio del paquete estadístico JMP® (SAS Institute Inc. 1997).

## **Efecto de la germinación del frijol negro sobre el perfil de isoflavonas y su actividad estrogénica para prevenir cáncer de mama.**

Gutiérrez Uribe, Janet A.<sup>1,2</sup> , Serna Saldívar, Sergio O.<sup>1</sup> ; Hernández Brenes, Carmen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Tecnología de Alimentos, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Ave. Eugenio Garza Sada 2501-Sur, Monterrey, NL 64849, México.

<sup>2</sup> Centro de Biotecnología, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

Las isoflavonas son los isoflavonoides más abundantes en la naturaleza sintetizados por las plantas a partir de fenilpropanoides y fenólicos simples, conociéndose más de 160 agliconas [4]. Se encuentran principalmente en los granos de las plantas pertenecientes a la familia *Leguminosae* y más comúnmente en las fabáceas, donde ejercen una acción biológica de protección contra insectos, así como ligeramente fungistática [2]. La daidzeína, genisteína, gliciteína, formononetina y biocanina A son las isoflavonas más comunes.

Debido a su estructura química similar a la de los estrógenos, estos compuestos también se conocen como fitoestrógenos y se ha demostrado que tienen un potencial como terapia alternativa para diferentes condiciones dependientes de hormonas, tales como cáncer, síntomas de menopausia, enfermedades cardiovasculares y osteoporosis [7]. Lo anterior se ha probado en base al consumo de productos de soya, ya que es la fuente más importante de isoflavonas en la dieta oriental; sin embargo, en México el frijol junto con el maíz es la base de la alimentación. El consumo estimado de esta leguminosa es de 22 kg/habitante/año [3] por lo que es necesario evaluar su contenido de isoflavonas para considerar su importancia como fuente de fitoestrógenos. Por otra parte se sabe que el frijol negro es la clase comercial más consumida en el país [3] y que es la que tiene mayor concentración de isoflavonas con 698.5 mg/kg<sub>seco</sub> de daidzeína, y 698.5 mg/kg<sub>seco</sub> de genisteína [5]. Sin embargo, no existen otros datos reportados de la concentración de estos compuestos en el frijol negro y el dato anterior parece estar muy por encima del valor promedio de daidzeína y genisteína presente en otros tipos de frijoles, siendo de 0.13 mg/kg<sub>seco</sub> y 4.08 mg/kg<sub>seco</sub> respectivamente [6]. Además de que no se conoce si, al igual que en la soya, pudiera haber diferencias significativas en la concentración de isoflavonas en distintas variedades de frijol negro y el efecto que procesos tales como la germinación y la fermentación pudieran aumentar el contenido total o el tipo de isoflavonas presentes en los productos de frijol.

Lo anterior es importante debido a que se han encontrado diferencias en la capacidad de absorción y la actividad biológica de varias isoflavonas. Por lo que el objetivo del presente estudio fue cuantificar la concentración de isoflavonas en 12 variedades de frijol negro, al mismo tiempo que identificar si se encontraban de manera de glucósidos o agliconas. Por otra parte se probó el efecto de la germinación del frijol negro sobre el contenido total de isoflavonas y el cambio en la relación de las formas presentes para poder correlacionar esto con un posible aumento en la capacidad de los extractos de estos productos para inhibir el crecimiento de células tumorales de mama.

Se recibieron 12 variedades de frijol negro proporcionadas por el INIFAP y se llevaron a cabo extracciones de las isoflavonas a partir de 5 g de harina de frijol.

Los 5 g de harina se mantuvieron en agitación por 3 horas a temperatura ambiente con 50 ml de metanol al 80%. Para eliminar los azúcares y concentrar las muestras se utilizaron cartuchos de C<sub>18</sub> previamente acondicionados, los cuales una vez que se cargaron con la muestra diluida con agua destilada se lavaron con agua y después con metanol al 30% para posteriormente obtener los extractos semipurificados de isoflavonas con metanol al 100%. 1 ml de estos extractos se diluyeron con 1 ml de agua grado HPLC, se filtraron (0.45µm) y se inyectaron a un sistema de cromatografía líquida de alta presión (HPLC) donde se llevó a cabo la separación en base a un gradiente de metanol en agua y se detectaron las isoflavonas a una longitud de onda de 262 nm.

En las 12 variedades de frijol se identificó un pico correspondiente a la genisteína en su forma glucosidada, así como biochanina A como aglicona. Ambos picos fueron identificados a partir de la fortificación de las muestras con estándares de ambas isoflavonas. Se observaron diferencias significativas en la concentración de isoflavonas totales entre las diferentes variedades cuyo nivel no es el mismo reportado, sin embargo este dato puede estar sobreestimado ya que se conoce poco sobre las condiciones de almacenamiento del frijol empleado y se sabe que la concentración de isoflavonas puede aumentar debido a condiciones de estrés durante el almacenamiento [1].

Por otra parte se observó que durante la germinación existe un cambio en el tipo de isoflavonas presentes en el frijol negro más aun falta experimentación para comprobar la tasa de cambio de las isoflavonas.

A partir de las isoflavonas generadas en el proceso de germinación y de las presentes en el frijol negro crudo se están llevando a cabo estudios *in vitro* para probar el efecto inhibitorio que pudieran tener estos compuestos en el crecimiento de células de cáncer de mama.

#### Referencias:

1. Biggs, R. 1975. Post-Infectional Compounds from the French Bean *Phaseolus vulgaris*; Isolation and Identification of Genistein and 2, 4, 5, 7-Tetrahydroxyisoflavone. *Aust. J. Chem.* 28: 1389-92.
2. Cassidy, A., Hanley, B., Lamuela-Raventos, R.M. 2000. Review: Isoflavones, lignans and stilbenes-origins, metabolism and potential importance to human health. *J. Sci. Food and Agric.* 80:1040-1062.
3. Castellanos, J.Z. Guzmán, H., Jiménez, A., Mejía, C., Muñoz, J., Acosta, J.A., Hoyos, G. López, E., González, D., Salinas, R., González, G., Muñoz, J., Fernández, P., Cáceres, B. 1997 Hábitos Preferenciales de los Consumidores de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 47 (2):163-167.
4. Harborne, J. B., Mabry, T. J., Dewick, 1982. *The Flavonoids : advances in research.* Chapman and Hall. London, UK.
5. Franke, A.A., Custer, L.J., Cerna, C.M., Narala, K.K. 1994 Quantitation of Phytoestrogens in Legumes by HPLC. *J. Agric. Food Chem.* 42 (9): 1905-1913.
6. Mazur, W.M. 1998. Isoflavonoids and lignans in legumes. In: *Phytochemicals: a new paradigm.* Editado por: Wayne R. Bidlack. TECHNOMIC Pub. Co. Lancaster. 179p.
7. Setchell, K.D.R., Aedin, C. 1999 Dietary Isoflavones: Biological Effects and Relevance to Human Health. *J. Nutr.* 129:758-767.



# Biosíntesis de antibiótico ácido clavulánico a base de extracto de malta, harina de soya y harina de maíz

Ing. Martha Morgado Munguía, María Durán Galván  
Instituto Tecnológico y de Estudios superiores Campus Monterrey  
Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud - CIECS

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El **objetivo** del proyecto es evaluar la **factibilidad técnica** de la **producción biotecnológica** a nivel laboratorio de **ácido clavulánico** a partir de la bacteria ***Streptomyces clavuligerus*** y un medio de cultivo a base de gramínea de abundancia en México, con alto contenido protéico y enriquecido con promotores para la formación de piruvato.

El **ácido clavulánico** es un **antibiótico** inhibidor de las enzimas beta-lactamasas, las cuales acaban con la actividad antimicrobiana de los antibióticos beta-lactámicos al hidrolizarlos. Gracias a ello el ácido clavulánico ayuda a que los antibióticos como las penicilinas o cefalosporinas actúen efectivamente.

Con este proyecto se evaluó la efectividad de medios a base de **harina de soya (HS)** y **harina de maíz (HM)** al ser utilizados como fuente nutricional para el crecimiento y la producción de ácido clavulánico con la bacteria *S. Clavuligerus*. La razón por la que se seleccionaron estos granos es que tienen un alto contenido de los aminoácidos necesarios para la producción del ácido clavulánico, proporcionando una fuente de nitrógeno e incluso de carbono <sup>1</sup>. El medio de cultivo fue **enriquecido** con treolato, glicerina y fosfatos como **promotores** en la formación de glicina y fosfolípidos que unidos enzimáticamente a la metionina y cisteína de las gramíneas generan los glicerolípidos que finalmente dan lugar al piruvato, principal **precursor** del ácido clavulánico durante la biosíntesis. Se determinó también la **temperatura óptima** para el crecimiento de la bacteria. Se sabe que el rango de temperatura para el crecimiento de la bacteria está entre 20 y 35°C y su crecimiento óptimo se obtiene alrededor de los 7 días.<sup>2</sup> El **rendimiento y efectividad** del producto se evaluaron empleando espectrofotómetro para cuantificación del ácido clavulánico y bioensayos de inhibición con la bacteria ***E.coli***.

## METODOLOGÍA

1. **La primer etapa** del proyecto consiste en obtener la curva de crecimiento de la bacteria sometida a temperaturas de 20, 25, 30 y 35°C en tres medios diferentes, a base de soya, maíz y extracto de malta, evaluado a los 3, 7 y 9 días después de la inoculación tanto en medio sólido como líquido. Para evaluar el efecto de la temperatura y el tiempo de crecimiento, se prepararon 36 cajas Petri con 3 divisiones para colocar un medio en cada división. Estas cajas se inocularon con *S. Clavuligerus* en forma de estría. Se colocaron al mismo tiempo 9 cajas en diferentes incubadoras a las temperaturas especificadas y se fueron sacrificando 3 cajas para evaluación a los 3, 7 y 9 días. Los resultados de mejor crecimiento se emplearon para la segunda etapa.
2. **La segunda etapa** consiste en la cuantificación de biomasa y ácido clavulánico bajo las mejores condiciones de temperatura y tiempo de proceso seleccionadas en la etapa uno. Para facilitar la cuantificación se utilizaron medios líquidos con los mismos nutrientes que los preparados anteriormente en fase sólida. Para evitar diferencias significativas en transferencia de masa y oxígeno entre medio sólido y líquido, se emplearon volúmenes reducidos de medio líquido. Se emplearon matraces erlenmeyer de 50 ml, en cada matraz se agregaron 25 ml del medio preparado y después de esterilizar se inoculó *S. Clavuligerus* a partir de la cepa original. Se prepararon 3 matraces por cada medio y se colocaron en una incubadora con agitación Innova 4000 a 30°C y 100 rpm durante 7 días.<sup>2</sup>
3. **La tercer etapa** es el análisis de muestras, por peso seco para cuantificación de biomasa y por espectrofotometría DU 650u a 390 y 420 nm para cuantificación de ácido clavulánico. Como

Medio EM (extracto de malta)	Medio HS (harina de soya)	Medio HM (harina de maíz)
Glicerol 20 gr/l	Glicerol 2 gr/l	Glicerol 2 gr/l
Extracto de malta 10 gr/l	Harina de soya 1.5 gr/l	Harina de maíz 1.5 gr/l
Peptona 10 gr/l	Treolato 0.5 gr/l	Treolato 0.5 gr/l
	Sulfato de magnesio 0.1 gr/l	Sulfato de magnesio 0.1 gr/l

estándar se utilizó ácido clavulánico comercial (Amoxilina/Ácido clavulánico-Tabletas Clavuser)

4. **La cuarta etapa** consiste en evaluar la Actividad antibacterial del producto obtenido. Para comprobar el carácter antibiótico del compuesto se llevaron a cabo ensayos de inhibición de crecimiento con la bacteria *E.coli*, haciendo uso tanto de las muestras preparadas en medio sólido como en líquido. Para las muestras en medio sólido se seleccionó una placa de cada temperatura evaluada y se inoculó directamente *E.coli* en ella. Con los matraces en medio líquido, primero se inoculó *E.coli* en placas con medio LB posteriormente se agregó un mililitro del líquido obtenido de cada muestra (después de separar la biomasa por centrifugación). Se preparó también un blanco sin agregar el producto obtenido y con cada uno de los medios evaluados para *S. Clavuligerus*. Todas las muestras se colocaron en una incubadora a 30°C durante 24 horas.

## RESULTADOS

**Crecimiento de *S. Clavuligerus*.** De las muestras en medio líquido se obtuvieron 21.8 mg +/- 4 de biomasa en EM, 23.7 mg +/- 4 de biomasa en HS y 6.7 mg +/- 6 de biomasa en HM a 30°C y por 7 días de proceso.

**Concentración de ácido clavulánico:** de 5 a 7 mg/ml en EM, 3 mg/ml en HS y de 20 a 27 mg/ml en HM

**Actividad antibacterial:** Se observa claramente el efecto de inhibición en el crecimiento de *E.coli*. Solamente en una muestra del medio HS se pudo cuantificar crecimiento de esta bacteria, pero fue mínimo. De igual forma con las placas a las que se agregó una alícuota del medio líquido de pudo observar la inhibición en el crecimiento de la bacteria. Esta inhibición no es total, pero se puede ver una disminución importante en la cantidad de biomasa producida, respecto a las muestras blanco. El medio HM es en el que se observó la menor producción de biomasa de *E. coli*.

## CONCLUSIONES

Los medios de **soya y maíz** proporcionan un sustrato adecuado para **garantizar la factibilidad técnica** de obtener ácido clavulánico por métodos biotecnológicos empleando cultivo de *Streptomyces clavuligerus* y medios enriquecidos con promotores y precursores del compuesto deseado. El **maíz** mostró ser el **mejor medio**, pues según los resultados es en el que se produce mayor cantidad de ácido clavulánico por mililitro. Esto gracias a su alto contenido de aminoácidos, principalmente de leucina, así como de isoleucina y arginina los cuales son fundamentales para la biosíntesis del ácido. Se demuestra que el medio es apropiado para biosíntesis del metabolito de interés colocando a la célula en estrés impidiendo crecimiento y favoreciendo producción. La cantidad de **biomasa** es **inversamente proporcional** a la producción del **ácido clavulánico**, lo cual es una ventaja del proceso.

A pesar de no encontrarse puro, el ácido clavulánico obtenido por biotecnología tiene **actividad antibacterial** y genera **inhibición de crecimiento** en bacterias como *E.Coli*. La concentración de ácido clavulánico se puede medir a ambas longitudes de onda (390 y 420 nm) obteniendo resultados muy similares. Falta determinar la dosis media requerida en bioensayos específicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] "El maíz en la nutrición humana" Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, 1993 <http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.htm#Contents>
- [2] Antibiotic from *S. Clavuligerus* Patente # 4,526,783 Estados Unidos.
- [3] Brock, Thomas D. "Microbiología" 6ta Edición. Editorial Prentice Hall. 1993 Pag. 385-393
- [4] Clavulanic acid biosynthesis – Reference <http://www.genome.ad.jp/kegg/pathway/map/map00331.html>
- [5] Wenstein and G.H. Wagman "Antibiotics isolation, separation and purification" Elsevier Scientific Pub. Co. 1978 Netherlands

# COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO EN LA BIOSÍNTESIS DE ZEAXANTINA POR *GIBBERELLA FUJIKUROI* Y TRES DE SUS MUTANTES

Ing. Martha Morgado Munguía, Arlene Vega Castilla  
Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey  
Centro de Biotecnología

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es evaluar los efectos de la mutación no dirigida, realizada a la cepa *Gibberella fujikuroi*, respecto a la producción de carotenoides.

La zeaxantina es un pigmento natural de tonalidad amarilla perteneciente a la familia de los carotenoides, que es eficientemente producida por *Gibberella Fujikuroi*. Una forma de incrementar la producción de zeaxantina por métodos biotecnológicos es el diseño de medios de cultivo que promueven la formación de los precursores de los carotenoides en la ruta metabólica<sup>[3,4y5]</sup>. Otra forma es manipulando genéticamente a la cepa productora. Un método rápido y económico para mutación de microorganismos es el método químico en el cual se emplea una sustancia mutagénica, sin embargo este proceso genera incertidumbre ya que es un método no específico que puede o no dar los resultados esperados.

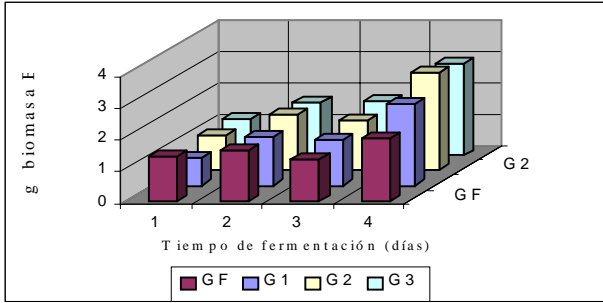
## METODOLOGÍA

1. **Medio de cultivo e incubación.** En la primer etapa, la cepa se trata con diferentes cantidades de químico NTG (0.01g, 0.007 g y 0.003 g de NTG/litro de solución), cada microorganismo se inocula en 4 matraces con 250 ml de medio de cultivo y se incuban a 32°C y 100 rpm en ausencia de luz, por espacio de 10 días.<sup>[3,4y5]</sup>
2. **Extracción de pigmento.** Se realiza extracción físico-química-mecánica combinada. También se probó el método de extracción por dos fases acuosas, demostrándose mayor efectividad con el mecánico-químico.
3. **Cuantificación de biomasa y pigmento.** Se cuantifica el crecimiento de biomasa por peso seco y el desarrollo de pigmento a los 2, 5, 7 y 10 días. Para la cuantificación del pigmento se lee absorbancia a 450, 470 y 495 nm en el rango de luz visible con un espectrofotómetro adaptado Beckman Du 650.
4. **Escalamiento fermentador de 100 litros.** Se inoculó cepa nativa sin modificar genéticamente para poder establecer diferencia respecto al volumen, para lo cual se mantienen las condiciones de tipo de medio, agitación mecánica a 100 rpm y temperatura controlada de 32°C.

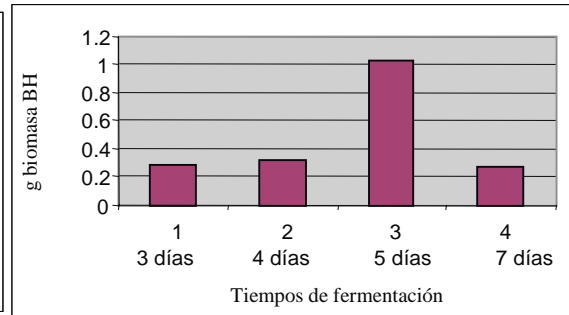
## RESULTADOS

Las concentraciones de biomasa y carotenoides obtenidos después del proceso, se muestran en las gráficas 1.a, 1.b, 1.c y 1.d, donde: GF: cepa nativa original, G1: cepa mutada con .01gde NTG/lt, G2: cepa mutada con 0.007 g de NTG/lt y G3: cepa mutada con 0.003 g de NTG/lt.

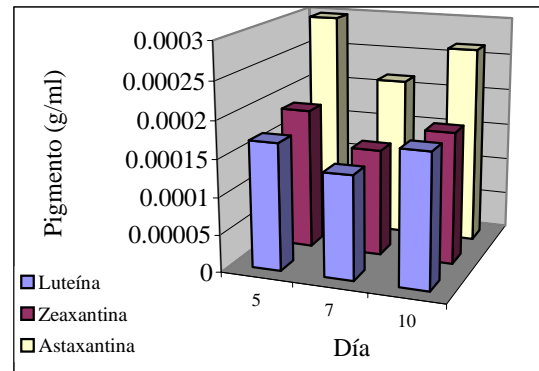
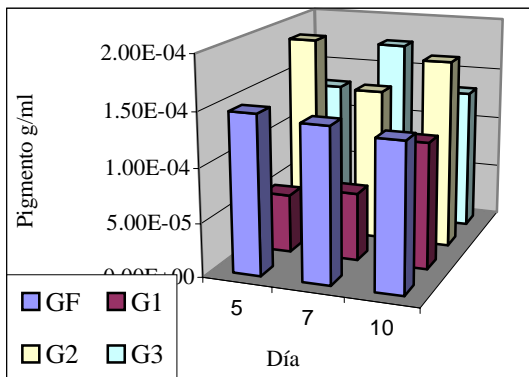
Podemos observar que la cepa mutada con 0.007 grs de NTG/lt fue la única sobreproductora de zeaxantina, sin embargo la astaxantina fue el carotenoide de mayor concentración incluso con la cepa G2 (0.007 grs de NTG).



Gráfica 1 (a) crecimiento de biomasa en matraces



Gráfica 1 (b) crecimiento de biomasa en fermentador piloto 100 litros



Para la fermentación a escala en fermentador de 100 litros, podemos observar en la gráfica 2 que la producción de zeaxantina a los 5 días es de 0.15 mg/ml, que comparado con la producción a 5 días con la cepa original es igual al obtenido a nivel matraz.

## CONCLUSIONES

Para la cepa *Gibberella fujikuroi* se requiere de una concentración de agente mutagénico **NTG de 7 mg/lit** para generar una cepa **sobreproductora** de **zeaxantina** bajo el medio de cultivo diseñado en este experimento. Si se mantienen las condiciones ambientales y nutricionales, la concentración de zeaxantina obtenida en matraz será similar a la obtenida en fermentador de 100 litros. Esta concentración será de **0.15 mg de zeaxantina / ml de medio de cultivo**.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Crueger, W. Y Crueger A. 1984. Biotechnology: A textbook of industrial microbiology. Sinauer Associates, Inc. USA
- [2] Mayer, F. 1950. La química de las materias colorantes naturales: constitución, propiedades y relaciones biológicas de los pigmentos naturales importantes. Ediciones Aguilar. Madrid, España.
- [3] Morgado, M. M. Y Martínez, O. M. 1999. Aproximación práctica en el escalamiento de biosíntesis de carotenoides por *Gibberella Fujikuroi*. Reporte Técnico. Centro de Biotecnología. ITESM
- [4] Morgado, M.M., et. al. 1998. Diseño de un medio de cultivo industrial para optimizar biosíntesis de xantofilas por fermentación mediante la cepa *Phaffia Rhodozyma*. Reporte Técnico. Centro de Biotecnología. ITESM.
- [5] Sosa, P. M., Morgado 2000. Diseño de un medio de fermentación para la biosíntesis de luteína y zeaxantina por *Fusarium Moniliforme Sheldon*. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UAY.

## **Oxidación enzimática de carotenoides para producción de astaxantina natural y su uso en la prevención de arteriosclerosis**

Ing. Martha Morgado Munguía, Paúl Mondragón Terán  
Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud  
ITESM - CIECS

### **Descripción del proyecto**

Los carotenoides proveen la coloración natural protectora e identificación a muchas especies de insectos, pescado (salmón), crustáceos (camarón, langosta) y aves (flamingo, canarios). Varios carotenoides en años recientes, han sido el centro de la atención debido a su uso potencial para retener o prevenir algunas enfermedades degenerativas, tales como la arteriosclerosis, cáncer y envejecimiento. Estudios recientes han demostrado que la astaxantina es un antioxidante extremadamente potente, aún más que los carotenoides encontrados en vegetales [1,2,3]. En la naturaleza, sólo unas pocas especies producen astaxantina y el mercado está disponible sólo para el pigmento natural. [4,5,6,7,8].

El objetivo de la investigación es lograr desarrollar un proceso enzimático altamente rentable para la producción de astaxantina empleando insumos orgánicos de desecho. Posteriormente se probará su eficiencia combinada con  $Zn^{++}$  para uso en prevención de arteriosclerosis. Por cuestiones de confidencialidad con la empresa patrocinadora del proyecto, no podemos revelar la fuente de la materia orgánica empleada para la extracción de enzimas.

### **Metodología**

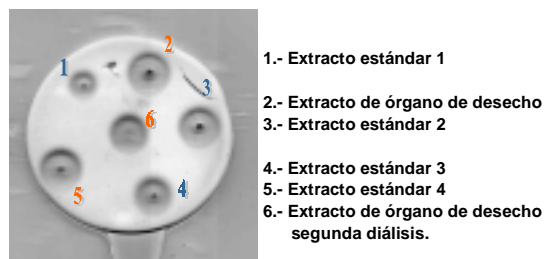
**Extracción de enzimas:** El órgano empleado para la extracción enzimática se conserva en nitrógeno líquido para evitar degradación. Una hora antes de ser empleado, el órgano se descongela y se homogeniza empleando un tubo de maceración de tejido con buffer TRIS-HCl pH 7.4 y BHT a 4°C. Posteriormente se pasa a filtración para eliminar los residuos no solubles de mayor tamaño. El filtrado se centrifuga a 4°C para eliminar los residuos celulares, se vuelve a centrifugar el sobrenadante a 80,000g para eliminar la fracción de membrana y se procede a la precipitación de proteínas con sulfato de amonio al 90% de saturación, se recupera la proteína precipitada por centrifugación y se resuspende en buffer TRIS-HCl para someterla a diálisis para la eliminación de sales y agua permitiendo una concentración de la solución proteica [9]. Para la diálisis se usó una membrana NMWCO 10,000.

**Cuantificación de proteína y actividad enzimática:** Se emplea el método Bradford para verificar el contenido enzimático en el extracto de todos los órganos. Se determina por duplicado el contenido de proteína de cada muestra de extracto enzimático, leyendo la absorbancia a 595 nm de diferentes tubos que contienen diluciones de cero, 1:100, 1:1000 y 1:10000 de extracto enzimático, aforado a 800 µl con agua destilada estéril y 200 µl de reactivo Bradford. Con ayuda de la curva de calibración, se determina la concentración final de proteína en cada muestra [10]. Para verificar actividad se prepararon discos de acetato impregnados con caseína en buffer de fosfatos pH 8, los que fueron inoculados con los diferentes extractos enzimáticos obtenidos para detección de halo de degradación, con estándares comparativos. La cuantificación de la actividad enzimática, se realiza elaborando una curva de calibración para ensayo de azúcares reductores empleando glucosa como azúcar base, a diferentes concentraciones, como indicador inicial de actividad global. [11].

**Prueba de oxidación enzimática:** Se emplearon extractos de flor de muerto para tener una mezcla natural de betacaroteno, zeaxantina y luteína, misma que se somete a biooxidación con extracto enzimático a diferentes concentraciones y bajo temperatura escalonada a pH 8. Después se inactiva la enzima agregando acetona/hexano equivalente, se mezcla con antioxidante BHT en atmósfera de nitrógeno a 20 °C. Se lava la muestra agregando NaCl al 20% para retirar acetona y el hexano con los carotenoides se pasan por un filtro de 0.5 micras y el filtro se seca con nitrógeno a 20°C. Se rehidrata el filtro con éter de petróleo, el cual se colecta e inyecta en un HPLC para la cuantificación e identificación de carotenoides presentes.

## Resultados

La prueba de actividad enzimática proteolítica en acetato de caseína muestra claramente que los extractos del órgano animal de desecho obtenidos en el laboratorio presentan mayor o igual actividad que los estándares empleados (ver figura 1).



**Figura. 1** Prueba de actividad proteolítica con extracto enzimático de órgano de desecho y estándares

Extractos + HZ Materia Prima	% ester Lut/zea	% Diester Astax	% Mono ester Astx	% Astax libre
M25-Control	97	ND	ND	ND
HZ-B-T2-15	95	ND	ND	ND
HZ-M-25	95	ND	ND	ND
HZ-H-15000	93	ND	ND	ND
HZ-A-T2-15	95	ND	ND	ND
HZ-B-T2-15	95	ND	ND	ND
HZ-C-15000	96	ND	ND	ND
ExtractoB-T2-15	ND	ND	ND	ND
ExtractoA-T2-15	ND	ND	ND	ND

Muestra después de Proceso	% ester Lut/zea	% Diester Astax	% Mono ester Astx	% Astax libre
E7-A	85			13
E7-B	77			17
E7-C	91			3
E11-A	92			5
E11-B	78			9
E11-C	88			3
E12-A	88			3
E12-B	86			5
H-E7-25-A	1	27	42	30
H-E7-15-A	2	38	38	22
H-E7-35-A	4	36	35	25
Extractos crudos sin purificar	95-97	ND	ND	ND

## Conclusiones

Bajo uso de temperaturas escalonadas se genera excelentes resultados logrando oxidar más del 90% del carotenoide HZ en 36 horas, por tanto se considera que es factible técnicamente oxidar por medio de enzimas de órgano de desecho, mezclas de zeaxantina y luteína hasta generar astaxantina.

## Referencias

- [1] Britton, G., S. Liaaen-Jensen, and H. Pfander. (1995) Carotenoids today and challenges for the future. In: Britton, G., S. Liaaen-Jensen, and H. Pfander [eds], Carotenoids vol. 1A: Isolation and Analysis. Basel: Birkhäuser.
- [2] Palozza, P. and Krinsky, N. I. (1992) Astaxanthin and canthaxanthin are potent antioxidants in a membrane model. Arch. Biochem. Biophys., 297:291-295.
- [3] McCoy, M. (1999) Astaxanthin market a hard one to crack. Chem. & Eng. News, 77: 15-17.
- [4] Miki, W. (1991) Biological functions and activities of animal carotenoids. Pure Appl. Chem., 63(1):141-146.
- [5] B lancarte, S.E. Los recursos pesqueros en el desarrollo nacional. El caso del camarón en México. Facultad de Ciencias Políticas, UNAM, México, 1979.
- [6] [www.epa.gov/waterscience/pc/csnews/issue24/](http://www.epa.gov/waterscience/pc/csnews/issue24/)
- [7] Puebla, R., Segovia, C., Ulloa, F. y F., Espinoza-Fuentes. 1994. Caracterización y purificación de las enzimas digestivas del Intestino medio del camarón *Penaeus vannamei* cultivado en la provincia del Guayas (Characterization and purification of digestive enzymes of midgut of shrimp *Penaeus vannamei* cultivated in the Guayas province). XVIII Congreso Nacional de Biología. Ambato, Ecuador.
- [8] Puello-Cruz A.C., Sangha, R. S., Jones, D.A. and Le Vay, L., "Trypsin enzyme activity during larval development of *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed on live feeds". Aquaculture Research. Aceptado, por publicar.
- [9] Jacobs T.L., Truce W.E. y Robertson G. Ross. Laboratory Practice of Organic Chemistry. 5a. Ed. MacMilla Pub. Co. Inc. U.S.A. (1999) pag 311-316.
- [10] Bradford, Anal. Biochem. 72: 248, 1976
- [11] Moore J.A. y Dalrymple D.L. Experimental Methods in Organic Chemistry. 5a. Edition. W.B. Saunders Co. U.S.A. (1976) pag 259-269.

# Producción biotecnológica de monascorrubrin y su uso como pigmento rojo en alimentos y cosméticos

**Edgar Cuara Díaz, Ing. Martha Morgado Munguía**  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Monterrey  
Centro de Biotecnología

## Descripción del proyecto

El objetivo del proyecto es producir biológicamente pigmentos rojos a través de cultivos del hongo *Monascus ruber* y evaluar su estabilidad e integración en alcohol, confitería, chocolate y esmalte de uñas. Dentro de la industria Alimentaria y Cosmética el aspecto de los alimentos y color de los cosméticos tienden a tomar una gran importancia dentro del gusto de los consumidores, es por eso que a gran cantidad de insumos se les tiñe para darle una mejor presentación y así atraer a una mayor cantidad de posibles consumidores. Los preparados del hongo *Monascus ruber* han sido extensamente usados no solo gracias a su capacidad para conservar cualquier tipo de alimento, sino también por su habilidad para prevenir enfermedades, pues estimulan la circulación sanguínea, previenen problemas gastrointestinales, incrementan la resistencia de los órganos internos y estimulan la digestión. [1,2]

## Materiales y Métodos

**Biosíntesis del pigmento:** Se inoculó cepa nativa y cepa mutada de *Monascus ruber* en dos tipos de medios de cultivo; el primero fue hecho con Arroz previamente tratado con HCL y al segundo se le adicionó Glicerol,  $MgSO_4$ ,  $NaNO_3$ , Dextrosa y Peptona. [1]

**Extracción del pigmento:** La biomasa impregnada en el arroz se disuelve en alcohol etílico al 70% a 60°C en agitación. Después se filtra y se colecta el pigmento para posteriormente evaporar el solvente. [3,4]

**Preparado de alimentos:** 2 grs del pigmento se disuelve en 50 ml de agua, alcohol y aceite de oliva, para definir su solubilidad y se aplica en confitería, esmalte y alcohol. [5]

## Resultados

El pigmento generado por el hongo es insoluble en agua y la elaboración de una bebida alcohólica usando monascorrubrin como colorante resultó factible y estable en los primeros 4 meses, al igual que su aplicación en esmalte de uñas .

En la confitería sólo se adhiere si está elaborado con base alcohólica, es decir, el pigmento se impregna al dulce sin que este se disuelva. El mercado tendría que ser para adultos.

El la figura 1 se muestra el pigmento aplicado en acetona, alcohol, barniz y confitería, después de 4 meses de aplicación.



**Figura 1.** Pigmento de *Monascus ruber* aplicado en acetona, alcohol y barniz respectivamente

### **Conclusiones:**

El pigmento monascorrubrin, que es producido por *Monascus Ruber* se disuelve en solventes orgánicos y es estable aplicado en alcohol y barniz.

### **Bibliografías**

1. Proceso de Fermentación para la producción de pigmento rojo a partir de *Monascus Ruber*. Leal Díaz Ana María y Martha Morgado Munguía. Centrede biotecnología, ITESM.
2. Food Product Design Natural Food Colors  
<http://www.foodproductdesign.com/archive/1994/0394DE.html>
3. Red Rice  
<http://monascus.net/>
4. English mainpage of Allok GmbH  
<http://www.allok.com/eindex.htm>
5. Food Coloring Agents  
[http://www.pbm.com/~lindahl/articles/food\\_coloring\\_agents.html](http://www.pbm.com/~lindahl/articles/food_coloring_agents.html)



# Biosíntesis de ácido giberélico con bajo contenido de fumonisinas a partir de maíz y arroz por *Fusarium moniliforme*

Karina Blanco López, Martha Morgado Munguía  
Centro de Biotecnología - ITESM Campus Monterrey

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El ácido giberélico o giberelina GA<sub>3</sub> es una hormona de crecimiento vegetal, descubierta en filtrados de cultivos de un hongo patógeno del arroz: *Gibberella fujikuroi* (*Fusarium moniliforme*)<sup>(1,2,3)</sup>. Es la giberelina de mayor interés por su elevada bioactividad<sup>(3,4)</sup> al iniciar y acelerar la germinación en semillas, intervenir en el desarrollo y la maduración de frutos, inducir la floración y retardar el periodo de senescencia en flores, dando una valiosa aplicación en la agricultura y el área de plantas ornamentales<sup>(1,4,5,6,7)</sup>.

El objetivo del proyecto es probar fuentes agroindustriales (maíz y arroz) como una alternativa en la obtención de GA<sub>3</sub>, aplicando para ello la técnica de fermentación sobre sustrato sólido y las condiciones óptimas para aumentar la producción de GA<sub>3</sub> y disminuir paralelamente la síntesis de fumonisinas por ser una toxina contaminante que se genera durante el proceso de biosíntesis. En la tabla 1 se muestran los parámetros que diversos autores han reportado como condiciones óptimas para que *Fusarium moniliforme* produzca el ácido giberélico y las fumonisinas, y con base a ello se propusieron las que se probarán durante la experimentación en esta investigación.<sup>(3,9,10)</sup>

**Tabla 1.** Condiciones experimentales en la biosíntesis de fumonisina y giberelinas

Parámetro	Producción de fumonisinas	Producción de GA <sub>3</sub>	Hipótesis experimental
%HR (aw)	98 (0.98)	93-98(0.93-0.98)	82,86,90 (0.8,0.86,0.90)
pH	ácido (3.5)	5.5.-6.0	5.0-6.0 (sin amortiguador)
Temperatura (°C)	25	31	31
Cantidad de luz	oscuridad	oscuridad	oscuridad

## METODOLOGÍA

**Cinética de crecimiento en medio sólido y líquido:** Se propaga la cepa en caldo papa dextrosa y agar papa dextrosa a 28°C y se mide el radio de elongación sobre el agar<sup>(11)</sup> y sólidos totales en suspensión para el medio líquido<sup>(12)</sup>

**Proceso de fermentación:** Se esterilizan los granos de maíz y arroz, se acidifican y se colocan a las condiciones que se marcan en la tabla 1 como hipótesis experimental.

**Extracción de giberelinas:** La extracción de GA<sub>3</sub> a partir de caldo con 6, 9 y 21 días de fermentación a 31°C y oscuridad bajo los niveles de 82, 86 y 90% de humedad, se realiza por 5 métodos cuyos protocolos son:

<b>E1.</b> Acidificar el medio hasta pH 2.5 y agregar acetato de etilo, evaporar, clarificar con carbón activado en metanol y posterior evaporación a sequedad <sup>(13)</sup>
<b>E2.</b> Alcalinizar hasta pH 8 y agregar acetato de etilo, acidificar hasta pH 2.5, agregar acetato de etilo y evaporar a sequedad <sup>(14)</sup>
<b>E3.</b> Acidificar hasta pH 3, agregar acetato de etilo, neutralizar a pH 7 y evaporar a sequedad <sup>(15)</sup>
<b>E4.</b> Acidificar hasta pH 2.5, agregar acetato de etilo y evaporar a sequedad <sup>(16)</sup>
<b>E5.</b> Acidificar hasta pH 2, agregar metilisobutilcetona, adsorber en bicarbonato de sodio por 24 horas en agitación, lavar con acetato de etilo, eluir con metanol, clarificar con carbón activado, ajustar a pH 5 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , separar el Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> por filtración y evaporar a sequedad <sup>(17)</sup>

Todos los extractos obtenidos se someten a cromatografía en capa delgada o TLC<sup>[15]</sup> y observar bajo radiación u.v., posteriormente cuantificar por espectrofotometría uv-visible a 254 nm, usando de referencia un estándar de GA<sub>3</sub> marca SIGMA.

**Extracción de fumonisina:** Agregar al medio de cultivo recuperado de la fermentación después de los 6, 9 y 21 días de proceso, una mezcla metanol:agua (3:1).

**Cuantificación selectiva de GA<sub>3</sub>, fumonisinas y biomasa:** Para GA<sub>3</sub> usar cromatografía de gases (GC-FID/masas), para cuantificación de fumonisinas emplear ensayo inmunoenzimático (ELISA) y para cuantificar biomasa se realiza medición espectrofotométrica glucosamina<sup>(12)</sup>.

**Ensayos de actividad biológica del GA<sub>3</sub>:** Ensayo de inducción en la producción de alfa-amilasa<sup>(15)</sup>.

**RESULTADOS:** La extracción de ácido giberélico por el método E4 muestra una mayor eficiencia en recuperación del producto, lo cual se muestra en la tabla 2. El contenido más bajo de fumonisina se encuentra en maíz como sustrato a los 21 días del proceso de fermentación bajo una humedad del 90%, ver tabla 3, el cual corresponde también al mejor sustrato y tratamiento para producción de GA<sub>3</sub>, ver tabla 4. La TLC indicó presencia de GA<sub>3</sub> en todos los extractos incluso en el día 3 y con la espectrofotometría se observa una tendencia ascendente de GA<sub>3</sub> hasta el día 21. El contenido de glucosamina fue aumentando progresivamente y en menor cantidad los últimos días.

**Tabla 2.** Evaluación de la extracción de GA<sub>3</sub>

Protocolo No.	Ensayo 1 (mg/L)	Ensayo 2 (mg/L)	Ensayo 3 (mg/L)
1	237.55	312.58	-
2	235.10	240.27	277.91
3	184.35	223.53	173.47
4	261.56	398.77	361.53
5	135.44	208.77	-

**Tabla 4.** Cuantificación de GA<sub>3</sub>

Sustrato sólido	mg GA <sub>3</sub> / Kg de sustrato sólido
Arroz 86%	134.05
Maíz 86%	130.60
Arroz 90%	93.96
Maíz 90%	239.11

**Tabla 3.** Cuantificación de fumonisina

Día	Sustrato sólido	Fumonisina mg/Kg(ppm)
Blanco	Arroz	0.975
Blanco	Maíz	0.635
3	Arroz 86%	0.955
3	Maíz 86%	0.489
3	Arroz 90%	0.970
3	Maíz 90%	0.571
15	Arroz 86%	0.978
15	Maíz 86%	0.624
15	Arroz 90%	1.100
15	Maíz 90%	0.608
21	Arroz 86%	0.898
21	Maíz 86%	0.606
21	Arroz 90%	0.856
21	Maíz 90%	0.435

## CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas para seleccionar el mejor protocolo de extracción son un paso crítico para evaluar el proceso general de fermentación y las condiciones óptimas propuestas pues la diferencia entre protocolos es significativa (ANOVA) (P<0.05). El protocolo 4 permite en forma concertada, extraer la mayor cantidad de GA<sub>3</sub> en los ensayos realizados, al evaluarlo por espectrofotometría. Pretendemos cuantificar específicamente el GA<sub>3</sub> por cromatografía de gases y obtener el rendimiento real de GA<sub>3</sub> al crecer sobre sustratos sólidos. Creemos reservadamente que la producción de GA<sub>3</sub> se favorece al crecer sobre maíz y HR del 90%, sin embargo la valoración de las condiciones ambientales sobre la producción de GA<sub>3</sub> y fumonisinas, depende de la fermentación a 82%HR, próxima a concluir.

## Referencias

1. Basra, A.S. (2000) Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture. Food Products Press (The Haworth Press), New York, pp 1-12
2. Weaver, R.J. (1990) Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México, pp 17-142
3. Vandamme, E.J. (1989) Biotechnology of Vitamins, Pigments and Growth Factors. Elsevier, New York, pp 383-429
4. Davies, P. (1987) Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development. Martinus Nijhoff Publishers, USA, pp 1-115
5. Ulloa, M., Herrera, T. (1998) El reino de los Hongos. 2ª. Edición, Fondo de Cultura Económica, México, pp 461-471
6. <http://www.actahort.org>

7. Candau, R., Ávalos, J., Cerdá-Olmedo, E. (1992) Regulation of Gibberellin Biosynthesis in *Gibberella fujikuroi*. *Plan. Physiol.* 100:1184-1188
8. Banco de Comercio Exterior. Exportaciones e importaciones definitivas a México de GA<sub>3</sub> al 30/11/00
9. Avalos, J., Fernández-Martín, R., Prado, M.M., Cerdá-Olmedo, E. (1999) Gibberellin biosynthesis in *Gibberella*. *Acta Bot. Gallica*, 146(1):55-65
10. Giordano, W., Ávalos, J., Cerdá-Olmedo, E., Domenech, C.E. (1999) Nitrogen availability and production of bikaverin and gibberellins in *Gibberella fujikuroi*. *FEMS Microbiology Letters*, 173:389-393
11. Marín, S., Magan, N., Serra, J., Ramos, A.J., Canela, R. and Sanchos, V. (1999) Fumonisin B1 production and growth of *Fusarium moniliforme* and *Fusarium proliferatum* on Maite, wheat and barley grain. *Food Microbiology and Safety*. 65(5): 921-924
12. STANDARDS METHODS
13. Domenech, C.E., Giordano, W., Ávalos, J., Cerdá-Olmedo, E. (1996) Separate compartments for the production of sterols, carotenoids and gibberellins in *Gibberella fujikuroi*. *Eur. J. Biochem.* 239: 720-725
14. Fernández-Martín, R., Reyes, F., Doménech, C.E., Cabrera, E., Barrero, A., Avalos, J. and Cerdá-Olmedo, E. (1995) Gibberellin biosíntesis in *gib* mutants of *Gibberella fujikuroi*. *The Journal of Biological Chemistry*. 270(25): 14970-14974
15. Esparza, M.L. (1994) Producción, Identificación y Comprobación del Efecto Biológico de Ácido Giberélico in vitro por una Cepa de *Fusarium moniliforme*. Tesis de Doctorado, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, pp 13-19
16. Linnemannstöns, P., Vob, T., Hedden P., Gaskin, P. and Tudyinski, B. (1999) Deletions in the gibberellins biosíntesis gene cluster of *Gibberella fujikuroi* by restriction enzyme-mediated integration and convencional transformation-mediated mutagenesis. *Applied and Environmental Microbiology*. 65(6): 2558-1564
17. United status Patent Office. 2,980,700. Patented Apr. 18, 1961. Process of Gibberellic Acid Purification, Gerald W. Probst, Indianápolis, Ind., assignor to Eli Lilly and Company, Indianápolis, Ind., a corporation of Indiana.

# OPTIMIZACIÓN DE LA ETAPA DE EXTRACCIÓN DEL JUGO DE UVA (*VITIS ROTUNDIFOLIA*) ANTERIOR AL PROCESADO POR ALTA PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Del Follo-Martínez, A.\* , Hernández-Brenes C.\*\*

\*Centro de Biotecnología, ITESM-Campus Monterrey, N.L. México

\*\*Departamento de Tecnología de Alimentos, ITESM-Campus Monterrey, N.L. México

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:**

El procesado de alimentos por tecnologías emergentes como la alta presión hidrostática (HHP) ha tenido mucho auge en los últimos años. Entre las limitantes para su aplicación comercial se encuentra la elevada actividad residual de enzimas oxidativas como la polifenoloxidasas (PPO). El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la actividad residual de la enzima PPO en jugo de uva muscadina extraído bajo diferentes condiciones de prensado en caliente. La optimización de dicha etapa de extracción permite determinar las condiciones de proceso necesarias para obtener una actividad enzimática específica minimizando el oscurecimiento enzimático y térmico del producto en etapas preliminares al procesado por HHP.

## **METODOLOGÍA:**

Se utilizó la metodología de respuesta de superficies (RSM) para modelar la actividad de PPO y oscurecimiento de los sistemas de jugo de uva bajo las condiciones de proceso seleccionadas. El diseño experimental incluyó 9 combinaciones con tratamientos dentro del rango de temperaturas de 45 a 74°C y tiempos de 0 a 24 min. Las uvas rojas muscadinas (cv. Noble) se obtuvieron de un viñedo local de la parte central del estado de Florida en el verano del 2001 e inmediatamente se congelaron a -40°C hasta su uso. Los diferentes tratamientos térmicos se aplicaron sobre fracciones de uvas maceradas (100 g) en un baño termostático con agitación constante. Posteriormente las uvas se prensaron para recuperar el jugo que se utilizó en los análisis de actividad enzimática y oscurecimiento.

La medición polarográfica de la PPO presente en el jugo de uva se llevó a cabo utilizando un monitor biológico de oxígeno disuelto YSI modelo 53 (Yellow Springs, OH) mediante una modificación al método descrito por Kader y Haluk (1998). Los sistemas de medición se construyeron utilizando jugo de uva (2.8 mL) diluido con buffer de Mclvain pH 3.5 (1 mL). La reacción se inició por medio de la adición de catequina (0.2 mL) y se midió el consumo de oxígeno en intervalos de 2 min. por 20 min. a 35°C. La actividad de la PPO se expresó como nanomoles de oxígeno consumido por segundo (nanokatal, nkat) en las condiciones del ensayo. La medición del oscurecimiento del jugo de uva se realizó utilizando el procedimiento descrito por Buglione y Lozano (2002). El procedimiento consiste en la determinación de la absorbancia a 420 nm para la medición de compuestos poliméricos de color café. El análisis de RSM se realizó mediante el paquete estadístico JMP® (Versión 5.0, SAS Institute Inc.).

## **PRESENTACIÓN DEL RESULTADO:**

Los tratamientos de blanqueado se aplicaron de acuerdo con el diseño experimental descrito anteriormente, fijándose como punto de referencia una actividad enzimática del 100% para el jugo obtenido de uvas descongeladas a temperatura ambiente (25°C). El modelo cuadrático tuvo un valor de ajuste de  $R^2 = 0.96$  para los resultados de la actividad enzimática de la PPO. El modelo obtenido para el oscurecimiento de los sistemas por causas enzimáticas y térmicas tuvo un valor de ajuste de  $R^2 = 0.82$ . Ambos modelos resultaron eficientes en su descripción del comportamiento de los datos experimentales

( $p < 0.05$ ). La variabilidad no explicada por los modelos generados puede atribuirse principalmente a las diferencias en la composición química de las uvas utilizadas en el estudio.

El modelo obtenido para la actividad de PPO muestra un incremento a temperaturas inferiores a 50°C con tiempos no mayores a 10 minutos, en este rango se observó una activación máxima (109%) para la combinación de 46°C por 11 minutos. La actividad observada ha sido atribuida principalmente a un reacomodo y mejor disposición de los sitios activos de la enzima que permiten que tenga una mejor afinidad por los sustratos. Lamikanra et al. (1992) reportaron activaciones similares para extractos purificados de PPO obtenidos también de uvas muscadinas, e incubados a 45°C con tiempos de 0 a 5 min. De igual forma reporta que con períodos de incubación a 60°C por 30 hay una pérdida de actividad del 70% lo que se asemeja a los resultados obtenidos en este estudio bajo condiciones parecidas en las cuales se presentó una pérdida de actividad del 84%. Las diferencias que existen entre las actividades reportadas y el presente estudio pueden atribuirse primordialmente al uso de un extracto enzimático purificado, sin embargo son bastante consistentes con el modelo obtenido para el jugo de uva. En el rango superior de temperaturas se observó una inactivación de la enzima cercana al 96% con tratamientos de 70°C por 20 minutos y 74°C por 11 minutos.

Con respecto al oscurecimiento de los sistemas se pudieron observar dos zonas de oscurecimiento. Los períodos de incubación a baja temperatura (35-50°C) alta actividad enzimática lo que resultó en incrementos en los porcentajes de oscurecimiento a 420 nm; estas observaciones se atribuyen a la acción de PPO sobre sustratos fenólicos con la formación de quinonas que se polimerizan para producir pigmentos cafés (Janovitz-Klapp et al. 1990). A temperaturas mayores (60-74°C), la actividad enzimática fue baja por lo que el oscurecimiento observado puede ser causado por la reacción de Maillard que involucra la reacción de un azúcar reductor como glucosa, fructosa con los amino ácidos del jugo de uva como la prolina y arginina (Buglione y Lozano 2002).

### **CONCLUSIONES:**

Mediante la sobreposición de las gráficas de contorno para los modelos de actividad de PPO y oscurecimiento se pueden identificar las condiciones óptimas para minimizar la actividad enzimática y el oscurecimiento de los sistemas como una etapa previa a un procesamiento por HHP. Entre las condiciones de proceso para obtener pardo menor a 40% podemos mencionar temperaturas de 55°C por 3 min. que se encuentran dentro de la región optimizada. Según el modelo las condiciones comerciales de 60°C por aproximadamente 25 min. disminuyen la actividad enzimática en un 70% con un incremento del 50% en el oscurecimiento. Comparando estos resultados con las condiciones antes mencionadas (55°C por 3 min.) hay un incremento del 10% en el oscurecimiento y una disminución de la actividad de PPO del 30%.

### **REFERENCIAS:**

1. Lamikanra, Olusola; Kirby, Sharon D.; Musingo, Kitwe N. 1992. Muscadine Grape Polyphenoloxidase: Partial Purification by High Pressure Liquid Chromatography and Some Properties. *Journal of Food Science*. Vol. 57. No. 3. pp. 686-689.
2. Buglione, M; Lozano, J. 2002. Nonenzymatic Browning and Chemical Changes During Grape Juice Storage. *Journal of Food Science*. Vol. 67. No. 4 pp. 1538-1543.
3. Kader, Farid; Haluk, Jean-Pierre; Nicolas, Jean-Pierre; Metche Maurice. 1998. Degradation of Cyanidin 3-Glucoside by Blueberry Polyphenoloxidase: Kinetic Studies and Mechanisms
4. Janovitz-Klapp, H.; Richard, Florence; Goupy, M.; Nicolas, Jacques J. 1990. Inhibition Studies on Apple Polyphenol Oxidase. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 38. No. 4. pp. 926-931.

**MICROBIOLOGÍA DEL PULQUE. Edgar Jiménez Peña, José Francisco Islas, Cristina Margarita Pérez, María Jimena Ramos, María Hortensis Cantú Peña, Mario Moisés Alvarez. Centro de Biotecnología, ITESM Campus Monterrey.**

## **1. Descripción del proyecto**

El pulque es una bebida tradicional mexicana inclusive más antigua en aparición que el tequila. Los aztecas ya consumían pulque en tiempos pre-coloniales. Esta bebida alcohólica tuvo inclusive una connotación sagrada para los aztecas, llegando a ser fundamental componente de celebraciones religiosas y culturales.

Hoy día el consumo del pulque en México es mínimo. Sin embargo, por sus características nutricionales, continúa siendo pieza importante de la alimentación de comunidades marginadas específicamente del centro del altiplano mexicano: Tlaxcala, Morelos, Estado de México, Puebla.

A pesar de haber prácticamente perdido su carrera por la conquista del mercado mexicano, el pulque pudiera tener una esperanza de subsistir como tradición en el mercado de mexicanos que viven en Estados Unidos. Una empresa mexicana “Productos Naturales de Agave” está envasando y vendiendo este producto en la Unión Americana.

El objetivo central de esta investigación es estudiar la dinámica poblacional microbiana ocurrente en el proceso de fermentación de agua miel para producir pulque. La fermentación del aguamiel (zumo extraído del tallo central del agave pulquero) es un proceso microbiológicamente muy complejo que no ha sido descrito en detalle. Las investigaciones más recientes en este tema concluyeron la presencia de tres tipos de bacterias y una levadura. Según la investigación durante la primer etapa se desarrollan los productores de ácido láctico (*Lactobacillus spp* y *Leuconostoc Mesenteroides*), esto produce cambios en el pH de la solución, con lo que se ve favorecido el crecimiento de los productores de la etapa alcohólica, tanto bacterias (*Zymomonas mobilis*), como la levadura (*Sacchromyces cerevisae*). Sin embargo, la evolución de las distintas poblaciones que componen el cultivo mixto no ha sido caracterizada cuantitativamente.

## **2. Metodología**

Se han realizado varios experimentos de fermentación de aguamiel traído de la zona pulquera de San Luis Potosí y Saltillo Coahuila. Este aguamiel, inoculado con 10% de pulque es estudiado durante periodos de aproximadamente 40 horas después de la inoculación. Técnicas de siembra en placa a varias diluciones son utilizadas para determinar el número de microorganismos viables presentes en el cultivo a distintos tiempos del proceso. Para las siembras se utiliza como sustrato “aguamiel-agar” con pH y condiciones de nutrientes ajustadas tal que se mimeticen las condiciones que los microorganismos observarían a distintos tiempos de la fermentación.

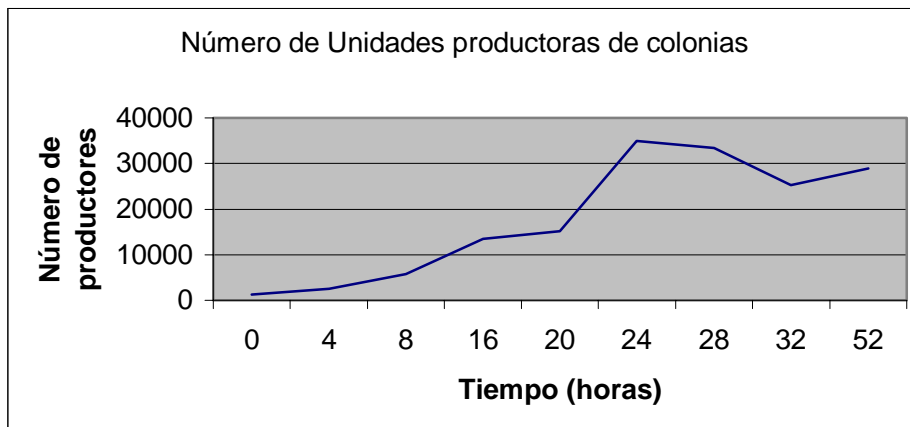
Adicionalmente, muestras de aguamiel fermentado son teñidas utilizando técnicas Gram y observadas al microscopio.

### 3. Resultados

Los resultados de observación de morfología de colonias revelan cuatro distintos tipos de morfologías dentro de estas:

1. Colonias lisas blancas: estas colonias aparecen dentro de las primeras ocho horas en cantidades abundantes. Tienden a ser de tamaño pequeño (0.1 cm) y sus bordes son perfectamente definidos. Pueden encontrarse dentro y en la superficie del agar.
2. Colonias naranjas lisas: estas colonias aparecen después de pasadas las ocho horas de fermentación. Sus bordes son definidos, mas se encuentran pocas de ellas. Son pequeñas, aproximadamente 0.1 cm de diámetro.
3. Colonias transparentes: Estas colonias aparecen después de las 20 horas. Sus bordes se encuentran claramente definidos. Su tamaño es de 0.5 cm de diámetro.
4. Colonias rugosas blancas: Estas colonias aparecen en grandes cantidades transcurridas las 40 horas. Son colonias de tamaño relativamente grandes (1-1.5 cm de diámetro). Su borde no se encuentra claramente definido.

Con los datos se realizó un estudio estadístico sencillo para obtener una gráfica de crecimiento de colonias con respecto al tiempo (los detalles del estudio se encuentran en el hoja de Excel adjunta). La gráfica obtenida es la siguiente:



### 4. Conclusiones generales

Durante la fermentación del aguamiel a pulque se observan fenómenos de secuenciación de comunidades, simbiosis y competencia/antagonismo.

Se reportan gráficas que muestran la evolución de dos grupos microbiológicos importantes: bacterias acidófilas dominantes en una primera etapa, y levaduras productoras de etanol dominantes en una segunda etapa del cultivo.

# ***Defecografía dinámica: Anatomía normal y Patología encontrada en pacientes estudiados en el Hospital San José Tec de Monterrey.***

Alvarez-Arrazola R A <sup>1</sup>, Carrillo-Martínez M A <sup>1</sup>, Sánchez-Avila M T <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamentos de Radiología e Imagen y <sup>2</sup>Gastroenterología, Hospital San José Tec de Monterrey.

**Introducción.** La defecografía dinámica es un estudio radiográfico, mediante el cual es posible documentar el acto de evacuación rectal voluntaria mediante imágenes estáticas y grabación en video, proveyendo así, información de las estructuras anorectales y su funcionamiento.(1) En años recientes ha resurgido el interés en el estudio de los trastornos funcionales anorectales (2,3), en parte por la nueva información que ofrecen los estudios fisiológicos de manometría, electromiografía y los estudios de imagen anorectales capaces de ofrecer evaluación dinámica de la región, así como por un mejor entendimiento de la fisiopatología que involucra a los trastornos de la defecación y desde luego por nuevos métodos terapéuticos, tanto quirúrgicos como de reeducación. (5,6,7)

**Objetivo.** Describir la anatomía normal, así como las alteraciones anatómicas y funcionales encontradas en pacientes con trastornos de la defecación, estudiados mediante la técnica de defecografía empleada en el Hospital San José Tec de Monterrey.

**Pacientes y Métodos.** Se revisaron 51 estudios defecograficos realizados de Enero de 1998 a Diciembre de 2001 en el Departamento de Radiología del Hospital San José Tec de Monterrey, de pacientes con trastornos de la defecación; 50 (98%) de ellos con diagnóstico de constipación crónica y uno con incontinencia (2%). Se definió rectocele menor y rectocele mayor (< 2 cm y > 2 cm, respectivamente). Los resultados se expresan en promedios y porcentajes.

**Resultados.**

## ***Anatomía Normal en Defecografía***

Los parámetros de interpretación incluyen: medición de ángulo anorectal, descenso perineal (cm), apertura del canal anal (cm), identificación de la línea bisquiática, vaciamiento del medio de contraste (%);

Los hallazgos normales en la defecografía se resumen en: al reposo, el ángulo anorectal debe ser de 90° aproximadamente, el canal anal debe estar cerrado y la impresión puborectal claramente definida; durante el pujo: aumento del ángulo anorectal de 90 ° a 135°, pérdida de impresión del músculo puborectal sobre la pared posterior del recto distal, apertura amplia del canal anal a la evacuación (> 1.5 cm), contracción rectal con evacuación de su contenido; y una adecuada resistencia del piso pélvico con descenso de la unión anorectal no mayor de 3.5 cm por debajo de su posición en reposo



(usualmente a nivel del borde inferior de la línea bisquiática o no mayor a 7.5 en relación a la línea pubococcigea) (6) El vaciamiento del material de contraste debe ser mayor al 80 %. Es fundamental buscar alteraciones anatómicas y funcionales en la fase dinámica: prolapso mucoso, procidencia mucosa interna, intususcepción rectal, enterocele, hernias del piso pélvico, e impresión anormal del músculo puborectal.

Se estudiaron 51 pacientes (41 mujeres, 10 hombres) con un rango de edad de 2 a 78 años (edad promedio 40 años), en quienes se observó: apertura inadecuada del ángulo anorectal en 7 (13%) de los pacientes, 25 pacientes (49%) presentaron apertura inadecuada del canal anal. [Fig. 5] El descenso perineal por debajo de la línea bisquiática se encontró en 7 (13%) pacientes [descenso promedio = 3.7 cm]; en dos de ellos por debajo de la línea pubococcigea [descenso promedio 7.25 cm]. [Fig. 6] Treinta y nueve pacientes presentaron rectocele anterior, clasificado como menor en 24 (47%), y rectocele mayor en 15 (29%) pacientes. [Fig. 5,6] En 9 pacientes (17%) se identificó procidencia de la mucosa e Intususcepción rectal en 22 (43%) pacientes [Fig. 7], todas ellas del sexo femenino. Se demostró la presencia de enterocele en 2 (3.9%) de los pacientes [Fig. 8]. La distribución de las alteraciones defecográficas en general y por sexo se ilustran en las Tablas 1 y 2.

**Conclusiones.** La defecografía dinámica es un método de imagen útil en la evaluación de pacientes con trastornos de la defecación y que mediante la información que brinda, ha incrementado nuestros conocimientos sobre dichos trastornos; lo cual adquiere relevancia en la planeación del tratamiento de estos pacientes.

<b>Tabla 1. Distribucion Alteraciones Defecografías</b>		
<b>Alteracion</b>	<b>No. Pacientes</b>	<b>% Pacientes</b>
Apertura inadecuada < AR	1	13
Apertura inadecuada canal anal	25	49
Descenso perineal	13	25
Rectocele anterior mayor	24	47
Rectocele anterior menor	15	29
Procidencia mucosa	9	17
Intususcepcion rectal	22	43
Enterocele	2	3.9

<b>Tabla 2. Alteraciones defecograficas por sexo</b>			
<b>Alteracion</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Total</b>
Apertura inadecuada < AR	3	4	7
Apertura inadecuada canal anal	21	4	25
Descenso perineal	13	0	13
Rectocele anterior menor	22	2	24
Rectocele anterior mayor	15	0	15
Procidencia mucosa	9	0	9
Intususcepción rectal	22	0	22
Enterocele	2	0	2

### ***Bibliografia***

1. Shorvon PJ, McHugh S, Diamant NE, Somers S. Defecography in normal volunteers: results and implications. *Gut* 1989, 30, 1737-1749.
2. Goei R, Engelshoven JV, Schouten H. et al. Anorectal function: Defecographic measurement in asymptomatic subjects. *Radiology* 1989,173:137-141.
3. Goei R, Kemerink G. Radiation dose in defecography. *Radiology* 1990; 176:137-139.
4. Ikenberry S, Lappas J, Hana MP, Rex D. Defecography in healthy subjects: Comparison of three contrast media. *Radiology* 1996;201:233-238.
5. Harvey C, Halligan S, Bartram C. et al. Evacuation proctography: A prospective study of diagnostic and therapeutic effects. *Radiology* 1999;211:223-227.
6. Karasick S, Karasick D, Karasick S. Functional disorders of the anus and rectum: Findings on defecography. *AJR* 1993;160:777-782.
7. Stoker J, Halligan S, Bartram C. Pelvic floor imaging. *Radiology* 218:621-641.

# EL PROCESO DE BIOLIXIVIACION: CORRELACION ENTRE BIOMASA Y VARIABLES OPERATIVAS

Noviembre 2002

Oscar López S; (CIDT- Peñoles); Martha A. Morgado M; Rosamaria López F. (CB-ITESM)

## INTRODUCCION

En la década de los 50's <sup>(1)</sup>, comenzaron los estudios sobre bacterias desarrolladas en drenaje ácido ocasionado por inclusiones de piritita en depósitos de carbón bituminoso, las cuales eran capaces de lixiviar algunos metales. Después se demostró en laboratorio que las bacterias responsables de dicha lixiviación son Thiobacillus ferrooxidans y Thiobacillus thiooxidans, dichos microorganismos actúan especialmente sobre sulfuros de cobre ( $Cu_2S$ ), de zinc ( $ZnS$ ), de níquel ( $NiS$ ) y de plomo ( $PbS$ ).

Desde 1986 <sup>(2)</sup> la aplicación de la Biotecnología en el procesamiento de minerales es una alternativa en la biolixiviación de menas polimetálicas de concentrados sulfurosos; en el tratamiento de minerales auríferos refractarios e incluso para la biorremediación de suelos mediante la biodegradación de agentes contaminantes como el cianuro.

Otro aspecto a considerar, es la mayor complejidad que existe en la explotación de los recursos minerales; ya que las características de los minerales que contienen metales valiosos son cada vez más combinadas (óxidos, sulfuros, silicatos etc.) y de menor ley (% del metal), lo cual exige una constante actualización e implementación de tecnologías alternas de alto rendimiento y mas amigables con el ambiente, como por ejemplo la Biotecnología.

En Industrias Peñoles <sup>(3)</sup> se construyo una planta piloto de biolixiviación para procesar 2.7 toneladas por día de concentrados de cobre polimetálicos con el objetivo de demostrar la viabilidad del proceso y obtener datos suficientes para el estudio de factibilidad a escala comercial. El proceso de Biolixiviación (Fig. 2) consiste en la remolienda del concentrado de minerales de cobre, la reacción químico - biológica que se lleva a cabo en tanques agitados, separaciones sólido - líquido, purificación de soluciones y por ultimo la electroobtención de cobre metálico que se utiliza en diferentes aplicaciones como conductor en la industria eléctrica o para la fabricación de distintas aleaciones en la industria metal - mecánica, entre otras.

El presente estudio abarca un periodo de 3 meses de operación continua y se pretende analizar la cantidad de bacterias (biomasa) que se desarrolló en cada reactor y su impacto en la disolución de cobre, así como la correlación que tiene con otras variables de control del proceso como son pH, Potencial de Oxido-Reducción (ORP), Temperatura, Velocidad del consumo de oxígeno (OUR), Tamaño de partícula y como resultado de la operación el porcentaje de extracción de Cobre.



Fig. 1.- Planta de Demostración del proceso de biolixiviación en Peñoles Monterrey, muestra al fondo los bioreactores y las etapas de filtración y neutralización; al frente el circuito de extracción por solventes.

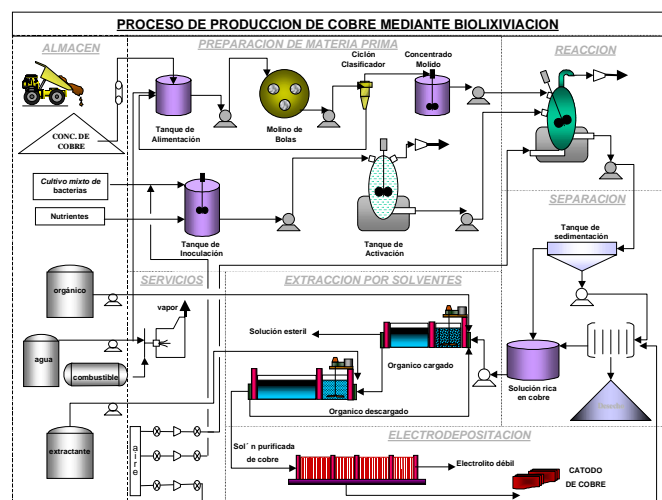


Fig. 2 Diagrama de flujo de un proceso de Biolixiviación de concentrados de calcopirita para producir cobre catódico

## **OBJETIVO**

Determinación de las variables prioritarias y su correlación con la biomasa para predecir escenarios de un proceso de Biolixiviación de concentrados de cobre a nivel planta piloto.

## **HIPOTESIS**

***Existe una correlación positiva entre la cantidad de biomasa generada en un reactor primario y la extracción de cobre, misma que se refleja en alguna otra variable que fue medida en campo.***

## **METODOLOGÍA.**

### **1. Operación de la planta piloto de Biolixiviación**

Durante esta etapa se realizaron las pruebas necesarias para demostrar la factibilidad del proceso y se registraron en una base de datos todas las mediciones realizadas en campo sobre cada uno de los reactores primarios.

### **2. Preselección de parámetros operativos**

Se refiere a la primera selección de los parámetros operativos, basándose en su posible interacción con la biomasa de cada reactor.

### **3. Toma de muestras y medición de variables por reactor**

Se realizaron las mediciones faltantes y no incluidas de las muestras recolectadas a lo largo de la operación.

### **4. Análisis exploratorio de los datos**

Se realizó un análisis preliminar de los datos recopilados a lo largo de 3 meses de operación continua y estable de la planta piloto.

### **5. Selección de variables operativas de interés**

En base al análisis exploratorio se definen las variables prioritarias del proceso que se evaluarán en un estudio de correlación basándose en la distribución normal de los datos.

### **6. Correlación de variables**

Se realiza una correlación estadística entre las variables seleccionadas y la biomasa, con el fin de definir los coeficientes de cada variable

### **7. Identificación de variables prioritarias**

Dependiendo de la magnitud de los coeficientes se identifican las variables prioritarias del proceso

### **8. Propuesta de un modelo matemático para predecir escenarios operativos**

Se genera un modelo matemático con los coeficientes de las variables prioritarias para lograr predecir escenarios operativos de Biolixiviación.

## **RESULTADOS Y CONCLUSIONES ( EN PROCESO)**

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Carranza F. Iglesias N. Romero R et al. "Kinetics improvement of high grade sulfides bioleaching by effects separation" *Biomining: Theory, Microbes and Industrial Processes* pp. 134 Edit. Springer, Alemania, 1997.
2. J. A. Brierley and C. L. Brierley " Present and future commercial applications of biohidrometallurgy" pp 81-86 *International Biohidrometallurgy Symposium Part A.* Edit Elsevier Amsterdam 1999
3. Mintek Bulletin No. 131, July / August 2001.

## Obtención de Transglutaminasa de una Especie Vegetal de Rápido, Crecimiento y Fácil Propagación

Biol. Adrián Chávez Amaro, Ing. Martha Morgado Munguía  
Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo general de la investigación es evaluar la factibilidad técnica en el empleo de enzima transglutaminasa de origen vegetal en adición de células de mamífero para la formación rápida y adecuada de una matriz celular. Esta parte del proyecto se limita a la obtención de la enzima transglutaminasa a nivel laboratorio a partir de hojas ó raíces de 3 tipos de cereales (trigo var. CHOIX M95, maíz var. NLVS-2, sorgo var. GENEX983), y 2 tipos de oleaginosas (frijol de soya var. HARST9190 y chícharo var. PERFECT PURELINE) a la segunda y tercera semanas de crecimiento en un invernadero de condiciones controladas.

La transglutaminasa fue obtenida en un principio de fuentes de origen animal, por ejemplo, hígado del cerdo de guinea (8) ó de sangre(11). Sin embargo la obtención de transglutaminasa de origen animal tiene ciertos inconvenientes, tal como su dificultad para obtener altos rendimientos a bajo costo, además de la dependencia del ion  $Ca^{+2}$ , que complica su uso en procesos de alimentos donde la adición de compuestos de  $Ca^{+2}$  podría ocasionar cambios no aceptables en las propiedades del alimento. La actividad de transglutaminasa encontrada en plantas superiores, esta localizada en diferentes órganos (22) y se sugiere la existencia de actividad de transglutaminasa específica según el órgano donde se detecta(23). Las proteínas a/b de unión de la clorofila son consideradas substratos principales de la TGasa(21). La dependencia de  $Ca^{+2}$  de la transglutaminasa en plantas superiores no está claramente comprobada(21) más sin embargo en estudios con *Helianthus tuberosus* mostraron una reducción en la actividad de transglutaminasa al utilizar un compuesto quelante(23). Actualmente la enzima transglutaminasa es obtenida a través de fermentaciones de la bacteria del género *Streptovorticillium*, principalmente de la especie mobaraens, pero se puede obtener de las especies *ladakanum*, *griseocarnum*, *cinnamoneum* y otros(24).

### METODOLOGIA

**Primera Etapa.** El presente estudio inicia con la selección de la planta que presente mayor actividad específica de transglutaminasa la cual se utilizará para la obtención y purificación de la enzima. Se realiza la siembra de semillas de las plantas escogidas en charolas de 338 pozos(2 por cada tipo de planta) con peat moss como substrato y se permite el crecimiento después de la germinación por un período de 2 y 3 semanas en un invernadero de condiciones controladas. Al término de la 2a. y 3a. semanas de crecimiento se toman 30 gramos de muestra, tanto de hojas como de raíces de cada tipo de planta. Las muestras se lavan para eliminar la tierra aún presente. Se aplica el proceso de extracción de la enzima en cada muestra, y se mide la actividad de transglutaminasa con el método de hidroxamato y la concentración de proteína total con el método de Biuret. Se obtiene la actividad específica y se escoge el tipo de planta y la parte de la misma (hoja ó raíz) que presentó la mayor actividad.

**Segunda Etapa.** Para la planta seleccionada se inicia una nueva siembra para comprobar la actividad específica encontrada previamente. En esta ocasión se tienen 6 charolas con 338 pozos cada una, se permite el crecimiento por el tiempo seleccionado, y se toman 30 g de muestra de la parte seleccionada de la planta. Se efectúa la extracción de la enzima por el método seleccionado y se lleva a cabo la purificación de la enzima por cromatografía de intercambio iónico para calcular los rendimientos obtenidos.

**Extracción de Proteína.** Se homogeniza la muestra de raíz ó hojas empleando una licuadora y buffer a 4°C para la ruptura de tejidos y células, se pasa a filtración para eliminar los residuos no solubles de mayor tamaño. El filtrado se centrifuga a 4°C para eliminar los residuos celulares, se vuelve a centrifugar el sobrenadante a 80,000g para eliminar la fracción de membrana. El siguiente paso es la precipitación de las proteínas con sulfato de amonio al 90% de saturación, se recupera la proteína precipitada por centrifugación y se resuspende en buffer para someterla a una diálisis para la eliminación de sales y agua permitiendo una concentración de la solución proteica.(14)

**Método de hidroxamato.** Es una reacción donde se utilizan benciloxicarbonil-L-glutaminil glicina e hidroxilamina como sustratos para la transglutaminasa, en la ausencia de  $Ca^{+2}$ , generándose un complejo de hierro con la formación de ácido hidroxámico en la presencia de ácido tricloroacético. Se mide la absorción a 525 nm en un espectrofotómetro UV-Visible. Se determina la cantidad de ácido hidroxámico con una curva de calibración para calcular la actividad de la enzima. Una unidad es la actividad enzimática de transglutaminasa que produce 1  $\mu$ .mol de ácido hidroxámico por minuto. Este método se aplicará después de la purificación.(5)

## RESULTADOS PRELIMINARES

Todas las muestras, tanto de hojas, como de raíz de las plantas escogidas para el estudio mostraron actividad de transglutaminasa a diferentes niveles. La actividad de transglutaminasa de hojas y raíces de la segunda semana de crecimiento, y con membrana de diálisis de 15,000 y 25,000 MWCO (Gráfica 1 y 2), se puede observar que la hoja de trigo es la que muestra una actividad específica mayor. En el caso del sorgo la actividad más alta fue registrada en la raíz, tanto con membrana de diálisis de 15,000 así como la de 25,000 MWCO. Las muestras de chícharo no aparecen en estas gráficas debido a que tuvo un crecimiento más lento que las otras plantas por lo que no se pudo coleccionar la cantidad suficiente de muestra de hojas y raíces. En la tercera semana de crecimiento (gráficas 3 y 4) se puede observar que hay un decremento en la actividad en las hojas de trigo y un incremento en la raíz de la misma planta, utilizando las 2 diferentes membranas de diálisis. En esta etapa de desarrollo las mayores actividades se presentan en la raíz de trigo, hoja de maíz y raíz de soya para las muestras analizadas con las membranas de 15,000 y 25,000 MWCO. Las muestras de hoja y raíz de la planta de chícharo se pueden apreciar en estas gráficas, más sin embargo la actividad que presentan es moderada.

## CONCLUSIONES

La mayor actividad específica de TGasa fue en la hoja de la planta de trigo de la segunda semana de crecimiento, tanto con el empleo de la membrana para diálisis de 15,000, como con la de 25,000. Si bien, se obtuvieron actividades similares a la hoja del trigo en la tercera semana de crecimiento con el empleo de membranas de 15,000 y 25,000 en hojas y raíces de maíz, así como en la propia raíz del trigo. Se eligió la hoja de trigo de la segunda semana de crecimiento y dializada con la membrana de 15,000 MWCO porque demostró un crecimiento más rápido que las otras plantas aún en temperaturas bajas

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ajinomoto Co's Transglutaminase Activa form Streptovercillium mobaraense, Ajinomoto Europe Sales GMBH, <http://www.hbg-ajinomoto.de/englisch/activa/back/back01.htm>
2. Amersham Pharmacia Biotech UK Limited, Product Catalogue, <http://apbiotech.com/stiboasp/showmodule.asp?nmoduleid=15318>
3. Andou, H.; Matsuura, A.; Hirose, S., (1993) Process for producing a transglutaminase derived from streptomyces, Amano Pharmaceutical Co., Ltd., United States Patent 5,252,469, Pag.3
4. Berk Seki, (1992), Thecnology of Production of Edible Flours and Protein Product from Soybean, FAO Agricultural Services Bulletin No. 97, Chapter 1.6
5. Bech, L.; Halkier, T.; Rasmussen, G.; Schafer, T.; Andersen, J., (2000) Microbial transglutaminases, their production and use, Novo Nordisk, United States Patent 6,100,053, Pag. 5
6. Burden D.; Whitney D., (1995), Biotechnology: Proteins to PCR a Course in Strategies and Lab Techniques, Birkhäuser, Cap. 2, 48-55
7. Cheryan, M., (1998), Ultrafiltration and Microfiltration Handbook, Technomic Publishing Company, Chapter 3, pages 89-95
8. Connellan JM, Chung SI, Whetzel NK, Bradley LM, Folk JE,(1971), Structural Properties of Guinea Pig Liver Transglutaminase, Journal of Biological Chemistry, Vol. 246, No. 4, paginas 1093-1098
9. Colección FAO: Alimentación y Nutrición No. 27, (1995), El Sorgo y el Mijo en la Alimentación Humana ISBN 95-5-303381-9, Capítulo 4.
10. FAO Food and Nutrition Series No.25, (1992), Maize in Human Nutrition, ISBN 92-5-103013-8, Chapter 2
11. Folk, J.E. and Finlayson, J.S. (1977)  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamyl)lisien cross-link and the catalytic role of transglutaminases, Advances in Protein Chemistry, Vol.31, pagina 1-133
12. Guo J,T Shang ML, and Shann TJ, (1996), Transglutaminase from *Streptovercillium ladakanum* and application to minced fish product, Journal of Food Science, Vol. 61, No. 6, 1234-1238
13. Junqua M, Duran R, Gancet C, and Goulas P, (1997), Optimization of Microbial Transglutaminase Production Using Experimental Designs, Applied Microbiology and Biotechnology, Vol.48; 730-734

14. Lilley, G.R., Skill, J., Griffin, M., and Bonner P.L.R., (1998) Detection of Ca<sup>+2</sup> Dependent Transglutaminase Activity in Root and Leaf Tissue of Monocotyledonous and Dicotyledonous Plants, *Plant Physiology*, 117: 1115-1123.
15. NCSS-Statistical Análisis and Data Análisis Software, NCSS 6.0 Junior, <http://www.ncss.com/>
16. Reaction catalyzed by transglutaminase, Ajinomoto Europe Sales GmbH <http://www.hbg-ajinomoto.de/englisch/activa/back/back02.htm>
17. Structural clasification of transglutaminases, Superfamily Transglutaminases <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop/data/scop.b.c.b.f.A.A.html>
18. Zhu, Y., Rinzema, A., Tramper, J., Bol, J., (1995) Microbial transglutaminase- a review of its production and application in food processing, *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol.44: 277-282
19. Bancomext, (2000), referencia 3507.90.03 Importaciones
20. Fracassini D, Del Duca S, Beninati S (1995) Plant transglutaminases. *Phytochemistry* 40: 355-365
21. Del Duca S, Tidu V, Bassi R, Esposito C, Serafini-Fracassini D (1994) Identification of chlorophyll-a/b proteins as substrates of transglutaminase activity in isolated chloroplasts of *Helianthus tuberosus*. *Planta* 193:283-289

## EFFECTIVIDAD DEL SCORE MANTRELS Y MODIFICACIONES DEL MISMO PARA LA DETECCIÓN DE APENDICITIS EN NIÑOS MENORES A 13 AÑOS

Investigación Aplicada a la Clínica /Pediatría

**Dra. Belinda Carrión Cavaría,R4 Pediatría ; Dr. Dimas Mateos Corral, R2 Pediatría ; Dr. Salvador Villarreal González , Cirugía Pediátrica .**

El presente trabajo de investigación pretende analizar la efectividad de la tabla MANTRELS en menores de 13 años, así como la efectividad de tres tablas propuestas que surgen a partir de ciertas modificaciones de la original. Por medio del análisis de regresión lineal se compararon los diferentes modelos, tanto los propuestos como el original, para determinar el poder predictivo del nivel de agudeza de la apendicitis.

La primera apendectomía se realizó en 1887 por T.G. Morton, sin embargo, a pesar del establecimiento de su diagnóstico y tratamiento hace más de 100 años, este padecimiento sigue estando sujeto a diagnósticos erróneos [1]. El hacer un diagnóstico en los pacientes pediátricos es un reto para el clínico. La interpretación de síntomas, la evolución sutil e insidiosa pero progresiva hacen que su diagnóstico se atrase y un gran número de los pacientes se compliquen.

Aproximadamente 1% de los niños menores de 15 años sufrirá apendicitis con un pico de mayor incidencia entre los 10 a 12 años. Existe predominio entre los varones y se ha observado una mayor incidencia de casos en otoño y primavera [2].

Un método sistemático de predecir si existe o no apendicitis aguda es el score MANTRELS. Dicho método busca la existencia o no de ocho variables que son: migración del dolor, anorexia, náusea, dolor en punto de McBurney, rebote, fiebre, leucocitosis y predominio de neutrófilos. En dicha valoración se asigna valor de 0 ó 1(2) dependiendo si el paciente lo presenta ó no. Entre más alta sea la puntuación más probabilidad existe de que tenga apendicitis.

Este método si ha resultado estadísticamente válido para adultos, no así en niños. Por este motivo, propusimos modificaciones a la misma con el fin de que ésta también sea confiable en la población infantil. El objetivo es determinar si las modificaciones propuestas a la tabla muestran una mejora tanto en la sensibilidad como en la especificidad del diagnóstico. Además se compara la sensibilidad y especificidad del MANTRELS original y del modificado. También se identificará la utilidad del ultrasonido en la valoración de apendicitis aguda.

Dicha tabla fue nombrada MANTRELS en representación de la primera letra de cada una de las 8 variables que incluye. Estas variables son:

M- Migración del dolor

T- *Tenderness*

L-Leucocitosis

A- Anorexia-acetona

R-Rebote

S- Shift to the left

N- Náusea-vómito

E-Elevación de la temperatura



Nuestra justificación para la elaboración de este proyecto es la búsqueda de un método adecuado para la población pediátrica, que sea confiable y eficiente. Esto a su vez nos beneficiara con diagnósticos oportunos, certeros y disminuirá el índice de laparotomías innecesarias.

Nuestra hipótesis consiste en afirmar que el score MANTRELS modificado es más sensible y específico en niños que el MANTRELS original. Y que el ultrasonido aumenta la especificidad del mismo.

Nos basamos en la información resumida en el período de enero de 2001 a abril del 2002 de 59 pacientes menores de 13 años del Hospital San José TEC de Monterrey a quienes se les realizó apendicectomía. Se aplicó la tabla MANTRELS y las modificaciones de la misma y se corroboró el resultado de la apendicectomía de acuerdo al reporte anatómico-patológico clasificado en cuatro niveles de severidad de la enfermedad.

Los resultados obtenidos, nos hacen pensar que hay detalles que se pueden mejorar en nuestro trabajo. La obtención de datos pueden ser más exacta y confiable en unos casos. Por ejemplo, al ser un estudio retrospectivo no siempre podremos verificar la autenticidad de los datos en ese momento. Los exámenes de laboratorio en algunos casos fueron tomados como externos y el diagnóstico por imagen es totalmente operador dependiente.

Las variables que resultaron ser más confiables estadísticamente no correlacionan con su valor clínico. Además el cuadro clínico de apendicitis aguda debe analizarse en conjunto y no con variables aisladas.

Aunque en la práctica se considere que la mayoría de las variables incluidas en el MANTRELS original y las tres modificaciones propuestas son las que determinan el nivel de agudeza de apendicitis, en los niños menores a 13 años de nuestro análisis mostró lo contrario.

En el contexto estadístico, a diferencia del médico, los resultados obtenidos sugieren que, además de algunas de las variables que ya se toman en cuenta actualmente, se debe de buscar otras que ayuden a explicar el nivel de agudeza de apendicitis en niños menores a 13 años.

#### **Bibliografía**

- [1] McMillan, Julia A., DeAngelis, Catherine D., Feigin, Ralph D. y Warshaw, Joseph B. Oski's Pediatrics, 3ed. Lippincott Williams and Wilkins. USA. 1702-1704 pp. (1990).
- [2] Berhman, Nelson. Textbook of Pediatrics, 16ed. W.B. Saunders Company. (2000).
- [3] Alvarado, Alfredo MD. A Practical Score for the Early Diagnosis of Acute Apendicitis. Annals of Emergency Medicine. 15(5): 557-564 pp. (1986).
- [4] Rothrock, Steven G. y Pagane, Joseph, MD. Acute appendicitis in children: Emergency department diagnosis and management. Annals of Emergency Medicine. 36(1): 39-51 pp. (2000).
- [5] Feldman, Sleisenger y Fordtran. Gastrointestinal and Liver Disease, 6ed. W.B. Saunders Company. 1781-1782 pp. (1998).
- [6] Cotran, Robbins. Pathologic Basis of Disease, 6ed. W.B. Saunders Company. 840 pp. (1999).

# **POSTERS**

**Área: Tecnologías de Información**

**Coordinador de área: Dr. Luis Enrique Sucar Succar**

# A Distributed Q-learning Model for Rational Team Decision-Making in Soccer Domains

M.A.Junco<sup>\*</sup>, E.Espinosa<sup>\*\*</sup>, and F.Ramos<sup>\*\*\*</sup>

\* Department of Computer Science, ITESM- CEM, Carr. Lago Guadalupe km. 3.5, Atizapán, Estado de México, 52926, México  
(Tel : 52-5-58645659; Fax : 52-5-5864-5651 ; E-mail:ajunco@campus.cem.itesm.mx )

\*\* Department of Computer Science, ITESM – CCM, Calle del Puente 222, Tlalpan, México DF, 14380, México  
(Tel : 52-5-4832179; Fax : 52-5-483-2163 ; E-mail:eespinos@campus.ccm.itesm.mx )

\*\*\* Department of Computer Science, ITESM – Cuernavaca, Av. de la Reforma 182-A, Cuernavaca Morelos, 62050, México  
(Tel : 77-7-3297194; Fax : 77-7-297196 ; E-mail:framos@campus.mor.itesm.mx )

**Abstract:** The problem of coordination in multi-agent systems remains as one of the most critical to be solved, due to its changing nature, which can bring out many conflicting situations during a decision-making process. The coordination and decision-making rely, usually, on the sole responsibility of a coordinator agent. Thus, the potential contributions of the rest of the agents, in the decision-making process, are not taken into account, and the global utility could be considerably reduced.

In this work, a novel coordination approach for multi-agent domains based on a distributed rational decision-making model, which aims to improve the global utility is proposed. It is applied in the dynamic world of soccer agents and, more precisely, with the problem of coordinating agents in offensive and defensive team strategies. In order to take into account the contribution of all of the agents involved in a given play, a distributed representation of a Q-learning mechanism is proposed. Additionally, this research shows that a Nash solution, that uses the distributed Q-learning representation, provides a way of evaluating joint-actions and allows agents to identify the best global utility.

Besides, this approach was tested in a business to business (B2B) processes using an analogy of soccer collaborative strategies.

**Keywords:** coordination, team strategies, reinforcement learning, rational decision-making, business to business (B2B)

## IMAGE\_TECH:

### UNA PLATAFORMA ABIERTA PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Guillermo Alfonso Parra Rodríguez( gparra@campus.ccm.itesm.mx), Daniela Altamirano Silva (00284229@academ01.ccm.itesm.mx), Luis Montesinos Silva(lmontesinos@hotmail.com)

**ImageTech** es una plataforma abierta destinada a potenciar la investigación y el desarrollo en procesamiento digital de imágenes, con aplicaciones en dominios tales como la Biometría, la Biomédica y por supuesto la industria Manufacturera. **ImageTech** nace como una iniciativa del Centro de Investigación en Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CITTI) del TEC de Monterrey Campus Ciudad de México. Al origen de esta iniciativa estaba la necesidad de contar con una herramienta propietaria, que permitiera realizar desarrollos de forma clara, eficaz, confiable y transportable y que permitiera además la reutilización de código por parte de profesores, investigadores e ingenieros trabajando en esta área, no sólo en el TEC de Monterrey sino también en el país.

El contar con una plataforma de este estilo debería permitir, desarrollar, comparar, analizar rendimientos de una manera más controlada pues se conocerán detalles acerca del funcionamiento de cada uno de los módulos utilizados, y así mismo, se podrá agrupar de una manera confiable y reutilizable los módulos que se implanten. Estos módulos pueden tener una aplicación general, o pueden haber sido creados para una aplicación específica e incorporados a la plataforma para su posible empleo en otras aplicaciones.

La elección del lenguaje de programación para la plataforma tuvo en cuenta consideraciones tales como la facilidad de reutilización de código, la portabilidad de los desarrollos a varios tipos de computadoras así como la robustez del tipo de arquitectura de software que se pudiera plantear. Del análisis de estas consideraciones se determinó que Java, era la mejor alternativa para enfrentar este desafío y se eligió trabajar en Java™ 2 Platform, Standard Edition, versión 1.4. La elección permite además, utilizar Java Advanced Imaging (JAI 1.1), extensión especializada en el procesamiento digital de imágenes. El API (application programming interface) de JAI1.1 cuenta con un conjunto de interfaces orientadas a objetos que permite manipular la imágenes de una manera sencilla. Las especificaciones de JAI 1.1 fueron desarrolladas por Sun Microsystems, Inc., Bleeding Edge Software, Eastman Kodak, Inc., General Dynamics, Corp., Jet Propulsion Laboratory, MITRE Corp., University of Adelaide.

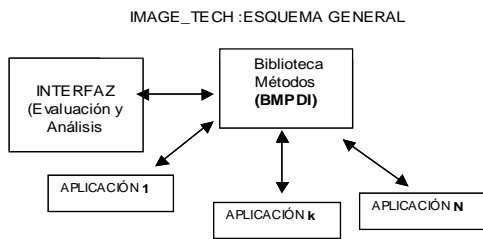


Figura 1. Esquema general de Image\_Tech

**ImageTech** como plataforma de desarrollo se puede dividir en dos partes fundamentales: una Biblioteca de Métodos para el Procesamiento Digital de Imágenes (**BMPDI**) que contiene los distintos métodos, y una interfaz que permite la utilización de estos métodos, con el propósito de realizar su evaluación y análisis, sin la necesidad de escribir ningún código para ello.

La **Interfaz** de **ImageTech** es desde su concepción un módulo totalmente independiente del módulo de la Biblioteca, de manera que ningún cambio en la Interfaz afectará en lo absoluto a la **BMPDI**. Este sencillo planteamiento se revela muy importante, pues se puede trabajar en paralelo en la construcción de la interfaz y la **BMPDI**. Además, la **Interfaz** permite el análisis y la evaluación de los resultados provistos por métodos en desarrollo o aún más permite establecer sin tener que desarrollar código en sí al menos una primera aproximación al problema a resolver por medio de los métodos ya existentes.

Una vez determinado la conveniencia del resultado obtenido se puede utilizar este método ya sea desde la interfaz o desde el mismo código. De esta manera la **Interfaz** ayuda al investigador – desarrollador en el camino a seguir en la búsqueda de la solución y contribuye a que no se desperdicie tiempo en el desarrollo en código inservible.

La arquitectura de la **BMPDI** fue concebida de tal forma que cumpliera con dos aspectos: *extensibilidad* y *reutilización*. La *reutilización* es básica para el desarrollo de este tipo de proyectos pues cuando se desea empezar a desarrollar un nuevo método, es frecuente hacer uso de métodos que ya han sido implantados. La **BMPDI** además acelera el nuevo desarrollo debido a que no se tiene que empezar desde cero, pues la **BMPDI** cuenta con diversos métodos que comúnmente se requieren en el desarrollo de aplicaciones con imágenes digitales. La *extensibilidad* es otro aspecto que se tuvo siempre presente. Esta característica de la **BMPDI** permite agregar nuevos módulos de procesamiento de imágenes sin ninguna complicación. La extensibilidad y reutilización, permiten entonces el desarrollo de métodos más complejos en menos tiempo.

La **BMPDI** está conformada por un conjunto de paquetes, los cuales sirven para clasificar temáticamente los distintos métodos. Igualmente, se ha estandarizado la estructura de las clases que representan métodos. Internamente, cada clase cuenta con un método que recibe diferentes parámetros según se requiera, y que permite la ejecución del método que representa la clase.

**ImageTech** está ya siendo utilizado para aplicaciones más específicas incluso las ligadas a la enseñanza. En efecto, se llevan a cabo actualmente dos proyectos en dos áreas distintas: biométrica y telemedicina. El proyecto de biométrica está orientado a la identificación de personas por medio del análisis de la imagen de la mano. El proyecto de telemedicina, tiene por objetivo el análisis de imágenes de muestras de laminillas del examen de papanicolaou, con el propósito de ayudar al diagnóstico del cancer cervicouterino en México. Ambos son objetos de comunicaciones simultáneas a la presente. En consecuencia, se puede afirmar que **ImageTech** ha cumplido con su objetivo de ser la base para aplicaciones específicas. Se continuará desarrollando nuevos métodos, para aumentar el soporte que **ImageTech** le puede dar a otros proyectos de esta área y esperan obtener contribuciones de otros centros de investigación.

#### REFERENCIAS:

- 1.- <http://java.sun.com/products/java-media/jai/index.html> (JAI Reference)
- 2.- Eckel, Bruce, Thinking in Java, 2nd Edition, electronic book

# PLATAFORMA DE TELE-DIAGNÓSTICO PARA LA DISMINUCIÓN DEL RIESGO DEL CÁNCER CERVICOUTERINO EN MÉXICO

Luis Montesinos<sup>1, 2</sup>, John Puentes<sup>2</sup>, Alfonso Parra<sup>1</sup>, Basel Solaiman<sup>2</sup>, Christian Roux<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de México

<sup>2</sup>Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne

## I. INTRODUCCIÓN

El cáncer cervicouterino presenta una alta incidencia en México. Esta enfermedad representa la cuarta causa de muerte en el grupo de mujeres entre 35 y 44 años de edad. Un número importante de casos positivos podría ser controlado de ser detectado oportunamente [1]. Sin embargo, el procedimiento de diagnóstico actual introduce un retraso –que algunas veces llega a ser de dos años- ocasionado por el traslado de estudios citológicos de centros de salud rurales a hospitales urbanos a través de medios de transporte convencionales.

En este trabajo se presenta la descripción de una plataforma de tele-diagnóstico propuesta como una alternativa viable al intercambio de estudios citológicos. Esta plataforma permite a técnicos en citología y especialistas en el diagnóstico del cáncer cervicouterino transferir dichos estudios a través de Internet, agilizando así el procedimiento de diagnóstico, lo cual reduce el riesgo de la enfermedad.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA DE TELE-DIAGNÓSTICO

La plataforma de tele-diagnóstico propuesta ha sido diseñada partiendo de los requerimientos identificados por un equipo de especialistas en el diagnóstico del cáncer cervicouterino del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Dicho equipo estableció el procedimiento de diagnóstico que debería seguirse al utilizar una plataforma de tele-diagnóstico. El procedimiento de tele-diagnóstico deseado es el siguiente: el técnico, ubicado en un centro de salud rural, tiene en su espacio de trabajo las muestras citológicas y los formularios clínicos de las pacientes sometidas al estudio citológico. Con el fin de crear el Expediente Citológico Electrónico (ECE) de determinada paciente, el técnico adquiere una o más imágenes de su muestra citológica, sirviéndose de la cámara digital que está conectada a la computadora. La cámara digital está adaptada -mediante un acoplador óptico- a los lentes del microscopio con el que se analizan habitualmente las laminillas. Por otra parte, el técnico crea el formulario clínico en su versión digital, el cual contiene la información del formato impreso utilizado actualmente en hospitales y centros de salud del ISSSTE. La integración de las imágenes citológicas y el formulario clínico constituye el ECE del paciente.

Cuando los ECE han sido creados, el técnico los envía, a través de Internet, a la computadora del especialista que emitirá los diagnósticos. Adicionalmente, el técnico puede verificar la existencia de nuevos diagnósticos emitidos y transferirlos a su computadora. Por su parte, el especialista utiliza la aplicación de tele-diagnóstico para acceder a los nuevos ECE, la cual le permite visualizar tanto imágenes citológicas como los formularios clínicos, y completar la sección del formulario clínico correspondiente al diagnóstico. Como ya ha sido mencionado, los diagnósticos emitidos pueden ser accedidos por el técnico. Se prevé que las conexiones a Internet se hagan a través de la infraestructura tecnológica puesta a disposición por el programa gubernamental e-Salud (<http://www.e-mexico.gob.mx>).

La plataforma de tele-diagnóstico propuesta ha sido desarrollada en Java 2 de Sun Microsystems y está conformada por varios módulos funcionales. Estos módulos son:

- 1) Módulo de autenticación de usuarios. Controla el acceso al sistema a través de un modelo de cuentas de usuario y contraseñas basado en el algoritmo MD5.

- 2) Módulo de procesamiento de ECE. Permite la creación y consulta de los ECE. Estos siguen el modelo de expediente electrónico propuesto en [2], el cual está basado en el nuevo algoritmo de compresión JPEG 2000 [3].
- 3) Módulo de gestión de ECE y diagnósticos. Gestiona ECE y diagnósticos dentro del sistema de archivos local, siguiendo una estructura de árbol similar a la de los sistemas Unix, lo cual permite organizar de manera lógica los expedientes y diagnósticos de cada usuario.
- 4) Módulo de gestión de comunicaciones. Ofrece las rutinas necesarias para transmitir a través de Internet expedientes y diagnósticos entre computadoras de técnicos y especialistas. Está desarrollado utilizando el API (*Application Programming Interface*) de Invocación de Métodos Remotos (*Remote Method Invocation*) de Java, diseñado para el desarrollo de aplicaciones distribuidas [4].
- 5) Interfaz gráfica de usuario. Ofrece a técnicos y especialistas un área de trabajo intuitiva, mediante la cual pueden realizar sus tareas sin que la utilización de una plataforma de tele-diagnóstico represente un esfuerzo adicional.

### III. RESULTADOS

A la fecha de redacción de este documento el desarrollo de los módulos presentados en la sección precedente ha sido finalizado. En efecto, la aplicación desarrollada permite realizar el procedimiento de tele-diagnóstico en su totalidad.

La validación del módulo de gestión de comunicación ha sido efectuada mediante pruebas realizadas bajo condiciones reales. Sus resultados permiten constatar que la velocidad de transmisión para la aplicación aquí presentada es similar a la de aplicaciones de transferencia de archivos (FTP) convencionales.

### IV. CONCLUSIONES

La aplicación de tele-diagnóstico de cáncer cervicouterino propuesta representa una alternativa viable para intercambio de estudios citológicos entre los diversos centros de salud del ISSSTE. Al estar diseñada con base en las necesidades específicas de éstos, se ataca la problemática real sin introducir tareas adicionales.

Futuras pruebas de la aplicación en la que técnicos y especialistas efectúen el procedimiento de tele-diagnóstico para varios pacientes permitirá validar su funcionalidad dentro del contexto mexicano.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente a los doctores Amanda Gómez, Luis Amaro y Arnoldo Esparza del ISSSTE. Este trabajo no hubiera sido posible sin su preciosa colaboración. Agradecemos de la misma manera a la asociación ARIEL por su apoyo a este proyecto.

### REFERENCIAS

- [1] P. Alonso, E. Lazcano and M. Hernández, "Cáncer cervicouterino: diagnóstico, prevención y control," Editorial médica panamericana, México, 2000.
- [2] L. Montesinos and J. Puentes, "Telepathology Specialized Electronic Patient Record Based on JPEG 2000," Enviado para ser publicado dentro del marco de la conferencia *Information Technology Applications in Biomedicine 2003*.
- [3] JPEG 2000 Final Committee Draft versión 1.0, March 2000.
- [4] W. Grosso, "Java RMI," O'Reilly, ISBN 1-56592-452-5, October 2001.

## **NAVEGACIÓN NODRIZA DE ROBOTS**

Sebastián Ulises Adán Saldivar,

[al767575@mail.mty.itesm.mx](mailto:al767575@mail.mty.itesm.mx)

Jesús Antonio Sánchez Antúnez

[al782278@mail.mty.itesm.mx](mailto:al782278@mail.mty.itesm.mx)

Jorge Humberto Moreno Scott

[al775970@mail.mty.itesm.mx](mailto:al775970@mail.mty.itesm.mx)

Asesor: Dr. José Luis Gordillo Moscoso

[JLGordillo@itesm.mx](mailto:JLGordillo@itesm.mx)

Centro de Sistemas Inteligentes, ITESM, Campus Monterrey.

### **Introducción.**

En los últimos años, han surgido nuevas tecnologías, muchas de ellas tratando de imitar los comportamientos en la naturaleza. Entre estos desarrollos esta la robótica colectiva. En el presente trabajo se considera el trabajo de robots heterogéneos que cooperan para la solución de una tarea, mediante el esquema de la Navegación Nodriza. La Navegación Nodriza se presenta cuando un robot, llamado Nodriza, transporta otros robots más pequeños, llamados crías, que realizan determinadas tareas. Las ventajas de este tipo de cooperación son que la Nodriza proporciona transportación de manera rápida y potente, referencia espacial, energía, supervisión de la tarea, entre otras. Por otro lado, los robots crías proporcionan acceso a lugares difíciles, son baratos, pueden contar con habilidades diversas, entre otras. Característica importante de este esquema de cooperación es la escalabilidad, la cual permite controlar los robots de la misma forma, independientemente del tamaño, esta propiedad también permite que las crías de la nodriza a su vez cuenten con crías, y así sucesivamente. La implementación de este trabajo se hace con un robot Nomad 200 como nodriza y un robot Khepera como cría, y un sistema de planeación de rutas y seguimiento con visión computacional para la realización de las tareas.

### **Descripción del Problema**

El objetivo principal del proyecto es lograr que el robot Nomad 200 y Khepera colaboren para la realización de una tarea. El Nomad funcionará como la nodriza, transportará a los robots Khepera, que serán las crías, a distancias relativamente grandes para éstos, que no serían adecuadas debido a las limitantes con las que cuentan. El Nomad está limitado para realizar ciertas tareas por características y habilidades, por lo tanto las crías complementan sus habilidades. Además es necesario el desarrollo de una plataforma, para el transporte de las crías, la cual será instalada sobre el Nomad. Para proporcionar retroalimentación de posición y dirección de los robots será necesario desarrollar un sistema de visión para que observe a los robots. El robot nodriza será observado por una cámara ubicada en un lugar estratégico en el medio ambiente del experimento. De la misma manera el robot cría será observado por la nodriza que contará con una cámara para tal propósito. Utilizando el principio de escalabilidad, el mismo sistema de visión funcionará para ambos robots.



## **Objetivos**

- a) Modelado el cinemático de los Robots.
- b) Implementar protocolos de comunicación entre los Robots.
- c) Construir plataforma de transporte de crías, diseño y elaboración de control eléctrico.
- d) Evadir obstáculos por medio planeación de trayectorias.
- e) Desarrollar sistema de visión computacional para proporcionar retroalimentación de posición y dirección a los robots.
- f) Desarrollar sistema e interface usuario para el control de los Robots
- g) Generar y realizar una tarea determinada, para probar el trabajo en conjunto de los robots.

## **Resultados.**

Las implementación del programa de control de Nomad fue en C++ sobre sistema operativo Linux. Para el Khepera se implementó todo el programa en JAVA.

En la fase de experimentación la tarea propuesta fue recolección de objetos, la cual consiste en que el robot Nodriza transporte al un solo robot cría a un área donde hay objetos por recolectar, la cría desciende de la plataforma de transporte para levantar los objetos. La tarea se redujo para que el Nomad llevara al Khepera a un solo punto de recolección, en un principio se había pensado que al menos el Nomad fuera capaz de transportar al Khepera a dos o más puntos de recolección. Dado que estos resultados se obtuvieron sin el sistema de visión computacional, para la retroalimentación de la posición de los robots, existió un error incremental en las trayectorias del Nomad, por lo tanto la recolección en varios puntos fue muy difícil.

## **Conclusiones**

De la experiencia obtenida durante le creación de todo el proyecto se llevo a las siguientes conclusiones.

- La primera etapa de experimentación fue muy satisfactoria en el sentido que ayudó a detectar los puntos débiles de la implementación tanto en software como en hardware.
- Definitivamente para corregir el error acumulado en la trayectoria del Nomad es necesario que este cuente con un sistema de visión, esto con el fin de que los robots cuenten con una retroalimentación de posición y dirección. Actualmente el sistema de visión esta en desarrollo.
- En la segunda etapa del proyecto se pretende contar con la capacidad para que la Nodriza transporte a dos crías, y el sistema de visión supervise a las dos crías simultaneamente.
- El principio de escalabilidad permite usar los mismos métodos de navegación tanto para la nodriza como para las crías, esto es una gran ventaja en la implementación del sistema.

## **RECTORIA ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY**

### **DRA. OLIVIA CARRILLO GAMBOA**

Coordinadora de la Unidad de Estudios Estadísticos

Departamento de Matemáticas / DECIC

Tel.: (01-81) 8358-20-00, ext. 4519

[ocarrill@itesm.mx](mailto:ocarrill@itesm.mx)

### **DR. ANTONIO FAVELA CONTRERAS**

Depto. de Mecatrónica y Automatización / DIA

Tel.: (01-81) 8358-20-00, exts. 5485 y 5487

[antonio.favela@itesm.mx](mailto:antonio.favela@itesm.mx)

### **DR. JORGE IBARRA SALAZAR**

Depto. de Economía / DAF

Tel.: (01-81) 8328-41-61 y 8358-20-00, exts. 4306 y 4307

[jaibarra@itesm.mx](mailto:jaibarra@itesm.mx)

### **DR. JOSE RAFAEL BORBOLLA ESCOBOZA**

Director Asociado de Investigación Clínica

Centro de Investigación y Extensión /DCS

Tel. : (01-81) 1333-11-21 y 8348-54-05 ext. 207

[borbolla@itesm.mx](mailto:borbolla@itesm.mx)

### **DRA. IRMA A. GOMEZ CABAZOS**

Directora Académica / EGADE

Tel.: (01-81) 8387-52-47 y 8625-00-00

Fax.: (01-81) 8359-8346

[igomez@itesm.mx](mailto:igomez@itesm.mx)

### **M.E. RICARDO OJEDA DE LA CRUZ**

Depto. de Ciencias Naturales y Tecnología / DPGL

Campus Eugenio Garza Lagüera

Tel.: (01-81) 8155-44-79

[rojeda@itesm.mx](mailto:rojeda@itesm.mx)

### **M.C. BLANCA LOPEZ MARISCAL**

Departamento de Humanidades / DHCH

Tel.: (01-81) 8358-20-00 ext. 4573

[blopez@itesm.mx](mailto:blopez@itesm.mx)

## **RECTORIA UNIVERSIDAD VIRTUAL**

### **DR. ANTONIO MILLAN ARELLANO**

Director de la Escuela de Graduados en Educación / UV  
Tel.: (01-81) 8328-44-25 y 8358-20-00, exts. 6632 y 6633  
Fax: (01-81) 8328-40-55  
[a.millan@itesm.mx](mailto:a.millan@itesm.mx)

## **RECTORIA ZONA CENTRO**

### **DR. JOSE ARTURO TAR ORTIZ P.**

Depto. de Ciencias Básicas  
Campus Toluca  
Tel.: (01-7) 279-31-16 y 279-99-90, ext. 2175  
Fax: (01-7) 274-11-78  
[jatop@itesm.mx](mailto:jatop@itesm.mx)

## **RECTORIA ZONA NORTE**

### **DR. ANTONIO RIOS RAMIREZ**

Director de Escuela de Graduados y Alta Dirección de Empresas (EGADE)  
Campus Chihuahua  
Tel. y Fax: (01) 439-50-06  
[antonio.ramirez@itesm.mx](mailto:antonio.ramirez@itesm.mx)

## **RECTORIA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO**

### **DR. LUIS ENRIQUE SUCAR**

Depto. de Computación  
Campus Morelos  
Tel.: (01-73) 297-169  
Fax: (01-73) 297-166  
[esucar@itesm.mx](mailto:esucar@itesm.mx)

## **RECTORIA ZONA PACIFICO**

### **DR. TEOFILO A. DIECK ABULARACH**

División de Graduados en Investigación

## **RECTORIA UNIVERSIDAD VIRTUAL**

### **DR. ANTONIO MILLAN ARELLANO**

Director de la Escuela de Graduados en Educación / UV

Tel.: (01-81) 8328-44-25 y 8358-20-00, exts. 6632 y 6633

Fax: (01-81) 8328-40-55

[a.millan@itesm.mx](mailto:a.millan@itesm.mx)

## **RECTORIA ZONA CENTRO**

### **DR. JOSE ARTURO TAR ORTIZ P.**

Depto. de Ciencias Básicas

Campus Toluca

Tel.: (01-7) 279-31-16 y 279-99-90, ext. 2175

Fax: (01-7) 274-11-78

[jatop@itesm.mx](mailto:jatop@itesm.mx)

## **RECTORIA ZONA NORTE**

### **DR. ANTONIO RIOS RAMIREZ**

Director de Escuela de Graduados y Alta Dirección de Empresas (EGADE)

Campus Chihuahua

Tel. y Fax: (01) 439-50-06

[antonio.ramirez@itesm.mx](mailto:antonio.ramirez@itesm.mx)

## **RECTORIA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO**

### **DR. LUIS ENRIQUE SUCAR**

Depto. de Computación

Campus Morelos

Tel.: (01-73) 297-169

Fax: (01-73) 297-166

[esucar@itesm.mx](mailto:esucar@itesm.mx)

## **RECTORIA ZONA PACIFICO**

### **DR. TEOFILO A. DIECK ABULARACH**

División de Graduados en Investigación

Campus Guadalajara  
Tels.: (01-3) 669-30-90 y 669-30-95  
Fax: (01-3) 669-30-93 y 669-30-98  
[teofilo.dieck@itesm.mx](mailto:teofilo.dieck@itesm.mx)

## **PRESIDENTE DEL COMITE**

**DR. JAIME BONILLA RIOS**  
Dirección de Investigación y Extensión  
Campus Monterrey  
Tel.: (01-81) 8328-41-75 y 8358-20-00, ext. 6021  
Fax.: (01-81) 8328-41-23  
[jbonilla@itesm.mx](mailto:jbonilla@itesm.mx)