

Haga click para avanzar



XXII

*Congreso de Investigación y Extensión
del Sistema Tecnológico de Monterrey*

E N E R O 2 0 0 2

M E M O R I A S



Enero de 2002

A la comunidad académica del Instituto:

Todos somos conscientes de que nuestra sociedad se desarrolla en la actualidad en una atmósfera de cambios profundos y en un contexto en el que el conocimiento es el factor más importante del desarrollo.

Esta situación debe reafirmar en todos nosotros la convicción de la importancia que tiene la educación y de la necesidad que hay de que las instituciones universitarias, entre las que se encuentra nuestro Sistema Tecnológico de Monterrey, desarrollen con gran calidad sus actividades docentes y de investigación.

Por este motivo, me causa mucha satisfacción comprobar que en este XXXII Congreso de Investigación y Extensión ha aumentado en forma notoria la participación de trabajos de investigación de maestros y alumnos, con lo que se ha fortalecido la calidad de la actividad docente y hemos contribuido al enriquecimiento del conocimiento y al desarrollo tecnológico del que tanto necesita nuestro país para generar un mayor bienestar de la sociedad.

Dr. Rafael Rangel Sostmann
Rector del Sistema
Tecnológico de Monterrey

Trabajos en Extenso

Trabajos en Resumen

Trabajos en Poster

Trabajos por Autor

Comité

Trabajos en Extenso

REGRESAR A CONTENIDO

Biotecnología y Tecnología de Alimentos

Calidad Ambiental

Competitividad y Negocios

Comunicación

Desarrollo Regional

Economía

Educación

Estadística

Física

Historia, Religión, Identidad y Política

Ingeniería Industrial

Innovación

Inteligencia Artificial

Literatura y Artes Escénicas

Manufactura

Mecatrónica

Medicina

Relaciones Internacionales

Desarrollo de un proceso prototipo para la recuperación de c-ficocianina de *Spirulina máxima*

Marco Rito- Palomares, Lilia Nuñez, Daniel Amador • Campus Monterrey

Efecto de la adición de bentonita en maíz contaminado con ocratoxinas y alimentado a pollos de engorda

Roberto Macías Rodríguez, Sergio O. Serna Saldivar, Enrique Hernández Benítez
• Campus Monterrey

DESARROLLO DE UN PROCESO PROTOTIPO PARA LA RECUPERACION DE c-FICOCIANINA DE *Spirulina máxima*

Marco Rito-Palomares, Lilia Nuñez & Daniel Amador

En este estudio se describe el desarrollo de un proceso novedoso para la recuperación de c-ficocianina de *Spirulina maxima* explotando las técnicas de dos fases acuosas, ultrafiltración y precipitación. El proceso resultante se caracterizó por una reducción en el número de etapas de proceso y un incremento en el rendimiento de recuperación del producto de interés. La evaluación de los parámetros del sistema tales como, peso molecular de poli-etilen-glicol (PEG), concentración de PEG, sales, pH y relación de volumen de las fases fue realizada para determinar bajo que condiciones c-ficocianina y los contaminantes se concentraban en fases opuestas. Los sistemas formados con PEG 1450 y fosfato mostraron ser adecuados para la recuperación de la c-ficocianina, debido a que la proteína de interés se concentro en la fase superior del sistema de extracción y los contaminantes (fragmentos celulares) se concentraron en la fase inferior. Se desarrollo un proceso de extracción de dos etapas de fases acuosas, caracterizado por una relación de volumen de las fases igual a 0.3, una concentración de PEG1450 de 14%, fosfato de 20% en peso y un pH de 6.5 que permitió recuperar c-ficocianina con una pureza de 2.4 (expresada como la relación de las absorbancias a 620nm y 280nm). El uso de las etapas de ultrafiltración (con una membrana de 30kDa) y precipitación (con sulfato de amonio) permitió obtener un proceso que dio como resultado una proteína con una pureza del 3.8 ± 0.1 y un porcentaje de recuperación de 29.5%. Los resultados presentados aquí demuestran el potencial de los sistemas de dos fases acuosas para el diseño de un proceso de recuperación prototipo para el desarrollo de la tecnología para la purificación comercial de c-ficocianina producida por *Spirulina maxima*.

Palabras clave: Fases acuosas, recuperación de proteínas, c-ficocianina, *Spirulina maxima*, procesos de extracción

1. Introducción.

Los colorantes utilizados en las industrias de alimentos, de detergentes y de genética molecular, son productos de gran importancia comercial [1, 2]. La producción potencial de estos productos utilizando micro-organismos representa una excelente oportunidad para los procesos biotecnológicos. En este contexto, la producción de c-ficocianina (una proteína de color azul) por *Spirulina maxima* resulta un caso de estudio muy interesante debido a que la aplicación industrial y valor comercial de este producto son considerables [1]. El valor comercial de c-ficocianina grado alimento (con una pureza de 0.7, definida como la relación de las absorbancias a 620nm y 280nm) es aproximadamente \$0.13 dolares/mg, mientras que el valor de la c-ficocianina grado reactivo (pureza de 3.9) varia de \$1 a 5 dolares/mg [3]. En contraste, el valor comercial de c-ficocianina grado analítico (pureza mayor a 4.0) puede ser tan alto

Dr. Marco Rito Palomares; Profesor Investigador del Centro de Biotecnología del ITESM, Campus Monterrey.
Ing. Lilia Nuñez; Estudiante graduada de la Maestría en Biotecnología, ITESM, Campus Monterrey.
Lic. Daniel Amador; Estudiante graduado de la Lic. en Ciencias Químicas, ITESM, Campus Monterrey.

Como \$15 dolares/mg [4]. La c-ficocianina es una de las dos principales biliproteínas del sistema fotosintético de *Spirulina maxima*. Esta formada de dos sub-unidades, α y β , con un peso molecular de 20.5 y 23.5 kDalton, respectivamente [5], y su punto isoeléctrico ha sido reportado [6] alrededor de 5.8.

La recuperación de c-ficocianina de *Spirulina maxima* ha sido intentada previamente por Herrera y col. [3] quienes reportaron un protocolo que involucra etapas de separación de células, secado, molienda, extracción con sales (NaNO_3 y CaCl_2), adsorción, ultrafiltración, precipitación, diálisis, filtración en gel y cromatografía de intercambio iónico. Este procedimiento da como resultado c-ficocianina de dos tipos: grado alimenticio (pureza de 0.74) y grado reactivo (pureza de 3.9). Sin embargo este protocolo presenta desventajas asociadas principalmente al efecto negativo del excesivo número de etapas de proceso sobre el rendimiento del producto. Adicionalmente, el escalamiento del procedimiento descrito por Herrera y col. [3] presenta complicaciones asociadas a las etapas de, por ejemplo, molienda manual y el uso de cromatografía. En este último aspecto, se ha reportado [7] que el escalamiento de procesos cromatográficos está limitado por el costo de las resinas y el tamaño de los procesos. Como consecuencia, los problemas de proceso asociados con este protocolo han limitado su aplicación comercial. Los sistemas de dos fases acuosas han sido sugeridos como una alternativa atractiva para la recuperación de c-ficocianina producida por *Spirulina maxima*. Esta tecnología tiene diversas ventajas, las cuales incluyen: bio-compatibilidad, fácil de escalar, bajo costo, etc. [8]. El uso de sistemas de dos fases acuosas para la recuperación de productos proteicos de caldos de fermentación ha sido reportada anteriormente [9-13]. Sin embargo, no existen reportes publicados sobre la recuperación de c-ficocianina de cultivos de *Spirulina maxima* utilizando sistemas de dos fases acuosas.

El primer objetivo de la presente investigación es identificar las condiciones de proceso óptimas que permitan la recuperación de c-ficocianina producida por *Spirulina maxima* utilizando tecnologías de extracción con fases acuosas, ultrafiltración y precipitación. Para establecer las condiciones de operación del proceso se investigó la influencia de la concentración de poli-etilen-glicol (PEG), sal (fosfato), relación del volumen de las fases (V_r), peso molecular del PEG y pH sobre el comportamiento de partición de la proteína. Un segundo objetivo de este estudio fue la generación de conocimiento sobre el comportamiento de partición de c-ficocianina en sistemas de dos fases acuosas para beneficiar la producción de dicho colorante. La importancia de los resultados de este estudio radica en el potencial desarrollo de la tecnología que permita obtener un proceso para la producción comercial de c-ficocianina a partir de *Spirulina maxima*.

2. Metodología.

Los cultivos de *Spirulina maxima* se desarrollaron utilizando el medio de cultivo descrito por Herrera y col. [3]. El micro-organismo se creció en cultivos de un lote (matraces Erlenmeyer de 500mL) a 20°C bajo condiciones de luz natural por 12 horas. Las células fueron separadas por centrifugación a 12,000 rpm por 10 minutos y la fragmentación celular se realizó manualmente en un mortero con perlas de vidrio y 0.1 M de una solución de CaCl_2 por 10 minutos. La temperatura se controló utilizando hielo seco. La total fragmentación celular se verificó utilizando un microscopio óptico (Olympus CK2). La separación de los fragmentos celulares se realizó por centrifugación y el sobrenadante (identificado como extracto crudo) se utilizó para los estudios en los sistemas de dos fases acuosas como se describe posteriormente.

Los diagramas de fases de los sistemas PEG-sal se estimaron utilizando el método de turbidez [14] con soluciones de PEG 50% (peso molecular 1000 y 1450 daltons) y fosfato 30% (obtenidos de Sigma Chemicals y BDH, respectivamente). Los experimentos de partición en dos fases acuosas necesarios para establecer las condiciones de operación fueron preparados por conveniencia en una balanza sobre una base fija en peso (15g). Cantidades pre-determinadas de PEG peso molecular 1000 y 1450 daltons y fosfato o sulfato sólido se mezclaron con el sistema modelo (conteniendo c-ficocianina purificada como se reporto anteriormente [3]) o bien con el sistema complejo (conteniendo 10% de extracto crudo de la

fermentación de *Spirulina maxima*). Los sistemas así formados fueron mezclados a temperatura ambiente por 30 minutos con el fin de asegurar la total disolución de los componentes en la mezcla. El pH de los sistemas se ajustó utilizando ácido ortofosfórico (1 M) o cloruro de sodio (2 M) cuando así fue necesario. La separación de las fases se obtuvo por centrifugación a 1500g por 20 minutos a 25°C. La estimación de los volúmenes de las fases (ligera rica en PEG, pesada rica en fosfato y sólidos) se realizó mediante observación visual en tubos de centrifuga graduados. El volumen de las fases fue utilizado para calcular la relación de volumen (V_r ; volumen de la fase ligera / volumen de la fase pesada). La longitud de las líneas de corte de los sistemas, las cuales representan la longitud de la línea que conecta los puntos que definen las composiciones de las fases, fueron estimadas como describe Albertsson [8]. Se tomaron muestras de las fases para estimar la concentración de proteína y estimación del coeficiente de partición de c-ficocianina ($K = \text{concentración de soluto en la fase ligera} / \text{concentración de soluto en la fase pesada}$). Los resultados de los experimentos aquí presentados representan un promedio de un mínimo de tres repeticiones para cada caso con un error estándar cercano al 10% del valor promedio.

Para el diseño del prototipo de proceso para la recuperación de c-ficocianina de *Spirulina maxima* se utilizaron subsecuentes etapas de extracción utilizando sistemas de dos fases acuosas. Posteriormente, los experimentos de ultrafiltración fueron realizados para separar la proteína de interés del PEG. Para estos experimentos una unidad de ultrafiltración (AMICON 8050 de 50mL) con una membrana de 30,000 daltons fue utilizada con las condiciones de operación obtenidas previamente [15]. Como etapa final de proceso, la precipitación con sulfato de amonio fue utilizada para procesar el concentrado proteico obtenido de la unidad de ultrafiltración. Siguiendo el protocolo descrito por Herrera y col [3], el precipitado fue dividido en dos fracciones las cuales correspondieron a las saturaciones de 40% y 45% a 0°C; se separaron por centrifugación (12,000 rpm por 10 minutos) y fueron resuspendidas en buffer de fosfato. En todos los casos las muestras fueron analizadas por el método de Bradford [16] y de Laemmli [17]. La pureza de la c-ficocianina se determinó como la relación de las absorbancias a 620nm y 280nm.

3. Resultados y Discusión.

El cuadro 1 presenta el impacto del incremento de la línea de corte sobre la pureza de c-ficocianina en los sistemas de dos fases acuosas simple y complejo, cuando PEG de dos diferentes peso molecular (1000 y 1450 daltons) fueron utilizados. Para estos sistemas la relación de volumen de las fases y el pH se mantuvo constante a 1.0 y 7.0, respectivamente. Los experimentos de partición con c-ficocianina purificada mostraron que esta proteína presenta una fuerte preferencia por la fase superior, lo cual implica que la mayoría de la proteína de interés se concentra en dicha fase. Esta preferencia por la fase superior exhibida por c-ficocianina dio como resultado valores de coeficiente de partición superiores a 100 con altas variaciones (de 100 a 200) para todos los sistemas estudiados. Esta alta variación en los valores obtenidos puede ser explicada por los problemas asociados con la detección de la presencia de c-ficocianina en la fase inferior, causada por las cantidades tan pequeñas de proteína concentrada en esta fase. Como una consecuencia, fue muy difícil evaluar el impacto de los parámetros del sistema sobre el comportamiento de partición de c-ficocianina utilizando el coeficiente de partición (K). Como resultado se decidió utilizar la pureza de la c-ficocianina en la fase superior como la variable de respuesta para evaluar el efecto de los parámetros del sistema sobre el comportamiento de partición de la proteína en los sistemas de dos fases acuosas. Los resultados de la Tabla 1, muestran que para los sistemas experimentales modelo (con c-ficocianina purificada) y complejo (con extracto crudo), el incremento en el valor de la línea de corte (aumento en la concentración de PEG y sal) provoca que la pureza de la c-ficocianina en la fase superior disminuya para los dos tipos de PEG (1000 y 1450) utilizados. Este comportamiento puede ser explicado por un posible incremento en las proteínas contaminantes presentes en la fase superior. Se ha reportado [8] que un aumento en los valores de la línea de corte causan que el volumen libre de la fase inferior disminuya. Como resultado, los solutos presentes en la fase inferior pueden moverse a la fase superior, incrementando las proteínas contaminantes en la fase superior, lo cual afecta negativamente la pureza de c-ficocianina. Las diferencias observadas en las purezas de la fase superior de los sistemas modelo y complejo (ver Tabla 1) se explican con base en la

naturaleza de los sistemas experimentales utilizados (la pureza del material inicial cuando c-ficocianina purificada es utilizado es de 1.8, mientras que la del extracto crudo es de 0.7). En el caso del sistema modelo, la sola presencia de la proteína de interés da como resultado una alta pureza en la fase superior. En contraste, en el sistema complejo el contenido de contaminantes presentes en el extracto crudo afecta negativamente la partición de la proteína y su pureza.

Tabla 1: Efecto del aumento del valor de la línea de corte sobre la pureza de c-ficocianina en sistemas PEG/fosfato de fases acuosas

Sistema	Peso molecular de PEG(g/gmol)	PEG (%)	Fosfato (%)	Valor de línea de corte (%)	Pureza de c-ficocianina (sistema modelo)	Pureza de c-ficocianina (sistema complejo)
1	1000	18.2	15.0	38	2.9±0.3	1.2±0.12
2		19.9	16.0	40	2.8±0.3	1.2±0.12
3		22.1	19.0	50	2.6±0.2	1.0±0.10
4		24.1	20.1	55	2.1±0.2	0.9±0.09
5	1450	15.0	12.9	30	3.1±0.3	1.6±0.16
6		17.5	14.2	40	2.4±0.2	1.5±0.15
7		21.9	18.0	52	2.1±0.2	1.2±0.12
8		22.9	19.8	55	2.0±0.2	1.0±0.10

Los valores de las líneas de corte de los sistemas fueron estimados de las composiciones de PEG y fosfato de los ocho (1-8) sistemas seleccionados, como se describe en la sección de metodología. Los valores de pureza de c-ficocianina son expresados como una relación de las absorbancias a 620nm y 280nm con un error estándar cercano al 10%. Para todos los sistemas la relación de volumen de las fases y el pH se mantuvieron constantes a 1.0 y 7.0, respectivamente. Los sistemas modelo y complejo, se refieren a la presencia de proteína purificada o extracto crudo, respectivamente.

De todos los sistemas estudiados utilizando el extracto crudo, la pureza de c-ficocianina en los sistemas de dos fases acuosas aumentó comparada con la pureza inicial. De estos sistemas estudiados, aquellos con PEG 1450/fosfato caracterizados por las líneas de corte de 30% y 40%, dieron como resultado la máxima pureza (1.6 y 1.5 respectivamente). Una vez que el efecto del incremento en los valores de la línea de corte sobre la pureza de c-ficocianina en la fase superior fue evaluado, el efecto del pH sobre la pureza de la proteína fue investigado utilizando extracto crudo. La influencia del pH del sistema sobre el comportamiento de partición proteico ha sido discutida por diversos autores [11-13, 18, 19]. En general, estos reportes concluyen que un aumento en el pH (ej. de 6.5 a 9.0) provoca un aumento en la concentración de la proteína en la fase superior y una disminución en la fase inferior. Este comportamiento de las proteínas ha sido atribuido a efectos del volumen libre [13]. Una explicación alternativa se asocia a una posible especiación de las sales de fosfato a lo largo del rango de pH y a cambios conformacionales en la integridad estructural de las proteínas [11]. La Tabla 2 muestra la influencia del pH sobre la pureza de c-ficocianina en los sistemas PEG/fosfato, cuando PEG 1000 y 1450 son utilizados. La pureza de c-ficocianina disminuye cuando el pH aumenta, independiente del valor de la línea de corte o del peso molecular de PEG. La disminución en la pureza puede ser asociada a un aumento en las proteínas contaminantes en la fase superior causada por el aumento en el pH. A pesar de que un aumento en el pH del sistema de 6.5 a 8.0 dio como resultado cambios en la pureza de la c-ficocianina de los sistemas de dos fases acuosas estudiados, es claro que no se obtuvieron diferencias considerables con respecto a las puridades obtenidas previamente (ver Tabla 1). Sin embargo, el sistema de dos fases acuosas con PEG 1450 y la línea de corte con un valor de 40% a un pH de 6.5 fue seleccionado (pureza de 1.8). En este sistema seleccionado, una disminución en la relación de volumen de las fases (V_r) causó un aumento en la pureza de c-ficocianina (ver Tabla 3). Estos cambios pueden atribuirse a un efecto de concentración. Una disminución en V_r implica una reducción en el volumen de la fase superior. Como consecuencia, la c-ficocianina se concentra en esta fase, lo que da como resultado un aumento en la pureza.

Tabla 2: Efecto del cambio de pH del sistema sobre la pureza de c-ficocianina en sistemas PEG/fosfato de fases acuosas

Sistema	Peso molecular de PEG (g/gmol)	PEG (%)	Fosfato (%)	Línea de corte (%)	PH del sistema	Pureza de c-ficocianina
1	1000	18.2	15.0	38	6.5	1.5±0.15
					7.0	1.6±0.16
					8.0	1.2±0.12
2		19.9	16.0	40	6.5	1.5±0.15
					7.0	1.4±0.14
					8.0	1.2±0.12
3		22.1	19.0	50	6.5	1.4±0.14
					7.0	1.4±0.14
					8.0	1.0±0.10
4		24.1	20.1	55	6.5	1.2±0.12
					7.0	1.2±0.12
					8.0	0.9±0.09
5	1450	15.0	12.9	30	6.5	1.5±0.15
					7.0	1.5±0.15
					8.0	0.9±0.09
6		17.5	14.2	40	6.5	1.8±0.18
					7.0	1.6±0.16
					8.0	1.2±0.12
7		21.9	18.0	52	6.5	1.5±0.15
					7.0	1.5±0.15
					8.0	1.2±0.12
8		22.9	19.8	55	6.5	1.5±0.15
					7.0	1.5±0.15
					8.0	1.0±0.10

El pH de los sistemas (1-8) fue ajustado como se describe en la sección de metodología. Los valores de pureza de c-ficocianina son expresados como una relación de las absorbancias a 620nm y 280nm con un error estándar cercano al 10%. Para todos los sistemas, la relación de volumen de las fases se mantuvo constante a 1.0.

El sistema de dos fases acuosas con $V_r=0.3$, PEG 1450 /fosfato con línea de corte de 40% y pH de 6.5 que dio una pureza de la proteína de 2.0, fue seleccionado para evaluar el efecto del peso molecular del PEG sobre la pureza de c-ficocianina. La pureza de la proteína disminuyó cuando PEG de alto peso molecular fueron utilizados (ver Tabla 4). El efecto de un aumento del peso molecular de PEG sobre el comportamiento de partición de las proteínas ha sido explicado con base en la hidrofobicidad de las proteínas [20, 21] y el volumen excluido [9, 22, 23]. En el caso de la c-ficocianina, la disminución en la pureza cuando PEG de alto peso molecular fueron utilizados puede ser asociada con la migración de proteínas contaminantes a la fase inferior o interfase. Una explicación alternativa puede involucrar la migración de la c-ficocianina de la fase superior a la fase inferior o interfase. Los sistemas de dos fases acuosas con PEG de bajo peso molecular (1000 y 1450 daltons) exhibieron las mejores purezas. El sistema PEG1450/fosfato fue preferido sobre el sistema PEG1000/fosfato para evitar problemas de separación adicionales causados por la acumulación de fragmento celular en la interfase en los sistemas

con PEG 1000. De los estudios de la influencia de los parámetros del sistema sobre la pureza de c-ficocianina en los sistemas de dos fases acuosas, las condiciones de proceso seleccionadas dieron como resultado una pureza de 2.0. Con el objetivo de aumentar la pureza, se utilizaron etapas de extracción subsecuentes con fases acuosas. Esta estrategia resultó efectiva en la remoción adicional de proteínas contaminantes cuando una etapa de extracción adicional fue utilizada (aumento de pureza de 2.0 a 2.4). Sin embargo no se obtuvo un aumento considerable cuando una tercera etapa fue utilizada (la pureza permaneció casi constante; datos no mostrados). Por lo tanto se decidió adoptar un proceso de extracción de fases acuosas de dos etapas.

Tabla 3: Efecto del cambio de la relación de volumen de las fases sobre la pureza de c-ficocianina en sistemas PEG 1450/fosfato de fases acuosas

Sistema	Relación de volumen de las fases	PEG 1450 (%)	Fosfato (%)	Pureza de c-ficocianina
I	5.0	29.0	8.0	1.2±0.12
II	2.6	23.5	11.0	1.4±0.14
III	1.2	17.7	14.0	1.6±0.16
IV	0.6	12.0	17.0	1.8±0.18
V	0.3	7.0	20.0	2.0±0.2

La relación de volumen de las fases a lo largo de la línea de corte de 40% se estimó después de la separación de las fases utilizando tubos de centrifuga graduados. Para todos los sistemas el pH se mantuvo constante a 6.5.

La alta concentración de PEG en la fase superior comparada con la de c-ficocianina (gramos contra microgramos), podría afectar negativamente el potencial valor comercial del producto. Como respuesta, la remoción de PEG 1450 de la c-ficocianina con ultrafiltración se intentó. El uso exitoso de ultrafiltración para la eliminación de PEG en sistemas de dos fases acuosas ha sido reportado anteriormente [12, 18]. En la presente investigación una unidad de ultrafiltración a nivel laboratorio con una membrana de 30,000 daltons fue utilizada para remover el PEG. Las condiciones de operación (40psi a 15°C) fueron definidas con base a reportes previos [15]. El PEG de la fase superior de la segunda etapa de extracción fue fácilmente eliminado por ultrafiltración sin aparente daño en la integridad de la c-ficocianina. La aplicación práctica de la etapa de ultrafiltración a proceso de recuperación dio como resultado un incremento en la pureza de la proteína (ver Tabla 5). Después del uso de la etapa de ultrafiltración la pureza de la c-ficocianina aumentó de 2.4 a 3.1. Es posible asumir que la eliminación de PEG fue caracterizada por la remoción de las proteínas contaminantes de bajo peso molecular. Como una consecuencia la pureza de la proteína aumentó significativamente.

Tabla 4: Efecto del peso molecular del PEG sobre la pureza de c-ficocianina en sistemas PEG/fosfato de fases acuosas.

Sistema	PEG (%)	Fosfato (%)	Peso molecular de PEG (g/gmol)	Pureza de c-ficocianina
A	7.0	20.0	1000	2.0±0.2
B	7.0	20.0	1450	2.0±0.2
C	7.0	20.0	3350	1.6±0.16
D	7.0	20.0	8000	1.5±0.15

Para todos los sistemas, la relación de volumen de las fases y el pH del sistema se mantuvieron constantes en 0.3 y 6.5, respectivamente.

Tabla 5: Porcentaje de recuperación y pureza de la proteína en cada operación unitaria del proceso para la recuperación de c-ficocianina

	Recuperación de cada etapa de proceso	Recuperación acumulada	Pureza de c-ficocianina
Extracto crudo	No evaluado	100%	0.7±0.07
Primera etapa de extracción con fases acuosas	99.5%	99.5%	2.1±0.2
Segunda etapa de extracción con fases acuosas	87.2%	86.8%	2.4±0.2
Ultrafiltración	70.5%	61.1%	3.1±0.15
Precipitación con sulfato de amonio	48.2%	29.5%	3.8±0.10

El porcentaje de recuperación de c-ficocianina de cada etapa se expresa relativa a la cantidad original de c-ficocianina adicionada a cada etapa de proceso.

La precipitación fue considerada la etapa final del proceso de recuperación. Las condiciones de operación utilizadas en esta última etapa de proceso fueron tomadas del trabajo previo de Herrera y col. [3]. Así el concentrado obtenido después de la etapa de ultrafiltración fue procesado mediante precipitación con sulfato de amonio, como resultado se obtuvieron dos fracciones, las cuales correspondieron a 40% y 45% de la saturación se sulfato de amonio a 0°C. La fracción de 45% dio como resultado la c-ficocianina de mayor pureza (3.8, ver Tabla 5). El porcentaje de recuperación y la pureza de la proteína son reportados en el cuadro 5. Los porcentajes de recuperación toman en consideración las pérdidas causadas por el manejo de las diferentes corrientes del proceso. En general el proceso propuesto para la potencial recuperación de c-ficocianina producida por *Spirulina maxima* esta caracterizado por cinco operaciones unitarias para producir c-ficocianina con una pureza de 3.8 (con un porcentaje de recuperación global de 29.5% ver Tabla 5). En contraste, el protocolo reportado por Herrera y col. [3], limitado a nivel laboratorio, involucra un mínimo de diez operaciones unitarias para obtener un producto de características similares.

4. Conclusiones

Este estudio reporta por primera vez el procesamiento de *Spirulina maxima* con sistemas de fases acuosas para el desarrollo de un prototipo de proceso para la recuperación potencial de c-ficocianina. Se ha demostrado que la línea de corte, la relación de volumen de las fase, el peso molecular de PEG y el pH del sistema afectan la pureza de c-ficocianina de la fase superior rica en PEG. Las condiciones de operación establecidas para los sistemas de extracción que utilizan PEG 1450 y fosfato dieron como resultado un proceso de dos etapas para la recuperación primaria de c-ficocianina producida por *Spirulina maxima*. Estas condiciones concentraron la proteína preferentemente en la fase superior y el fragmento celular en la fase opuesta. El proceso de recuperación desarrollado aprovecho el uso de las operaciones de proceso convencionales de ultrafiltración y precipitación después de la extracción con dos fases acuosas, lo cual dio como resultado un aumento en la pureza de la proteína mediante la eliminación de proteínas contaminantes. En general, los resultados reportados aquí demuestran el potencial de

aplicación de los sistemas de dos fases acuosas en conjunto con la ultrafiltración y la precipitación para la recuperación de c-ficocianina como una primera etapa para el desarrollo de un proceso comercial.

5. Agradecimientos

Los autores desean agradecer el financiamiento económico de la International Foundation for Science (Gobierno de Suecia; convenio IFS E/2620-2) y del Fondo de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo Tecnológico "Rómulo Garza". Se reconoce la asistencia técnica del Dr. Juan Manuel de la Fuente Martínez.

6. Referencias

- [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] Hustedt, H., Kroner, K-H and Kula, M-R. Applications of phase partition in biotechnology, in *Partitioning in aqueous two-phase systems; Theory, methods, uses and application in biotechnology*. Ed. By Walter, H., Brooks, D. E. and Fisher, D. Academic Press. Orlando, Fl. pp 529-584. (1985).
- [8] P A Albertsson. Partition of cell particles and macromolecules. 1st edition, Wiley, N Y (1986).
- [9] Huddleston, J. G., Ottomar, K. W., Ngonyani, D. M. and Lyddiatt, A. Influence of systems and molecular parameters upon fractionation of intracellular proteins from *Saccharomyces* by aqueous two-phase partition. *Enz. Microb. Technol.*, 13, 24-32. (1991).
- [10] Boland MJ, Hesselink P and Husted H. Extractive purification of enzyme from animal tissue using aqueous phase systems. *J. Biotechnol.* 11: 337-352 (1989).
- [11] Rito-Palomares, M. and Hernandez, M. Influence of systems and process parameters on partitioning of cheese whey proteins in aqueous two-phase systems. *J. Chromatogr.*, 711, 81-90. (1998).
- [12] Rito-Palomares, M., Dale, C. and Lyddiatt, A. Generic application of an aqueous two-phase process for protein recovery from animal blood. *Process Biochemistry.* 35, 665-673. (2000).
- [13] 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).
- [14] Bamberger, S., Brooks, D.E., Sharp, K.A., van Alstine, J.M. and Webber, J.J. In: H. Walter, D.E. Brooks and D. Fisher (Editors), *Partitioning in Aqueous Two Phase Systems: Theory, Methods, Uses and Application in Biotechnology*. Academic Press, Orlando, Fl. Chp 3, p.86. (1985).
- [15] Solano-Castillo C. Kinetics of phase separation under different process and design parameters in aqueous two-phase systems. MSc thesis. ITESM, Monterrey. Mexico. (1999).
- [16] 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).
- [17] Laemmli, UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature.* 227:680-685. (1970).
- [18] Huddleston JG. Polymer-salt aqueous two-phase systems in biochemical recovery. PhD thesis. University of Birmingham (1996).

- [19] Flanagan JA. Potential valorisation of brewery waste: recovery of bulk protein from waste brewer's yeast adopting established and novel technologies. PhD thesis. University of Birmingham (1994).
- [20] Kohler, K, Ljungquist C, Kondo A, Veide A and Nilsson. Engineering proteins to enhance their partition coefficient in aqueous two-phase systems. *Bio/Technology*. 9:642-646. (1991).
- [21] Franco, T, Andrews A and Asenjo J. The use of chemically modified proteins to study the effect of single protein property on partitioning in aqueous two-phase systems: effect of surface hydrophobicity. *Biotechnol. Bioeng*. 49:300-308. (1996).
- [22] Chen J-P. Partitioning and separation of α -lactoalbumin and β -lactoglobulin in PEG/potassium phosphate aqueous two-phase systems. *J. Ferment. Bioeng*. 73:140-147. (1992).
- [23] Creighton, T. E. Proteins: Structure and Molecular Properties. 2nd Ed. W. H. Freeman and Company, New York, pp 262-264. (1993).

EFFECTO DE LA ADICION DE BENTONITA EN MAIZ CONTAMINADO CON OCRATOXINAS Y ALIMENTADO A POLLOS DE ENGORDA

Roberto Macías Rodríguez, Sergio O. Serna Saldivar y Enrique Hernández Benítez¹

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto detoxificante de bentonita en maíz contaminado con ocratoxinas (OTA) y alimentado a pollos de engorda. Se logró producir bajo condiciones de laboratorio maíz con altos niveles de OTA (> 2250 ppb) cuando se acondicionó el grano a 22% de humedad, se inoculó con *Penicillium verrucosum* y se almacenó en una cámara bioclimática controlada a 22°C y 90% humedad relativa. Desde la primer semana de crecimiento existieron diferencias negativas en la ganancia de peso en los pollos alimentados con maíz contaminado con OTA. Los pollos en la etapa de iniciación (0 a 3 semanas) fueron más susceptibles a la pérdida de peso por ocratoxicosis comparado con el rendimiento en la etapa de finalización (3-6 semanas). Las aves alimentadas con bentonita prácticamente igualaron la ganancia de peso en comparación con contrapartes alimentadas con la dieta testigo. Los pollos alimentados con el OTA y 1% de bentonita registraron el mejor incremento en la ganancia de peso dentro de las dietas contaminadas con OTA. El consumo de OTA provocó una mayor incidencia en los daños en hígado y riñón así como presencia de petequias en músculos de pechuga y pierna. Esta incidencia de daños fue menor en aves alimentadas con dietas suplementadas con bentonita. El peso relativo de hígado y riñón en los pollos alimentados con maíz contaminado con OTA fue mayor que contrapartes alimentadas con la misma dieta suplementada con 0.5% y 1% bentonita. Aun cuando la adición de bentonita en la dieta al 1%, no detuvo en su totalidad los efectos tóxicos de altas concentraciones de OTA, existió una reducción en la severidad de los síntomas asociados con OTA. La adición de 1% de bentonita en la dieta testigo (sin OTA) mostró no tener ningún efecto negativo en la salud ósea. Las aves alimentadas con OTA y sin bentonita tuvieron huesos más pequeños, más desmineralizados y con menor resistencia a la ruptura. Los resultados de este estudio claramente demuestran que la adición de bentonita en niveles de 0.5 o 1% en dietas contaminadas con OTA propician mejores aumentos de peso y reducen los síntomas de ocratoxicosis.

Palabras clave: ocratoxinas, bentonita, maíz, pollos de engorda.

1. Introducción

Existen hongos que perjudican a los cereales en el campo y almacén. El grano viene generalmente contaminado con microflora desde el campo [1]. La gran mayoría de las agencias regulatorias de los países del mundo tienen establecidos límites máximos de micotoxinas para granos destinados a consumo humano directo o animal. En México, se ha implementado el análisis rutinario de aflatoxinas especialmente en las industrias procesadoras de maíz y cacahuete [2]. En general se tolera un máximo de 20 ppb para cereales destinados para consumo humano y 200 ppb para consumo animal. Sin embargo, otros tipos de micotoxinas son poco reguladas y sus micotoxicosis poco estudiadas. Las micotoxinas producidas por hongos que crecen y se desarrollan en granos almacenados presentan uno de los principales problemas de salud pública y animal [3]. Las toxinas que producen algunas especies de estos hongos son importantes debido a

¹ M.C. Roberto Macías Rodríguez: Graduado del Programa de Maestría en Biotecnología del ITESM-Campus Monterrey. Dr. Sergio O. Serna Saldivar: Director, Departamento de Tecnología de Alimentos e Investigador del Centro de Biotecnología. ITESM-Campus Mty, sserna@campus.mty.itesm.mx. M.C. Enrique Hernández Benítez, Profesor, Departamento de Agronegocios y Producción Agrícola. ITESM-Campus Monterrey.

su alto potencial para ocasionar enfermedades como cáncer, malformaciones en la progenie, baja en productividad y problemas reproductivos y fisiológicos que pueden ocasionar la muerte en humanos y animales domésticos [4]. Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por hongos [1]. El problema de las micotoxinas se conoce desde hace cientos de años refiriéndose el caso de ergotismo ocurridos en el siglo XVII. Sin embargo, hasta hace apenas unas décadas, este problema tomó la importancia que merece cuando en el año de 1960 se conocieron los potentes efectos de las micotoxinas producidas por *Aspergillus flavus*. Las ocratoxinas son otro grupo importante de micotoxinas. Constituyen derivados de isocumarina ligado a la fenilalanina producidos por el hongo *Aspergillus ochraceus* o *Penicillium verrucosum* que ataca principalmente al grano de maíz que viene contaminado del campo debido a excesos de lluvia durante época de cosecha o que ha sido mal almacenado [1,5]. Estas micotoxinas han producido nefropatías o enfermedades renales o inclusive la muerte en personas de grupos rurales de los países bálticos. De los animales domésticos, los porcinos y las aves son los más afectados con síntomas similares a los que presentan los humanos [1,6]. La ocratoxina A (OTA) es reconocida como un contaminante micotoxínico de los cereales almacenados y se le ha asociado a la nefropatía porcina tras una exposición por medio de alimentos contaminados [7]. De las pruebas de que se dispone no hay lugar a duda que la OTA es nefrotóxica y cancerígena. También es teratogénica e inmunotóxica pues afecta a la inmunidad humoral y celular. Aunque puede ser justificable la introducción de límites máximos para los cereales, debido a que estos productos son la fuente principal de exposición, la mejor forma de asegurar la protección de la salud humana es con base de medidas preventivas para reducir al mínimo la contaminación por hongos productores de OTA y las condiciones que dan lugar a la producción de la toxina. La OTA se ha encontrado como contaminante de los granos en la mayoría de los países europeos así como en los Estados Unidos, donde se produce el 39% del total de la producción de maíz a escala mundial. El maíz juega un papel importante en suministrar el alimento para satisfacer las necesidades actuales y futuras en el ámbito mundial, ya que su potencial de rendimiento es mayor al compararse con trigo o arroz. OTA es uno de sus contaminantes naturales por lo que su estudio ha tomado mayor relevancia.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto detoxificante de bentonita en maíz contaminado con ocratoxinas y alimentado a pollos de engorda.

2. Metodología

Siembra y multiplicación de *Penicillium verrucosum*

La reproducción del agente causal de ocratoxinas (*Penicillium verrucosum*) se realizó en cajas de Petri con un medio de agar Sabouraud-dextrosa siguiendo procedimientos microbiológicos estandarizados. El hongo *Penicillium verrucosum* fue proporcionado por DSMZ (Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zell Kulturen) y se sembró bajo condiciones asépticas dentro de una campana de flujo laminar e incubó a una temperatura de 25°C. Después de 15 días de crecimiento del micelio se tomó el hongo de las cajas de Petri y se colocó en una solución reguladora de fosfatos elaborada según la técnica NOM-110-SSA1.

Producción de maíz contaminado con OTA.

Para inducir la presencia de OTA en maíz se adquirieron 800 kg de maíz blanco dentado cosechado en el Campo Agrícola Experimental del ITESM-Campus Monterrey. Se recibió directo del campo por lo que fue necesario limpiarlo para remover impurezas como granos quebrados y material extraño, inmediatamente se realizaron pruebas de humedad según el procedimiento estándar de la AOAC No. 925.10 [8] obteniéndose aproximadamente una humedad de 14%. Se realizaron pruebas ELISA para aflatoxina (0 ppb) y OTA (0 ppb) con lo que se verificó la pureza del grano y poder iniciar un tratamiento térmico durante 60 min. a 65°C en un horno de convección con el fin de eliminar microflora inicial. Al finalizar el tratamiento se embolsó el maíz en bolsas de polietileno para conservar su calidad y proporcionar un sustrato adecuado para el hongo *Penicillium verrucosum*. Después de tres días de reposo del maíz tratado térmicamente y almacenado en bolsas de polietileno a temperatura ambiente, se le realizaron pruebas para conocer su contenido

de humedad (10.4%) y conocer la cantidad de agua necesaria para elevar el contenido de humedad a 22%. Con base en esta operación y considerando que se trabajaron en el acondicionamiento, lotes de maíz de 12.5 kg se acondicionaron con 2.0 lt (1,750 ml de agua destilada y 250 ml de buffer de fosfatos) más micelio de *Penicillium verrucosum* por lote en un contenedor de plástico previamente esterilizado. Se agitó manualmente durante 10 minutos para lograr una distribución homogénea. Posteriormente se colocó el grano inoculado dentro de bolsas de polietileno perforadas, en una cámara bioclimática regulada a 22°C y 90% de humedad relativa (HR). Para lograr el porcentaje de HR se utilizaron sales saturadas de nitrato de potasio. El crecimiento del hongo fue evidente a simple vista después del segundo día de incubación y la producción de OTA fue monitoreada mediante la prueba ELISA, al noveno día después de la inoculación, por muestreo se determinó un contenido aproximado de 1,300 ppb de OTA, al décimo primer día la cuantificación de OTA aumentó aproximadamente a 2,250 ppb. Inmediatamente se sacaron los lotes de maíz contaminado para detener el crecimiento del hongo y generación de OTA y se secaron en un horno de convección durante 90 minutos a 60°C con el fin de bajar la humedad del grano (10.9% de humedad). El maíz contaminado y ya seco se envasó nuevamente en bolsas de polietileno y se conservó en congelación hasta la elaboración de las dietas para los pollos.

Elaboración de los tratamientos

Con el fin de probar el efecto de la bentonita en maíz contaminado con OTA se realizaron 5 diferentes tratamientos ofrecidos a pollos recién nacidos. Los tratamientos evaluados fueron:

- T₁ = Dieta con maíz regular sin OTA (control positivo)
- T₂ = Dieta con maíz regular suplementado con bentonita (0.5% dieta de iniciación y 1.0% dieta de finalización)
- T₃ = Dieta de maíz contaminado con ocratoxina sin bentonita (control negativo).
- T₄ = Dieta de maíz contaminado con ocratoxina más bentonita (0.25 dieta de iniciación y 0.5% dieta de finalización)
- T₅ = Dieta de maíz contaminado con ocratoxina más bentonita (0.5% dieta de iniciación y 1.0% dieta de finalización)

Formulación de las dietas

Lotes de maíz regular y contaminado fueron molidos en un molino de martillos equipado con una criba de 6 mm. Primeramente se molió el maíz regular y después el contaminado para evitar contaminación cruzada. Después de tres semanas las dietas fueron reformuladas con base en los requerimientos nutrimentales para aves de terminación y la bentonita fue aumentada en 0.5 y 1.0% en los tratamientos T₄ y T₅ (**Cuadro 1**).

Una vez formuladas las dietas para los diferentes tratamientos se procedió a determinar su composición química nutrimental. La humedad de las muestras fue determinada de acuerdo al procedimiento estándar de la AOAC No. 925.10 [8]. El contenido de proteína fue determinado mediante el procedimiento estándar de la AOAC No. 978.02, utilizando 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína [8]. El contenido de extracto etéreo (grasa) se determinó mediante la extracción de la muestra con éter de petróleo por 8 hr en un aparato de extracción Goldfish. El contenido de cenizas fue determinado de acuerdo al procedimiento estándar de la AOAC No. 923.03 [8]. El contenido de fibra cruda fue determinado de acuerdo a el procedimiento estándar de la AOAC No. 962.09 [8]. Finalmente, el extracto libre de nitrógeno (ELN) fue determinado por diferencia de acuerdo a la siguiente fórmula: $ELN\text{bs} (\%) = 100 - \% \text{ proteína} - \% \text{ extracto etéreo} - \% \text{ cenizas} - \% \text{ fibra cruda}$, expresados en base seca. La determinación de la energía digestible (ED) fue calculada con base en el contenido de carbohidratos solubles (ELN), proteína y grasa (extracto etéreo), por medio de la siguiente fórmula: $ED = (\%ELN * 4\text{kcal/g}) + (\% \text{ proteína} * 4\text{kcal/g}) + (\% \text{ extracto etéreo} * 9\text{kcal/g})$.

Cuadro 1. Composición de la dieta alimenticia para pollos de iniciación y finalización^a.

Alimento	Iniciación ^b	Finalización ^c
Maíz	57.26 kg	65.99
Soya	24.96 kg	19.81
Gluten de maíz	9.00 kg	7.00
Aceite Vegetal	4.41 Lt	3.32
Ortofosfato	1.64 kg	1.27
Carbonato de Calco	1.75 kg	1.66
Metionina	0.13 gr	0.05
Lisina	0.15 gr	0.20
Sal	0.30 gr	0.30
Suprimix ^d	0.40 gr	0.40
TOTAL	100	100

^a Las dietas contaminadas fueron balanceadas para contener aproximadamente 500 ppb de OTA. La misma fuente de maíz fue utilizada para producir tanto la dieta regular como las contaminadas.

^b La dieta de iniciación fue suplementada con 0.25 o 0.5% de bentonita.

^c La dieta de finalización fue suplementada con 0.50 o 1.0% de bentonita.

^d Suprimix proporcionó por kilogramo de alimento: vitamina A, 8,800 IU; vitamina D₃, 2,200 ICU; vitamina E, 5.5 IU; bisulfito de sodio, 3.33 mg; tiamina, 1.1 mg; riboflavina, 6.6 mg; ácido pantoténico, 11 mg; niacina, 33 mg; colina, 385 mg; vitamina B₁₂, .011 mg; ácido fólico, 0.77 mg; piridoxina, 1.1 mg; biotina, 0.22 mg.

Pruebas *in vivo* con pollos de engorda.

Un total de 240 pollos machos de variedad regional adquiridos de la Incubadora Huinalá de un día de edad fueron pesados individualmente y los que registraron un peso igual o superior a 45 gr, fueron marcados con un número en un arete metálico en el ala izquierda. Los tratamientos contaron con 4 bloques con 12 aves cada uno por lo que cada tratamiento inició con 48 pollos que fueron sorteados al azar y colocados dentro de rodetes para el periodo de iniciación con un área total de 0.78 m² en batería. Cada bloque fue equipado con un comedero en canal, un bebedero de plástico y un foco de 120 watts. Para la fase de terminación se prepararon jaulas rectangulares de 1.6 m x 1.4 m con un área utilizada total de 2.24 m². El agua y alimento fueron ofrecidos *ad libitum* durante todo el experimento. Los pollos fueron sometidos a un manejo sanitario comúnmente practicado en la región.

Las aves fueron individualmente pesadas semanalmente, también se registró el consumo de alimento recolectando el existente en los comederos y pesando junto con su reserva. De esta manera se obtuvieron las ganancias de peso semanal por pollo y el consumo comunitario por lote lo que hizo posible obtener la eficiencia de conversión alimenticia (ECA). Dos pollos tomados al azar fueron sacrificados por dislocación cerebral en cada lote al terminar el periodo de iniciación (3 semanas) con el objetivo de realizar una inspección *post mortem* para determinar la salud y condición de órganos internos (hígado y riñón). El experimento *in vivo* fue concluido después de 6 semanas y cuatro pollos representativos por tratamiento fueron sacrificados nuevamente por dislocación cerebral para un nuevo examen *post mortem* volviendo a recolectar datos sobre la salud y condición de órganos internos, muestra de sangre y fémur de la pierna izquierda que fueron almacenados bajo congelación a menos 20°C para su posterior análisis.

Determinación de salud ósea.

Se limpiaron los fémures manualmente para quitar residuos de músculo y tejidos accesorios, se registró su peso en una balanza analítica y se midió el ancho por el diámetro central de cada fémur y longitud de los mismos utilizando un Vernier, el diámetro central de los fémures. Se determinó la fuerza máxima de quebrado utilizando un texturómetro TAXT2. Para determinar la fuerza para quebrar los huesos del pollo de seis semanas, se utilizó un aditamento cilíndrico de 2 cm² de área presiona hasta la ruptura del hueso en su parte medial. El hueso fue colocado en una base rectangular (10 cm X 9 cm) de 9 mm de grosor con una perforación cuadrada de 5 cm X 5 cm. El texturómetro se calibró a una velocidad del cabezal de 10 mm/seg y registró la fuerza en N para

lograr la ruptura del hueso. Posteriormente, el fémur fue recuperado para determinar su porcentaje de humedad y cenizas por los procedimientos estándar de la AOAC No. 925.10 y 923.03 [8].

Cuantificación de OTA en Hígado.

Los hígados obtenidos en el análisis *post mortem* de las aves sacrificadas fueron congelados a una temperatura de -20°C , con el fin de preservarlos hasta su análisis. Para la cuantificación de OTA se descongelaron a temperatura ambiente (25°C) durante 4 hrs, enseguida se deshidrataron en una incubadora a 60°C durante 12 hr. Una vez deshidratados, se trituraron en forma manual en un mortero, esta molturación se realizó para mejorar la disolución de OTA presente en el órgano ya que se utilizaron pequeñas cantidades de hígado en cada cuantificación (5 gr).

Análisis estadísticos.

Se llevó a cabo un análisis de varianza usando el diseño experimental de bloques al azar. Las evaluaciones se realizaron para el efecto del peso inicial de los pollos en las variables medidas (peso final, ganancia de peso, consumo de alimento y ganancia de peso/consumo de proteína) y la diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) utilizando el método Duncan para comparar las medias. Además se realizó un análisis de varianza para los cinco tratamientos usando nuevamente el método de Duncan para detectar diferencias significativas ($P < 0.05$) de los fémures (humedad, cenizas, ancho, largo, peso y fuerza para quebrarlos).

3. Resultados y Discusión.

Contaminación del grano de maíz por OTA.

Con base en los resultados obtenidos de 2250 ppb de OTA en el grano almacenado en la cámara bioclimática y contaminado con *P. verrucosum*, las condiciones ideales para la reproducción del hongo fueron de 22% de humedad en grano, 22°C y 90% de humedad relativa.

Composición química proximal de las dietas.

Se determinó la composición química proximal de las dietas elaboradas durante la fase de iniciación (0-3 semanas) y la de finalización (3-6 semanas) resumidas en el Cuadro 2. El alimento fue mezclado para obtener los requerimientos nutrimentales para cada etapa fisiológica específica. La dieta de iniciación de los pollos se formuló con un contenido de proteína mayor que la dieta de finalización debido a los más altos requerimientos de aminoácidos esenciales como lisina, triptófano y metionina requeridos para un crecimiento sostenido. Prácticamente, las dietas dentro de cada etapa de estudio fueron isoprotéicas e isocalóricas, teniendo como única fuente de variación el contenido de OTA y bentonita. Tanto la dieta de iniciación como la de finalización contenían aproximadamente 370 kcal/100 gr. Las dietas contaminadas con OTA contenían cantidades similares de la micotoxina y dentro de la concentración deseada de 500 ppb.

Ganancia de Peso y ECA en la Fase de Iniciación.

Los resultados del crecimiento en la fase de iniciación se muestran en la Cuadro 3. Los pollos alimentados con las dietas que contenían OTA (T_3 , T_4 y T_5), tuvieron una menor ganancia de peso, estos datos son consistentes con los reportados por Huff *et al* [9]., Huff and Hamilton [10] y Gibson *et al* [11]. Diferencias significativas ($P < 0.05$) en la ganancia de peso debido a la adición de OTA fueron evidentes desde la primer semana de crecimiento en los pollos del tratamiento T_3 . El consumo de alimento de estos mismos tres tratamientos mostró también un decremento comparado con su contraparte alimentado con dieta libre de OTA (T_1 y T_2). El sabor provocado por

Cuadro 2. Composición química proximal, energía digestible y concentración de ocratoxinas en dietas de iniciación y terminación.

INICIACION

Nutriente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Humedad, %	9.79	9.74	9.91	9.85	9.74
Proteína (N x 6.25) %	19.7	19.5	19.9	21.7	20.1
Extracto Etéreo, %	6.7	5.9	7.1	6.05	7.04
Fibra Cruda, %	1.02	1.14	0.98	1.55	1.64
Cenizas, %	5.26	6.64	6.04	5.70	6.31
ELN, %	57.53	57.08	56.07	55.15	55.17
ED, kcal/100 gr	369.22	359.42	367.78	358.9	364.44
Ocratoxinas, ppb	< 10	19	533	520	495

TERMINACION

Nutriente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Humedad, %	8.67	8.72	8.61	8.63	8.49
Proteína (N x 6.25) %	21.12	20.86	21.60	19.04	19.19
Extracto Etéreo, %	6.04	8.82	5.00	6.69	9.07
Fibra Cruda, %	0.93	1.40	1.06	1.03	0.99
Cenizas, %	4.86	6.69	5.67	4.61	5.88
ELN, %	58.38	53.51	58.06	60	56.38
ED, kcal/100 gr	372.36	376.86	363.64	376.37	383.91
Ocratoxinas, ppb	0	< 10	531	530	525

ELN (Extracto libre de nitrógeno) = 100 - % humedad - % proteína - % extracto etéreo - % fibra cruda - % cenizas.

ED (Energía Digestible) = (% proteína x 4 kcal/g) + (% extracto etéreo x 9 kcal) + (% ELN x 4 kcal).

la presencia del hongo en el maíz, disminuyó la palatabilidad del alimento y consecuentemente el aumento de peso. Creppy *et al* [12] afirma que OTA compite con fenilalanina por los sitios de unión de la enzima Phe-transferasa RNA sintetasa por lo que inhibe la síntesis de proteínas. La adición de 0.25% y 0.5% de bentonita en las dietas de iniciación contaminadas con OTA mejoró ligeramente la conversión alimenticia y la adición de mayores niveles de bentonita aparentemente favoreció el desarrollo de las aves. La eficiencia de conversión alimenticia en los tratamientos T₅ y T₁ fueron prácticamente idénticos sin embargo los pollos alimentados con la dieta del control positivo, consumieron más alimento y registraron un mayor incremento de peso. Como se presumía, la peor eficiencia en conversión alimenticia fue registrada en pollos alimentados con la

Cuadro 3. Efecto de la adición de ocratoxina y bentonita sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia en pollos de iniciación (0-3 semanas).

	Tratamientos ^a				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
No. de aves	40	40	40	40	40
Peso Inicial, gr	45.0	45.3	45.6	45.7	46.1
Peso Final, gr	628.0a	626.9a	543.6a	531.5a	556.7a
Peso, gr	583.1a	581.6a	498.0a	485.8a	510.6a
Consumo, gr	907a	887a	803b	741c	803b
Eficiencia Alimenticia	1.56	1.53	1.61	1.53	1.57

Medias con diferentes letras dentro de cada fila fueron estadísticamente diferentes (P<0.05).

^a T₁ = Dieta con base en maíz regular sin OTA (control positivo), T₂ = Dieta con maíz regular sin OTA suplementado con bentonita (0.5%), T₃ = Dieta contaminada con OTA sin bentonita (Control negativo), T₄ = Dieta contaminada con OTA más bentonita (0.25%), T₅ = Dieta contaminada con OTA más bentonita (0.50%).

dieta de control negativo (T_3), resultados consistentes con los presentados por Gibson *et al* [11] y Bailey and Gibson [13]. La inspección *post mortem* al finalizar la fase de iniciación en pollos representativos de cada tratamiento indica que OTA provocó una mayor incidencia de petequias en los músculos de pechuga y pierna, este efecto negativo se presentó con mayor incidencia en aves alimentadas con el tratamiento consistente en el control negativo (T_3).

Ganancia de Peso y ECA en la Fase de Finalización.

Para lograr mejorar el consumo promedio y el incremento de peso, se decidió duplicar la concentración de bentonita en los tratamientos T_4 y T_5 durante el periodo de finalización del experimento. Los pollos en la etapa de terminación alimentados con 1% de bentonita en la dieta contaminada (T_5) tuvieron la mejor ganancia de peso dentro de las dietas contaminadas con OTA (Cuadro 4). En este periodo en particular, el más eficiente incremento de peso fue observado en las aves pertenecientes al tratamiento T_2 . En el transcurso de la cuarta y quinta semana del experimento se presentó una infección por coccidiosis que afectó a las aves. Los pollos alimentados con la bentonita fueron más tolerantes y reaccionaron en un periodo menor

Cuadro 4. Efecto de la adición de OTA y bentonita sobre el incremento de peso. Consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia en pollos de finalización (3-6 semanas).

	Tratamientos ^a				
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
No. de aves	40	40	40	40	40
Peso Inicial, gr	628.0	626.9	543.6	531.5	556.7
Peso Final, gr	1957.1a	2013.2a	1833.9a	1774.9a	1858.9a
Peso, gr	1329.27a	1386.2a	1290.3a	1243.4a	1302.2a
Consumo, gr	2726a	2845a	2613b	2457c	2565bc
Eficiencia Alimenticia	2.05	2.05	2.03	1.98	1.97

Medias con diferentes letras dentro de cada fila fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

^a T_1 = Dieta con base en maíz regular sin OTA (control positivo), T_2 = Dieta con maíz regular sin OTA suplementado con bentonita (0.5%), T_3 = Dieta contaminada con OTA sin bentonita (Control negativo), T_4 = Dieta contaminada con OTA más bentonita (0.25%), T_5 = Dieta contaminada con OTA más bentonita (0.50%).

de tiempo cuando un coccidiostato se aplicó en los bebederos. Los registros muestran claramente que la adición de 1% de bentonita mejoró el desarrollo en casi el mismo nivel que el grupo control (T_1). Las aves pertenecientes al tratamiento T_5 (OTA más 1% de bentonita) terminaron con un peso final menor al grupo control, aun cuando estas empezaron la segunda parte del experimento con la desventaja que representó el tener un menor peso corporal.

Ganancia de Peso y ECA Integrando la Fase de Iniciación y Finalización.

Los resultados del crecimiento acumulado, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia a lo largo de todo el experimento están resumidos en el Cuadro 5. Los pollos alimentados con las dietas libres de OTA (T_1 y T_2) presentaron un mayor incremento de peso y consumo de alimento que los otros tratamientos alimentados con dietas contaminadas con OTA. OTA afectó negativamente el desarrollo durante la fase de iniciación provocando un decremento en el consumo de alimento y una desfavorable eficiencia de conversión alimenticia en los pollos. La adición de 0.25% de bentonita en la dieta no tuvo un efecto detoxificante como era presumible. Al duplicar la concentración de bentonita durante la fase de finalización, se mejoró la eficiencia de conversión alimenticia. Conforme se incrementó el porcentaje de bentonita en la dieta (1%) el rendimiento de las aves fue mejor. Los pollos dentro del tratamiento T_5 concluyeron el experimento con la mejor ganancia de peso entre los tratamientos contaminados con OTA y presentaron una eficiencia de conversión alimenticia similar al final del periodo experimental. Esta recuperación puede ser acreditada a las proporciones de proteína en la dieta en concordancia con los resultados

de Gibson *et al.* [11] y Bailey y Gibson [13] quienes reportan que conforme se incrementa el porcentaje de proteína en la dieta hasta alcanzar un nivel de 20-22% en una dieta contaminada con OTA, la ganancia de peso corporal se incrementa en proporción directa al contenido de proteína. Los índices promedio de ECA de los tratamientos T₅ y T₁ fueron prácticamente idénticos aun cuando los pollos alimentados con la dieta de control positivo consumieron mayor cantidad de alimento. Un punto interesante es la observación del decremento en el consumo de alimentos provocado por OTA y su consecuente disminución en la ganancia promedio de peso corporal aun cuando no afectó a la ECA. Este es un efecto no deseado en las explotaciones comerciales donde es altamente cotizado el tener grandes ganancias de peso corporal por metro cuadrado de nave de producción para acortar el periodo de alimentación reduciendo así los costos de producción. La utilización de 0.5 a 1.0% de bentonita en dietas contaminadas con OTA, mejoró la ganancia semanal de peso y la eficiencia de conversión alimenticia, lo que indica que podría ser utilizada para mejorar la eficiencia alimenticia en operaciones comerciales.

Cuadro 5. Efecto de la adición de OTA y bentonita en el incremento de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia en pollos (0-6 semanas).

	Tratamientos ^a				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Peso Inicial, gr	45.0	45.3	45.6	45.7	46.1
Peso Final, gr	1957.3a	2013.2a	1833.9a	1774.9a	1858.9a
Ganancia Peso, gr	1912.3a	1967.9a	1788.3a	1729.2a	1812.8a
Consumo, gr	3633a	3732a	3416b	3198c	3368b
Eficiencia Alimenticia	1.9	1.9	1.93	1.85	1.86

Medias con diferente letras dentro de cada fila fueron estadísticamente diferentes (P<0.05).

^a T₁ = Dieta con maíz regular sin OTA (control positivo), T₂ = Dieta con maíz regular sin OTA suplementada con bentonita (0.5 dieta de iniciación y 1.0% dieta de finalización), T₃ = Dieta contaminada con OTA sin bentonita (control negativo), T₄ = Dieta contaminada con OTA más bentonita (0.25 dieta de iniciación y 0.50% dieta de finalización), T₅ = Dieta contaminada con OTA más bentonita (0.50 dieta de iniciación y 1.0% dieta de finalización).

Inspección *Post mortem* en hígado y riñón.

Resultados de la inspección *post mortem* indicaron que OTA provocó una mayor incidencia en los daños en hígado y riñón así como presencia de petequias en músculos de pechuga y pierna. Estos daños fueron menores en aves alimentadas con dietas suplementadas con bentonita lo que indica que ésta no sólo mejora el desempeño de los pollos sino que puede actuar también como agente antitóxico para OTA, sin embargo las aves alimentadas con dietas sin contaminación de OTA (T₁ y T₂) fueron más saludables que las aves alimentadas con OTA y suplementadas con bentonita. Indudablemente, los pollos de control negativo (T₃) presentaron la más alta incidencia y más severos daños en hígado y riñón. Además el peso relativo de estos órganos fue mayor que el peso registrado en las aves alimentadas con la dieta control positivo. Estos resultados concuerdan con los datos presentados por el grupo de Huff [9-10, 14-16]. Estos investigadores reportan que el indicador de mayor sensibilidad de ocratoxicosis en pollos es un agrandamiento de los riñones. El Cuadro 6 resume los daños presentados en órganos internos (hígado y riñón) inspeccionado *post-mortem*. Estos resultados muestran concordancia con los presentados por Huff *et al* [15] y Hamilton *et al* [17]. Ellos establecen que el agrandamiento del riñón sin un desajuste en el funcionamiento, representa una compensación de los pollos a la nefrotoxicidad ocasionado por OTA. Estos fueron los casos del tratamiento T₄ y T₅ que presentaron un aumento en el peso relativo de los riñones. Una vez que la capacidad de compensación del riñón es rebasada, se presenta la alteración en su funcionalidad. Los pollos T₃ (Cuadro 6) fueron los únicos que mostraron tumores renales que es el cambio histopatológico más severo ocasionado por una ocratoxicosis. Debido a que los tratamientos T₃, T₄ y T₅, fueron elaborados con concentraciones muy similares de OTA (500 ppb), el factor que provocó que la capacidad de compensación del riñón no fuera rebasada en T₄ y T₅ puede atribuírsele a la bentonita presente en estas dietas y ausente en T₃. El efecto primario y de

mayor gravedad de OTA en pollos se presentó en los riñones, resultado que está en acuerdo con los presentados por Hamilton et al [17] quien establece que OTA es una nefrotoxina que puede presentar un daño secundario en hígado, a diferencia de la aflatoxina que tiene como órgano de ataque primario al hígado. El Cuadro 6 también muestra los resultados al analizar contenido de OTA en hígado, existe una mayor concentración de OTA en el tratamiento T₃ y una significativa disminución en los tratamientos con muy similares concentraciones de OTA (500ppb) más la adición de 0.5% y 1.0% de bentonita en las dietas T₄ y T₅ respectivamente, donde se observa una relación inversa, a mayor contenido de arcilla existe un menor contenido de OTA.

Cuadro 6. Inspección postmortem y contenido de OTA en hígado de pollos de 6 semanas.

Tratamientos	OTA (ppb) en hígado	Inspección Postmortem
T ₁	0 ^a	Normal
T ₂	0 ^a	Normal, hígado pálido
T ₃	84 ^c	Petequia en músculo de pechuga y pierna, riñón agrandado, hígado clorótico, tumores en riñón
T ₄	36 ^b	Riñón agrandado, hígado clorótico, petequias en músculo de pechuga
T ₅	16 ^{ab}	Hígado clorótico, riñón agrandado

Medias con diferentes letras dentro de cada columna fueron estadísticamente diferentes (P<0.05).

T₁ = Dieta con base en maíz regular sin OTA (control positivo), T₂ = Dieta con maíz regular sin OTA suplementado con bentonita (1.0%), T₃ = Dieta contaminada con OTA sin bentonita (Control negativo), T₄ = Dieta contaminada con OTA más bentonita (0.5%), T₅ = Dieta contaminada con OTA más bentonita (1.0%).

Los problemas en el mal funcionamiento del riñón se reflejan en la alteración de los niveles normales de los constituyentes sanguíneos que son excretados por el riñón, de esta manera, el ácido úrico que es el producto primario del catabolismo del nitrógeno en los pollos, se incrementa notablemente en el torrente sanguíneo lo que afecta negativamente al sistema inmunológico [15]. Este daño pudo haber repercutido en un mayor porcentaje de muertes y lesiones en la pierna observados en las aves del tratamiento T₃ (23%), comparado con los tratamientos restantes.

Pruebas de Resistencia al Quebrado de Fémur.

El efecto de la dieta contaminada con OTA sobre las dimensiones de los fémures y la fuerza máxima para quebrarlos se presenta en el Cuadro 7. No existieron diferencias significativas entre las diferentes longitudes y diámetros de los fémures. Sin embargo, la resistencia de los huesos al quebrado disminuyó significativamente (P<0.05) en el tratamiento contaminado con OTA y en ausencia de bentonita (T₃). Huff et al [9] reporta que la ocratoxicosis inhibe el crecimiento del esqueleto de las aves, por esta causa es razonable esperar que los huesos más pequeños característicos de dietas contaminadas con OTA tengan una menor resistencia al quebrado.

Cuadro 7. Efecto del consumo de OTA y adición de bentonita en el diámetro y longitud del fémur y en la fuerza máxima de resistencia del fémur.

Tratamiento	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Fuerza al quebrado (N/m ²)
T ₁	11.3 ^a	10.1 ^a	27557 ^a
T ₂	10.9 ^a	9.8 ^a	27789 ^a
T ₃	8.1 ^a	9.6 ^a	21167 ^b
T ₄	8.3 ^a	9.6 ^a	26336 ^a
T ₅	9.9 ^a	9.7 ^a	27168 ^a

Medias con diferentes letras dentro de cada columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

T₁ = Dieta con base en maíz regular sin OTA (control positivo), T₂ = Dieta con maíz regular sin OTA suplementado con bentonita (1.0%), T₃ = Dieta contaminada con OTA sin bentonita (Control negativo), T₄ = Dieta contaminada con OTA más bentonita (0.50%), T₅ = Dieta contaminada con OTA más bentonita (1.0%).

Resultados semejantes fueron obtenidos por Bains [18], Campbell *et al* [19] y Gibson y Bailey [11] quienes reportan que los pollos de tres semanas son mucho más susceptibles a los efectos de la ocratoxicosis en comparación con pollos de seis semanas quienes no mostraron diferencias en el tamaño de tibias debido a su gran capacidad de recuperación.

La ingesta de OTA causó un efecto negativo sobre el fémur y que la adición de bentonita mejoró significativamente la salud ósea. Huff *et al* [9] reporta que la ocratoxina es una micotoxina que provoca mayor daño en la formación de huesos comparado con otras micotoxinas de importancia económica como las aflatoxinas. El contenido de cenizas del tratamiento (T₃), fue menor comparado con los tratamientos contaminados con la misma concentración de OTA pero adicionados con 0.5% y 1.0% de bentonita (T₄ y T₅). El menor contenido de cenizas indica que los huesos estaban más descalcificados. Con base en estos resultados se deduce que la adición de bentonita ayudó a contrarrestar los efectos negativos de la OTA sobre la formación del fémur.

4. Referencias

- [1] Serna Saldivar, S. Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales. AGT Editor. México, D. F. México pp.135-170 (1996).
- [2] Allcroft, R., Carnaghan, R.B.A. Groundnut Toxicity: An Examination for Toxins in Human Food Products from Animals Feed Toxic Groundnut Meal. *Vet. Rec.* **75**: 259-263 (1963).
- [3] Christensen, C. Storage of Cereal Grains and Their Products. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. USA (1982).
- [4] Bredekamp, M, W., Dillen, J.L. M., van Rooyen, P. H., and Steyn, P. S. Crystal Structures and Conformational Analysis of Ochratoxin A and B: Probing the Chemical Structure Causing Toxicity. *J. Chem. Soc., Perkin Trans.* **2**:1835-1839 (1989).
- [5] Frisvad, J.C. and Filtenborg, O. Specific Mycotoxin Producing *Penicillium* and *Apergillus* Mycoflora of Different Foods. *Proc. Jpn. Assoc. Mycotoxicol. Suppl.* **1**:163-166 (1989).
- [6] Miller, J. and Trenholm. Mycotoxins In Grain. Compounds Other Than Aflatoxin. Eagan Press. Min. USA (1994).
- [7] Krogh, P. Epidemiology of Micotoxic Porcine Nephropathy. *Nordisk Veterinaermedicin* **28**: 452-458 (1976).
- [8] AOAC. Journal of AOAC International. **83** (2): 445 (2000).
- [9] Huff, W. E., Doerr, J. A., Hamilton, P. B., Hamann, R. E., Peterson, and Ciegler, A. Evaluation of Bone Strength During Aflatoxicosis and Ochratoxicosis. *Appl. Microbiol.* **40**:102-107 (1980).
- [10] Huff, W. E., and Hamilton, P. B. Decreased Plasma Carotenoids During Ochratoxicosis. *Poultry Sci.* **54**:1308-1310 (1975).
- [11] Gibson, R., and Bailey, C. Ochratoxin A and Dietary Protein. 1 Effects on Body Weight, Feed Conversion, Relative Organ Weight, and Mortality in Three-Week-Old Broilers. *Poultry Science* **68**: 1658-1663 (1989).
- [12] Creppy, E. E., M. Schlegel, R. Rosenthaler, and G. Dirheimer, Phenylalanine Prevents Acute Poisoning by Ochratoxin A in Mice. *Toxicol. Lett.* **60**:77-80 (1980).
- [13] Bailey, C. A. and R. M. Gibson. Ochratoxin A and Dietary Protein 2. Effects on Hematology and Various Clinical Chemistry Measurements. *Poultry Science* **68**:1664-1671 (1989)
- [14] Huff, W., L. Kubena and Harvey, R. Progression of Ochratoxicosis in Broilers Chickens. *Poultry Science* **67**:1139-1146 (1988).
- [15] Huff, W. E., Wiatt, R. D., Tucker, T. L. and Hamilton, P. B. Nephrotoxicity of dietary Ochratoxin A in Broiler Chickens. *Applied Microbiology* **30**:48-51 (1975).
- [16] Huff, W. E., Wiatt, R. D., Tucker, T. L. and Hamilton, P. B. Ochratoxicosis in the broiler chicken. *Poultry Sci* **53**:1585-1591 (1974).
- [17] Hamilton, P. B., Huff, W. E., Harris, J. R. and Wyatt, R. D. Natural Occurrences of ochratoxicosis in poultry. *Poultry Sci.* **61**:1832-1841 (1982).
- [18] Bains, B. S. A Manual of Poultry Diseases. Editiones <Roche> Switzerland pp.179 (1979).
- [19] Campbell. M.L., May, J. D., Huff, W. E. and Doerr, J. A. Evaluation of Immunity of Young Broiler Chickens During Simultaneous Aflatoxicosis and Ochratoxicosis. *Poultry Sci.* **62**:2138-2144. (1983)

Análisis de sensibilidad de un modelo de calidad del aire para cuantificar el impacto de fuentes de emisión de aerosoles

Alberto Mendoza Domínguez, James W. Boylan y Armistead G. Russell

• Campus Monterrey y Georgia Institute of Technology, EEUU

Flujo de contaminantes y un autómatas celular

Glicina Merino Castro • Campus Toluca

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Patricia Vela Coiffier, Rubén Marroquín, Adriana Nelly Correa , José Ma. Villarreal, Julie Noriega, Fabián Lozano, Ernesto Enkerlin, Jorge Brenner, Sergio Medellín y Miguel Angel Cruz, Mario García Aranda, Romualdo López, • Campus Monterrey, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Pronatura Baja California, SEMARNAT, Pronatura Noreste, Organización Vida Silvestre

Metodología para la evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

Enrique Cázares Rivera y Jorge H. García Orozco • Campus Monterrey

Reuso de agua en una empresa manufacturera de alfombras

Belzahet Treviño Arjona, Jorge H. García Orozco, Enrique Cázares Rivera y Laura Yeomans Galli • Campus Monterrey

Siguiente

Diseño y construcción de un sistema continuo de reciclamiento de ácido clorhídrico para decapado mediante difusión diálisis

Sandra López Acosta y Belzahet Treviño Arjona • Campus Monterrey

Síntesis de un proceso ecoeficiente para la remoción del molibdeno en la elaboración de filamentos para lámparas incandescentes

Francisco Vargas A., Belzahet Treviño A. y Joaquín Acevedo M. • Campus Monterrey

Análisis costo-beneficio de la remediación del ex-tiradero de residuos municipales en San Bernabé

Pilar Noriega Crespo y Martín H. Bremer Bremer • Campus Monterrey

Anterior

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE UN MODELO DE CALIDAD DEL AIRE PARA CUANTIFICAR EL IMPACTO DE FUENTES DE EMISIÓN DE AEROSOLES

Alberto Mendoza Domínguez,¹ James W. Boylan², Armistead G. Russell³

Las técnicas de análisis de sensibilidad son una herramienta poderosa para comprender cómo los resultados obtenidos de la aplicación de un modelo de calidad del aire varían debido a cambios en los datos alimentados al modelo o en los parámetros del mismo. En particular, esta información puede ser usada para identificar el impacto de ciertas fuentes de emisión en la calidad del aire, a medida que la cantidad emitida cambia. En este artículo se presenta la implementación de una técnica de análisis de sensibilidad eficiente en un modelo de calidad del aire, con el fin de evaluar el impacto de diferentes fuentes de emisión en los niveles de concentración de aerosoles atmosféricos. Además, se presenta una aplicación de la técnica, empleando un dominio de modelación centrado en el sureste de los Estados Unidos de América, para demostrar su uso en la estimación del impacto de emisiones en los niveles de calidad del aire. Los tipos de fuentes de emisión estudiados incluyeron fuentes puntuales elevadas y fuentes geográficas agregadas, que emitían especies químicas en estado gaseoso (óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y NH_3) y materia particulada (carbón elemental y orgánico). La metodología empleada para cuantificar el impacto de las fuentes de emisión puede usarse también para desarrollar estrategias de control, y como una parte integral de otras herramientas para modelar la calidad del aire.

Palabras clave: contaminación atmosférica, calidad del aire, modelación atmosférica, inventarios de emisiones.

1. Introducción

En el pasado, se han llevado a cabo programas para estudiar cómo los niveles de ozono, en lugares donde los estándares de calidad del aire son excedidos, responderían al implantarse programas de control de emisiones [1]. Como parte de estos programas, se han empleado modelos matemáticos complejos para estimar las reducciones requeridas en emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs) y óxidos de nitrógeno (NO_x), para cumplir con los estándares de ozono. Sin embargo, poco se ha desarrollado con el fin de conocer como las partículas finas suspendidas (PFS o aerosoles) responden a cambios en emisiones. Las PFS es aquel material con un diámetro aerodinámico efectivo igual o menor a $2.5 \mu\text{m}$, el cual también se conoce como $\text{PM}_{2.5}$. El $\text{PM}_{2.5}$ es una mezcla de componentes primarios (partículas finas directamente emitidas) y componentes secundarios, los cuales son formados en la atmósfera debido a procesos de conversión gas-partícula. Así como para el ozono, la formación de $\text{PM}_{2.5}$ es un proceso complejo que involucra el transporte y transformación química de contaminantes. En los últimos años, se han desarrollado modelos de calidad del aire (MCA) con el fin de comprender la dinámica de contaminantes que se encuentran en fase gaseosa, y han sido usados para desarrollar

¹ Profesor del Departamento de Ingeniería Química adscrito al Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey, almendoz@campus.mty.itesm.mx

² Estudiante de Doctorado, *School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA*, jboylan@themis.ce.gatech.edu

³ Profesor, *School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA*, trussell@themis.ce.gatech.edu

estrategias de control para abatir los niveles de ozono. Extensiones a dichos modelos con el propósito de considerar también la dinámica del $PM_{2.5}$ es un área de investigación activa [2]. De especial interés es la habilidad de los MCA para estimar campos de concentración de $PM_{2.5}$, así como tener un método eficiente para estimar cómo los niveles de contaminación cambiarán, a medida que los datos alimentados al modelo y los parámetros del mismo son perturbados.

Las técnicas de análisis de sensibilidad son métodos que sirven para calcular el cambio en la respuesta de un modelo, como una función del cambio en las variables independientes o parámetros del modelo. En particular, dichas técnicas son valiosas al aplicarse a MCA ya que permiten cuantificar el impacto de fuentes de emisión en las concentraciones de los contaminantes atmosféricos. Sin embargo, el uso del análisis de sensibilidad no ha sido empleado extensivamente en estudios de calidad del aire, en parte debido a la complejidad de implementación de las técnicas en un MCA. El camino más común para hacer un estudio de análisis de sensibilidad es emplear el llamado método de la “fuerza bruta”, es decir, la perturbación de un parámetro a la vez y la solución repetida del modelo. Este camino ha sido empleado extensivamente en estudios de calidad del aire para investigar la respuesta de ozono [3, 4, 5] y $PM_{2.5}$ [6] a variaciones de varios parámetros, incluyendo emisiones. Sin embargo, los resultados obtenidos por este método pueden sufrir de inexactitudes inherentes al método mismo [7]. Aún más, a medida que el número de parámetros a perturbar se incrementa, la factibilidad de aplicar el método se ve limitado por la accesibilidad de recursos computacionales.

Algunas técnicas más complejas de análisis de sensibilidad han sido empleadas también para entender la dinámica de contaminantes en la atmósfera. Estas técnicas incluyen ADIFOR (*Automatic Differentiation in Fortran*) [8], el método de la función de Green [9], y los métodos directos acoplados [10] y desacoplados [11]. Sin embargo, estas técnicas han sido aplicadas históricamente sólo a subsistemas de los MCA. Yang et al. [7] extendió con éxito el método directo desacoplado de Dunker [12] a un MCA para estimar la sensibilidad de las concentraciones obtenidas por el modelo a cambios en diversas variables independientes del modelo y parámetros del mismo. La técnica (referenciada de aquí en adelante como el método directo desacoplado para modelos tridimensionales, o DDM-3D) se implementó usando el modelo fotoquímico de calidad del aire CIT [13], y ha sido usado para estudiar los impactos de los cambios de emisiones en los campos de concentración de ozono [14].

El tema del presente artículo es la incorporación de DDM-3D a un MCA que cuenta con la capacidad para seguir la dinámica del smog fotoquímico y partículas suspendidas, simultáneamente. El MCA extendido con DDM-3D produce campos multidimensionales de concentraciones gobernados por la meteorología, química atmosférica y fuentes de emisiones imperantes, y campos de sensibilidad multidimensionales que muestran cómo las concentraciones de los contaminantes dependen de ciertos parámetros del modelo o variables independientes. En particular, la técnica de análisis de sensibilidad presentada se aplica para evaluar cuantitativamente cómo diversas fuentes de emisión impactan en la calidad del aire, tanto localmente como viento abajo.

2. Descripción matemática de AERO/DDM-3D

DDM-3D, incorporado a un MCA, es una técnica de análisis de sensibilidad basada en resolver un conjunto de ecuaciones de sensibilidad, derivadas a partir del conjunto de ecuaciones que gobiernan la dinámica atmosférica de la concentración de especies químicas. Cabe decir que este método tiene la desventaja de calcular solamente coeficientes de sensibilidad de primer orden. Sin embargo, su implementación es factible en cualquier MCA moderno, y además toma ventaja de las rutinas numéricas ya incorporadas en el MCA.

Definición del coeficiente de sensibilidad semi-normalizado. La sensibilidad local de una variable dependiente en un modelo, C_i , debida a cambios en una variable independiente o un parámetro del modelo, p_j , puede ser descrita como:

$$s_{ij}(\mathbf{x}, t) = \frac{\partial C_i(\mathbf{x}, t)}{\partial p_j} \quad (1)$$

donde p_j puede estar distribuida espacial y temporalmente. Las magnitudes de las variables independientes en MCA, o sus parámetros, pueden variar dramáticamente espacial y temporalmente, y, así mismo, los coeficientes de sensibilidad pueden variar en ordenes de magnitud. Por lo tanto, es conveniente emplear una versión semi-normalizada de la ecuación 1:

$$s_{ij}^*(\mathbf{x}, t) = \frac{\partial C_i(\mathbf{x}, t)}{\partial \varepsilon_j} \quad (2)$$

En esta formulación, ε_j es una variable que escala el valor nominal de la variable independiente o parámetro del MCA (p_j^o), es decir, $p_j = \varepsilon_j \cdot p_j^o$, y tiene un valor nominal de uno. Los coeficientes de sensibilidad semi-normalizados, para partículas suspendidas, poseen unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por cada por ciento de cambio en la variable independiente o parámetro del MCA.

Diferenciación directa de las ecuaciones gobernantes. DDM-3D fue aplicado a un MCA, el cual tiene la capacidad de seguir la dinámica de contaminantes gaseosos y aerosoles atmosféricos. El modelo *Urban-to-Regional Multiscale* (URM) [15] es un MCA euleriano tridimensional que calcula las concentraciones de contaminantes atmosféricos mediante la resolución numérica de la ecuación de advección-difusión:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = -\nabla \cdot (\mathbf{u} C_i) + \nabla \cdot (\mathbf{K} \cdot \nabla C_i) + R_i + S_i \quad i = 1, \dots, N \quad (3)$$

donde $C_i(\mathbf{x}, t) = C_i(\mathbf{x} \in \Omega, t)$, Ω es la frontera del dominio, $t \in [0, T]$ y T es el tiempo máximo de integración. En la ecuación 3, $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t)$ es el campo tridimensional de vientos, $\mathbf{K}(\mathbf{x}, t)$ es el tensor de segundo orden que modela la difusión turbulenta, $R_i = R_i(C_1, \dots, C_N, t)$ es la velocidad de reacción neta del compuesto i , $S_i(\mathbf{x}, t)$ es la razón de emisión del compuesto i por fuentes elevadas, y N es el número total de especies químicas. La ecuación 3 está sujeta a la condición inicial $C_i(\mathbf{x}, t = 0) = C_i^o(\mathbf{x})$, donde $C_i^o(\mathbf{x})$ es el campo de concentración inicial del compuesto i . Condiciones de borde no-homogéneas del tipo Dirichlet y Neumann se especifican en regiones mutuamente excluyentes en las fronteras laterales del dominio (Γ_g and Γ_h):

$$-\nabla C_i = 0, \quad \mathbf{x} \in \Gamma_g \quad \text{y} \quad t \in [0, T] \quad (3a)$$

$$(\mathbf{u} C_i - \mathbf{K} \cdot \nabla C_i) = \mathbf{u} C_i^b, \quad \mathbf{x} \in \Gamma_h \quad \text{y} \quad t \in [0, T] \quad (3b)$$

donde C_i^b es la concentración predefinida del compuesto i en la frontera. Finalmente, las condiciones de borde en la parte superior e inferior del dominio de modelación son:

$$-K_{zz} \frac{\partial C_i}{\partial z} + v_{g,i} C_i = E_i, \quad z = 0 \quad \text{y} \quad t \in [0, T] \quad (3c)$$

$$\frac{\partial C_i}{\partial z} = 0, \quad z = H \quad \text{y} \quad t \in [0, T] \quad (3d)$$

donde $v_{g,i}$ es la velocidad de deposición en seco de la especie i , E_i es la razón de emisión superficial de la especie i , y H es la altura total de la región a modelar.

Las ecuaciones generales de sensibilidad pueden obtenerse sustituyendo la ecuación 2 en la ecuación 3:

$$\frac{\partial s_{ij}^*}{\partial t} = -\nabla \cdot (\mathbf{u} s_{ij}^*) + \nabla \cdot (\mathbf{K} \cdot \nabla s_{ij}^*) + J_{ik} s_{kj}^* + \frac{\partial R_i}{\partial \varepsilon_j} + \frac{\partial S_i}{\partial \varepsilon_j} + \phi_{ij} \quad (4)$$

donde ϕ_{ij} es un término de producción que se obtiene cuando se calcula la sensibilidad debido a transporte y se describe como $(\nabla \cdot (\mathbf{K} \cdot \nabla C_i) \delta_{ij} - \nabla \cdot (\mathbf{u} C_i) \delta_{ij})$. La variable binaria δ_{ij} toma valores de uno si el parámetro j existe cuando se calculan sensibilidades a este mismo parámetro. Finalmente, \mathbf{J} es el Jacobiano descrito por $J_{ik} = \partial R_i / \partial C_k$. Similarmente, para las condiciones iniciales, las ecuaciones de sensibilidad tienen la forma $s_{ij}^*(\mathbf{x}, t = 0) = C_j^o(\mathbf{x}) \delta_{ij}$, y las ecuaciones de sensibilidad para las condiciones de borde son:

$$-\nabla s_{ij}^* = 0, \quad \mathbf{x} \in \Gamma_g \quad \text{y} \quad t \in [0, T] \quad (4a)$$

$$(\mathbf{u}\mathbf{s}_{ij}^* - \mathbf{K} \cdot \nabla \mathbf{s}_{ij}^*) = \mathbf{u}\mathbf{C}_i^b \delta_{ij} + (-\mathbf{u}\mathbf{C}_i \delta_{ij} + \mathbf{K} \cdot \nabla \mathbf{C}_i \delta_{ij}), \quad \mathbf{x} \in \Gamma_h \quad y \quad t \in [0, T] \quad (4b)$$

$$-K_{zz} \frac{\partial \mathbf{s}_{ij}^*}{\partial z} + v_{g,i} \mathbf{s}_{ij}^* = E_i \delta_{ij} + \left(K_{zz} \frac{\partial \mathbf{C}_i}{\partial z} \delta_{ij} - v_{g,i} \mathbf{C}_i \delta_{ij} \right), \quad z = 0 \quad y \quad t \in [0, T] \quad (4c)$$

$$\frac{\partial \mathbf{s}_{ij}^*}{\partial z} = 0, \quad z = H \quad y \quad t \in [0, T] \quad (4d)$$

De la formulación anterior se puede apreciar que los coeficientes de sensibilidad son función de las concentraciones y son lineales en ellos mismos (aunque acoplados). Dado que las concentraciones no dependen de los coeficientes de sensibilidad, estos últimos se pueden integrar independientemente del cálculo de concentraciones. Esta es la naturaleza desacoplada del método.

Implementación numérica de la dinámica de aerosoles. La implementación numérica del cálculo de coeficientes de sensibilidad para el módulo de transporte y reacción en fase gaseosa ha sido documentada en la literatura [7] y no se repetirá aquí. En contraste, se prestará atención al cálculo de coeficientes de sensibilidad para la producción y consumo de aerosoles primarios y secundarios.

El módulo de aerosoles que posee el URM tiene la capacidad de tratar los componentes principales de las partículas suspendidas que se encuentran en la atmósfera. Para modelar la distribución del tamaño de partícula se utiliza un método seccional, donde se especifican diversos “compartimentos” y en cada uno de éstos se supone existen partículas con un igual diámetro. Las partículas de cada compartimento se suponen con la misma composición. En este trabajo se emplearon cuatro compartimentos: menor a 0.156 µm, 0.156-0.625 µm, 0.625-2.5 µm y 2.5-10 µm. De esta manera, sumando las primeras tres se obtiene la concentración del PM_{2.5}, y la suma total da la concentración del PM₁₀. Los componentes de los aerosoles atmosféricos se modelan dividiéndolos en tres grupos principales: especies inorgánicas en equilibrio, especies orgánicas y especies inertes. Las especies inorgánicas que se consideran están en equilibrio termodinámico entre las fases gaseosa, líquida y sólida son: amoníaco, nitrato, sulfato, sodio y cloruro. El estado físico y la composición de la fracción inorgánica del aerosol se calcula usando el modelo ISORROPIA [16], el cual resuelve 15 reacciones de equilibrio. La fracción orgánica se representa como la masa resultante de la suma de todos los compuestos orgánicos semivolátiles emitidos o producidos a partir de la oxidación en fase gaseosa de COVs, y que se condensan en la materia particulada. La producción de orgánicos condensables se basa en el trabajo de Pandis et al. [17]. La cantidad de condensación/volatilización que se da en las partículas se modela usando un algoritmo basado en consideraciones de transferencia de masa. Como en otros modelos, los efectos de nucleación y coagulación son despreciados. Finalmente, la fracción inerte incluye especies como: calcio, carbón elemental (CE), magnesio, potasio, y una categoría general que incluye otros inertes.

Las sensibilidades de los aerosoles, para las especies inorgánicas en equilibrio, se calculan en dos etapas. El primer paso involucra la condensación y evaporación de especies gaseosas y aerosoles, mientras que el segundo paso involucra el “crecimiento” de las partículas en cada sección de tamaño. La derivada de cada ecuación de constante de equilibrio manejada por ISORROPIA se calcula para producir 15 expresiones de sensibilidad. Aquí se supone que las actividades son insensibles a perturbaciones locales. Para completar el conjunto de ecuaciones de sensibilidad requerido, se obtiene la derivada de las ecuaciones de conservación de masa y balance de carga. Las 27 ecuaciones de sensibilidad resultantes se resuelven simultáneamente para producir las sensibilidades deseadas para sulfato, nitrato, amoníaco, sodio, cloruro e ion hidrógeno en estado aerosol, adicionalmente a las sensibilidades en fase gaseosa de HNO₃, NH₃ y HCl. Debido a que la producción de orgánicos condensables que después se adicionan a la fracción de orgánicos en estado aerosol se calcula en el módulo de química en fase gaseosa del URM, los coeficientes de sensibilidad para este paso para los aerosoles orgánicos se computan de la misma manera que las especies en estado gaseoso. Finalmente, las sensibilidades para cada especie en estado aerosol se prorratan a cada compartimento de la distribución de tamaños de acuerdo a la concentración en cada compartimento. A continuación, los coeficientes de sensibilidad pasan por un algoritmo de “crecimiento” basado en el crecimiento de los aerosoles. Dicho crecimiento está basado en el trabajo de Friedlander [18]. Finalmente, los coeficientes de sensibilidad de cada especie en cada compartimento de

tamaño resultan de la suma de los coeficientes de sensibilidad de los procesos de condensación/evaporación y los cálculos del crecimiento de los aerosoles.

Aplicación al Sureste de los Estados Unidos. URM, extendido con DDM-3D para especies gaseosas y aerosoles, se aplicó a un episodio con concentraciones altas de ozono y aerosoles sobre el sureste de los Estados Unidos. La Figura 1 presenta la estructura horizontal multiescala de la malla computacional usada. Los resultados obtenidos se centran en el análisis de la respuesta de la concentración de los componentes del $PM_{2.5}$ a incrementos (o decrementos) de 10% en las emisiones de diferentes fuentes. Las fuentes investigadas incluyen las emisiones totales a lo largo del dominio de NH_3 ($NH_3[T]$), SO_2 ($SO_2[T]$), NO_x emitido por fuentes de área ($NO_x[S]$), NO_x emitido por fuentes elevadas puntuales ($NO_x[P]$), COVs de fuentes antropogénicas ($VOC[A]$), COVs de fuentes biogénicas ($VOC[B]$), y la fracción del $PM_{2.5}$ correspondiente a carbón orgánico y carbón elemental ($ORGF[T]$ and $EC[T]$, respectivamente). Las emisiones de NO_x debidas a fuentes de área incluyen fuentes antropogénicas (móviles y estacionarias) y fuentes biogénicas (aunque la cantidad de NO_x proveniente de fuentes biogénicas es mucho menor al emitido por fuentes antropogénicas). La mayor parte del SO_2 emitido en el dominio tiene sus orígenes en fuentes puntuales, especialmente las plantas termoeléctricas.

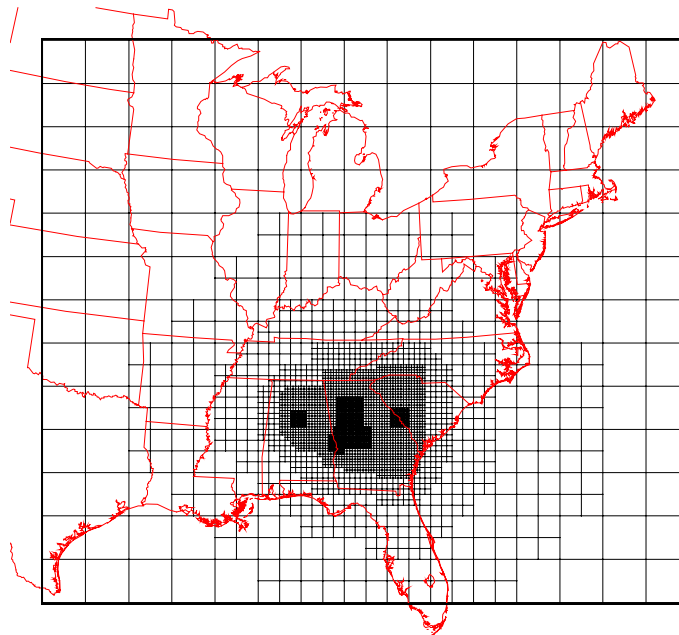


Figura 1. Dominio de modelación y estructura horizontal de la rejilla usada por URM (las celdas exteriores tienen una resolución de 192 km, mientras que las interiores son de $6 \times 6 \text{ km}^2$).

3. Resultados

Como se comentó anteriormente, URM es un MCA con la capacidad de seguir la dinámica de oxidantes fotoquímicos que se encuentran en la fase gaseosa y partículas suspendidas. El modelo puede estimar campos de concentración, espacial y temporalmente resueltos, de aerosoles tanto primarios como secundarios. La escala temporal más fina usada para reportar los campos de concentración son promedios de una hora, sin embargo los campos de concentración usualmente se post-procesan con el fin de reportar promedios de 24 horas, para comparar más fácilmente los resultados con los estándares de calidad del aire. La Figura 2 ilustra a manera de ejemplo un campo de concentración calculado por URM.

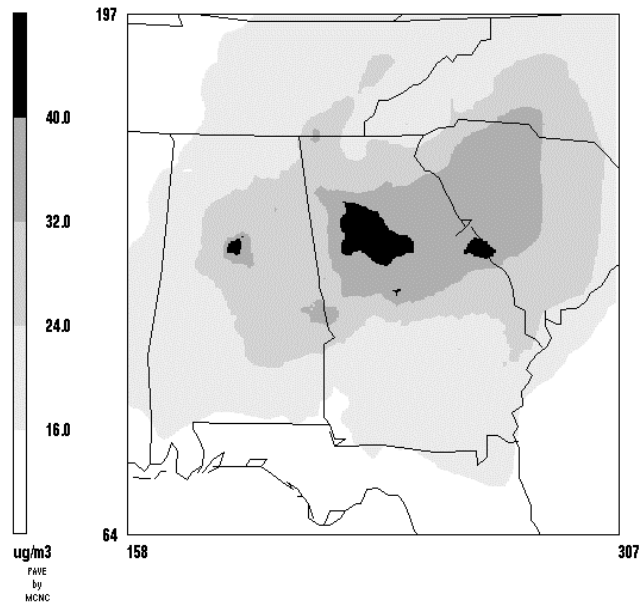


Figura 2. Campo de concentración de $PM_{2.5}$ (promedio de 24 horas) para el 17 de agosto de 1999.

Campos de coeficientes de sensibilidad. Las Figuras 3 a 5 presentan diversos campos de sensibilidad estimados. En todos los casos se emplea un período de 24 horas para promediar los resultados. Debido a que el área de interés de este trabajo se encuentra en el sureste de los EE.UU., las gráficas solamente muestran los resultados obtenidos en dicha región.

La Figura 3 muestra la sensibilidad de la concentración de Sulfato y Nitrato $PM_{2.5}$ a las emisiones totales en el dominio de SO_2 ($SO_2[T]$). Los coeficientes de sensibilidad se presentan para un decremento del 10% en las emisiones. El contenido de sulfato tiende a reducirse a medida que las emisiones de $SO_2[T]$ también se reducen, como es de esperarse, teniéndose las mayores reducciones en los centros urbanos y viento debajo de los mismos. En contraste, el contenido de nitrato tiende a aumentar al disminuir las emisiones de $SO_2[T]$. Los mayores incrementos en nitrato suceden cerca de la ciudad de Atlanta y en el Estado de Carolina del Sur, donde las emisiones de NH_3 son altas. El incremento en el contenido de nitrato en los aerosoles puede explicarse por la liberación de amoníaco (presente en los aerosoles en la forma de sulfato de amonio) de los aerosoles a medida que la concentración de sulfato disminuye como resultado de una reducción en las emisiones de SO_2 . Mediante este proceso más amoníaco en fase gaseosa está disponible y tenderá a neutralizar el ácido nítrico que se encuentra en exceso en la atmósfera, por ende incrementando la concentración de nitrato en los aerosoles.

Además del sistema $NO_x/SO_x/NH_3$, el contenido de carbón elemental (el cual tiene su principal origen en procesos de combustión) y carbón orgánico (el cual tiene componentes primarios y secundarios) de los aerosoles también es de interés. El carbón orgánico secundario es producido por la condensación de compuestos orgánicos semivolátiles que son emitidos o producidos mediante procesos de oxidación en la fase gaseosa [19]. La Figura 4 presenta la sensibilidad del contenido de carbón orgánico en el $PM_{2.5}$ a cambios en emisiones antropogénicas y biogénicas de COVs. Debido a que las emisiones biogénicas de COVs son mucho mayores que las emisiones antropogénicas, no es sorprendente que el contenido de carbón orgánico sea más sensible a las emisiones biogénicas cuando el cambio relativo es el mismo (10% en relación a las emisiones base en ambos casos). El impacto de reducir las emisiones de COVs de fuentes antropogénicas es mayor en los centros urbanos, como es de esperarse. De igual manera, el impacto de las emisiones biogénicas es mayor en los centros urbanos y viento debajo de los mismos (p. ej., Atlanta, GA y Birmingham, AL). Este puede ser el resultado de la existencia de una mayor actividad fotoquímica en estas regiones lo cual implica mayores velocidades de

oxidación de COVs a compuestos semivolátiles, los cuales condensan posteriormente en los aerosoles. Finalmente, como un ejemplo de los cálculos de sensibilidades de componentes puramente primarios de las partículas suspendidas, la Figura 5 presenta coeficientes de sensibilidad de la concentración de carbón elemental (CE) a cambios en las emisiones de este mismo contaminante. Los impactos del CE $PM_{2.5}$ están más localizados en los centros urbanos, donde predominan las emisiones de CE, aunque las zonas rurales también se ven afectadas debido al transporte de las partículas.

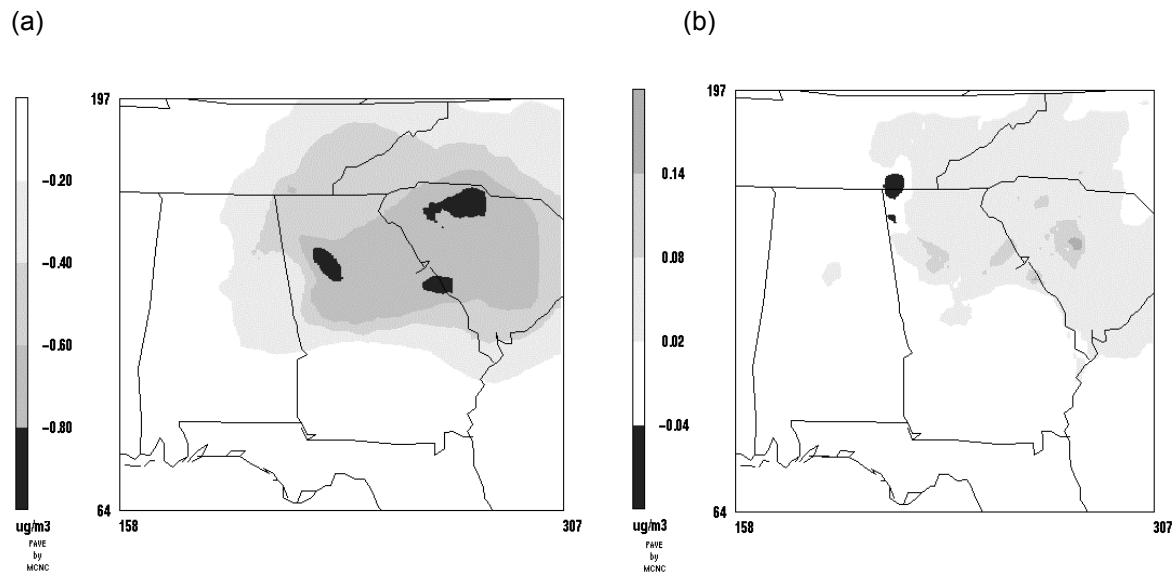


Figura 3. Coeficientes de sensibilidad de la concentración de (a) Sulfato $PM_{2.5}$ y (b) Nitrato $PM_{2.5}$ a la categoría $SO_2[T]$. Ambos casos son para el 17 de agosto de 1999.

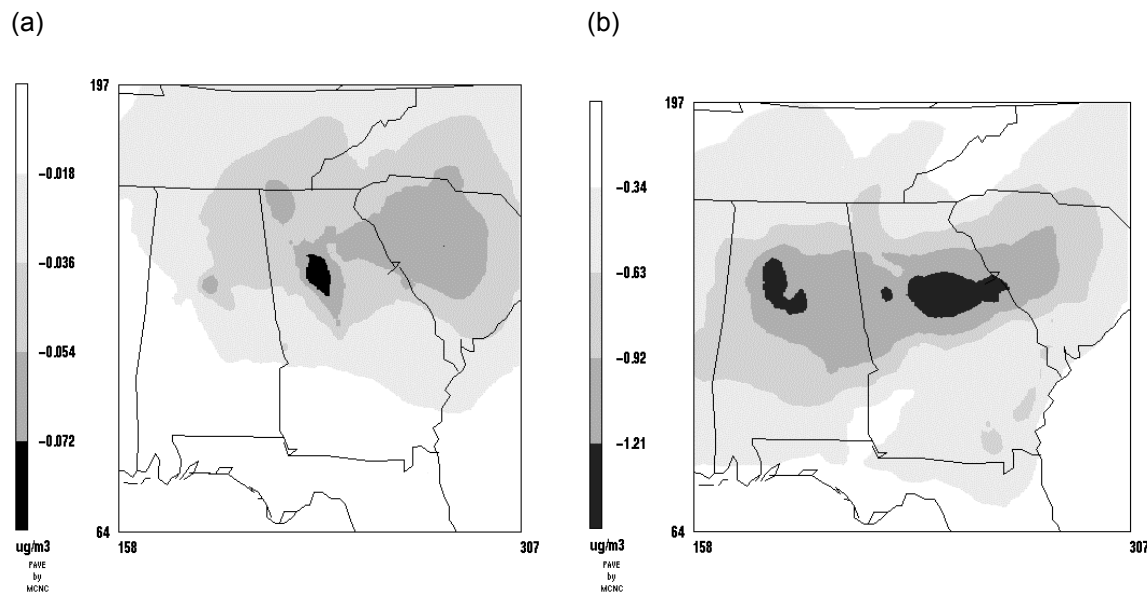


Figura 4. Sensibilidad de la concentración de Carbón orgánico $PM_{2.5}$ a cambios en las emisiones de (a) COVs de origen antropogénico y (b) COVs de origen biogénico. En ambos casos, los resultados se presentan para el 17 de agosto de 1999.

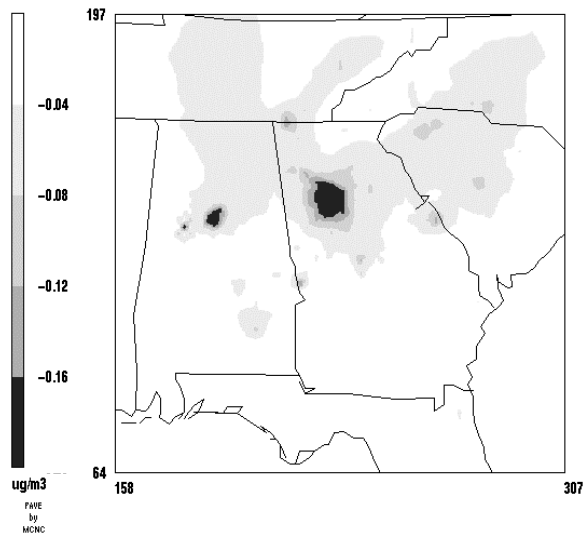


Figura 5. Sensibilidad de la concentración de Carbón elemental $PM_{2.5}$ a emisiones del mismo. Los resultados son para el 17 de agosto de 1999.

4 Discusión

En este trabajo se aplicó la técnica de análisis de sensibilidad DDM-3D para estimar cuantitativamente los impactos de diversas fuentes de emisión a las concentraciones ambientales de aerosoles primarios y secundarios en un dominio centrado en el sureste de los EE.UU. La técnica se empleó para demostrar los impactos en la distribución espacial de los campos de concentración. Los resultados se presentaron sobre la base de un 10% de incremento en las emisiones a partir de su nivel original, pero dado que los coeficientes de sensibilidad obtenidos son de primer orden, el cálculo para obtener la sensibilidad a, digamos, un 5% o 15% de variación en las emisiones es simple y directo. Sin embargo, es necesario determinar los límites de esta respuesta lineal. De hecho, en el pasado varios estudios no han hecho patente esta limitación en el cálculo de coeficientes de sensibilidad por medio del método de la fuerza bruta o mediante métodos basados en derivadas, y los resultados de los mismos han sido empleados para llevar a cabo análisis posteriores [20]. El rango en que se supone existe linealidad se espera dependa de la fuente particular en cuestión, por ejemplo, la respuesta de la concentración ambiental de CE a variaciones en las emisiones de CE podrían suponerse lineales en un rango mayor que para el caso de la sensibilidad del ozono a cambios en emisiones de NO_x . Más investigación se requiere en este tema.

DDM-3D tiene una serie de ventajas sobre el método de la fuerza bruta. En primer lugar, usualmente es más rápido, en parte debido a que no requiere ningún reanálisis de los resultados del modelo. De hecho, DDM-3D estima múltiples campos de sensibilidad en una sola ejecución, y el incremento en el tiempo de cómputo no se ve incrementado considerablemente [7]. En una sola corrida se puede encontrar cómo responde la calidad del aire en el dominio (en relación a todas las especies químicas involucradas en el modelo) a cambios en las emisiones de múltiples fuentes. Una segunda ventaja de DDM-3D sobre el método de la fuerza bruta es que no es propenso a sufrir de ruido numérico debido a la resta de campos de concentración.

Una aplicación que se beneficia directamente de la bondad de contar con una técnica de análisis de sensibilidad eficiente, como lo es DDM-3D, es la técnica de Asimilación de datos para MCA [21]. La asimilación de datos para MCA es una técnica que permite incorporar información contenida en monitoreos ambientales al proceso de modelación de la calidad del aire con el propósito de identificar posibles errores en la información alimentada al modelo (p. ej. el inventario de emisiones) o en la

especificación de parámetros del modelo. En esta técnica, DDM-3D tiene un rol fundamental en determinar las relaciones emisor-receptor empleadas para ajustar los parámetros y variables independientes del modelo. Otra aplicación beneficiada es la determinación del potencial de formación de aerosoles que tienen ciertos COVs individuales. Con anterioridad, Mendoza-Dominguez y Russell [22] emplearon el MCA CIT (acoplado con DDM-3D) para analizar el potencial de formación de ozono (o reactividad) de varios COVs. Los coeficientes de sensibilidad dan directamente la información requerida para llevar a cabo un análisis de reactividad. Un análisis similar puede ser conducido para investigar el potencial de diferentes COVs para incrementar la producción de aerosoles secundarios. Algunas otras aplicaciones se pueden beneficiar de DDM-3D, tal como conducir análisis de incertidumbre de primer orden para evaluar MCA.

En cuanto a las limitaciones de DDM-3D, se espera que el módulo de análisis de sensibilidad implementado comparta algunas de las limitaciones del modelo en el cual fue instalado, en este caso URM, debido a que ambos utilizan rutinas de integración numérica similares. Sin embargo, aunque la exactitud de los campos de sensibilidad dependen de la exactitud en las entradas al modelo, estudios [22] sugieren que los campos de sensibilidad desarrollados, por lo menos para cambios en emisiones de COVs y particularmente en una escala relativa, no son tan sensibles a los detalles del inventario de emisiones original. Incluso esto es de esperarse, dado el trabajo desarrollado por otros investigadores que emplearon modelos más simples [8,23].

Finalmente, los resultados presentados ilustran que el método de análisis de sensibilidad es una herramienta útil que complementa las aplicaciones tradicionales de MCA al proveer información que puede ser usada directamente para planificación económica e identificación de estrategias de administración de cuencas atmosféricas. Con la extensión descrita aquí, DDM-3D puede ser usado para analizar cómo ciertas estrategias de control afectarían los niveles de O_3 y partículas suspendidas, simultáneamente, y contar con un método comprensivo.

5. Conclusiones

La técnica DDM-3D fue incorporada al modelo de calidad del aire URM con el fin de calcular campos de sensibilidad para materia particulada fina, y el modelo resultante fue usado en una aplicación a un episodio de contaminación atmosférica con altos niveles de ozono y aerosoles del verano de 1999 en el sureste de los Estados Unidos. El método presentado es una herramienta viable para cuantificar el impacto de diferentes fuentes de emisión al campo de concentraciones ambientales, tal como el caso de la distribución de los niveles de materia particulada fina. La técnica puede ser aplicada tanto a fuentes individuales (p. ej., fuentes puntuales), como a fuentes de área (es decir, un conglomerado de fuentes distribuidas sobre un área geográfica particular). Los resultados del análisis de sensibilidad no sólo contienen información sobre las condiciones particulares de los procesos de transporte y reacción química, sino que también reflejan el efecto en el campo de concentraciones de cambios en los niveles base de las emisiones. Así mismo, debido a la linealidad de las ecuaciones de sensibilidad, derivadas de las ecuaciones gobernantes, encontrar los coeficientes de sensibilidad requiere de menor esfuerzo computacional que resolver para las concentraciones. Además, la técnica presentada puede extenderse y aplicarse a otros modelos multidimensionales de calidad del aire.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado, en parte, por la *United States Environmental Protection Agency* (Contrato No. R826372, la *United States National Science Foundation* (No. BES-9613729), *Southern Companies*, y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Referencias

- [1] Russell, A.; Dennis, R. "NARSTO critical review of photochemical models and modeling," *Atmos. Environ.* **2000**, *34*, 2283-2324.

- [2] Seigneur, C.; Pai, P.; Hopke, P.K.; Grosjean, D. "Modeling atmospheric particulate matter," *Environ. Sci. Technol.* **1999**, 33, 80A-86A.
- [3] Mc Nair, L.; Russell, A.; Odman, M.T. "Airshed calculation of the sensitivity of pollutant formation to organic compound classes and oxygenates associated with alternative fuels," *J. Air & Waste Manage. Assoc.* **1992**, 42, 174-178.
- [4] Winner, D.A.; Cass, G.R.; Harley, R.A. "Effect of alternative boundary conditions on predicted ozone control strategy performance: A case study in the Los Angeles area," *Atmos. Environ.* **1995**, 29, 3451-3464.
- [5] Bergin, M.S.; Russell, A.G.; Milford, J.B. "Effects of chemical mechanism uncertainties on the reactivity quantification of volatile organic compounds using a three-dimensional air quality model," *Environ. Sci. Technol.* **1998**, 32, 694-703.
- [6] Seigneur, C.; Tonne, C.; Krishnakumar, V.; Pai, P.; Levin, L. "The sensitivity of PM_{2.5} source-receptor relationships to atmospheric chemistry and transport in a three-dimensional air quality modeling," *J. Air & Waste Manage. Assoc.* **2000**, 50, 428-435.
- [7] Yang, Y.J.; Wilkinson, J.G.; Russell, A.G. "Fast, direct sensitivity analysis of multidimensional photochemical models," *Environ. Sci. Technol.* **1997**, 31, 2859-2868
- [8] Carmichael, G.R.; Sandu, A.; Potra, F.A. "Sensitivity analysis for atmospheric models via automatic differentiation," *Atmos. Environ.* **1997**, 31, 475-489.
- [9] Menut, L.; Vautard, R.; Beekmann, M.; Honoré, C. "Sensitivity of photochemical pollution using the adjoint of a simplified chemistry-transport model," *J. Geophys. Res.* **2000**, 105, 15379-15402.
- [10] Koda, M.; Dogru, A.H.; Seinfeld, J.H. "Sensitivity analysis of partial differential equations with application to reaction and diffusion processes," *J. Comp. Phys.* **1979**, 30, 259-282.
- [11] Seefeld, S.; Stockwell, W.R. "First-order sensitivity analysis of models with time-dependent parameters: an application to PAN and ozone," *Atmos. Environ.* **1999**, 33, 2941-2953.
- [12] Dunker, A.M. "The decoupled direct method for calculating sensitivity coefficients in chemical kinetics," *J. Chem. Phys.* **1984**, 81, 2385-2393.
- [13] Harley, R.A.; Russell, A.G.; McRae, G.J.; Cass, G.R.; Seinfeld, J.H. "Photochemical modeling of the Southern California Air Quality Study," *Environ. Sci. Technol.* **1993**, 27, 378-388.
- [14] Mendoza-Dominguez, A.; Wilkinson, J.G.; Yang, Y.-J.; Russell, A.G. "Modeling and direct sensitivity analysis of biogenic emissions impacts on regional ozone formation in the Mexico-U.S. border area," *J. Air & Waste Manage. Assoc.* **2000**, 50, 21-31.
- [15] Odman, M.T.; Russell, A.G. "Multiscale modeling of pollutant transport and chemistry," *J. Geophys. Res.* **1991**, 96, 7363-7370.
- [16] Nenes, A.; Pandis, S.N.; Pilinis C. "ISORROPIA: A new thermodynamic equilibrium model for multiphase multicomponent inorganic aerosols," *Aquatic Geochem.* **1998**, 4, 123-152.
- [17] Pandis, S.N.; Harley, R.A.; Cass, G.R.; Seinfeld, J.H. "Secondary organic aerosol formation and transport," *Atmos. Environ.* **1992**, 26A, 2269-2282.
- [18] Friedlander, S.K. *Smoke, Dust, and Haze*. Wiley: New York, NY, 1997.
- [19] Odum, J.R.; Jungkamp, T.P.W.; Griffin, R.J.; Forstner, H.J.L.; Flaga, R.C.; Seinfeld, J.H. "Aromatics, reformulated gasoline, and atmospheric organic aerosol formation," *Environ. Sci.*
- [20] Saltelli, A. "Sensitivity analysis: Could better methods be used?" *J. Geophys. Res.* **1999**, 104, 3789-3793.
- [21] Mendoza-Dominguez, A.; Russell, A.G. "Estimation of emission adjustments from the application of Four-dimensional data assimilation to photochemical air quality modeling," *Atmos. Environ.* 2001, **35**, 2879-2894.
- [22] Mendoza-Dominguez, A.; Russell, A.G. "Emissions inventory estimation improvements using a Four-dimensional data assimilation method for photochemical modeling," In *Proceedings of the Millennium NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application*, Boulder, CO, May 2000.
- [22] Russell, A.; Milford, J.; Bergin, M.S.; McBride, S.; McNair, L.; Yang, Y.; Stockwell, W.R.; Croes, B. "Urban ozone control and atmospheric reactivity of organic gases," *Science*. **1995**, 269, 491-495.

FLUJO DE CONTAMINANTES Y UN AUTÓMATA CELULAR.

Glicina Merino Castro¹

Se presentan las bases para la creación de un modelo matemático del tipo autómata celular en dos dimensiones que contiene diferentes reglas locales para lograr la simulación del flujo de un contaminante entre dos medios diferentes. Uno de los medios es poroso y el otro es un solvente virtual. Las reglas para el autómata celular se obtienen de diferentes modelos de látice de gases para cada uno de los medios. La importancia de esta implementación consiste en lograr un efecto global en el sistema a partir de reglas locales que simulen el fenómeno real.

Palabras clave: Autómata celular, Modelo de látice de gases, Reacción difusión, Contaminación.

1. Introducción.

De gran importancia en nuestros días es el estudio de la migración de los contaminantes entre diferentes medios. La obtención de resultados numéricos a partir de las ecuaciones diferenciales usadas en la modelación de estos fenómenos, y su posterior utilización en la modelación gráfica es un trabajo largo y sujeto a la acumulación de errores numéricos.

En los años 50 del siglo pasado, Von Neumann estableció las bases de la teoría de los Autómatas Celulares; este trabajo fue retomado por diferentes matemáticos y físicos durante los años 80 quienes desarrollaron diferentes aproximaciones analíticas de los autómatas celulares. La idea principal de una estructura de autómata celular es construir un modelo con base en el comportamiento y el conocimiento de un sistema dinámico real. Los autómatas celulares, no pretenden suplantar a los métodos clásicos en el estudio de los fenómenos en un sistema dinámico; simplemente se desarrollan en paralelo para entender o tratar de comprender mejor las características de un fenómeno real a partir de un universo simplificado.

Un autómata celular nos proporciona un instrumento perteneciente a una clase de modelos discretos que permiten una interacción homogénea, se caracterizan por las siguientes propiedades fundamentales:

- Son celdas en látices (cuadrículas) discretos regulares.
- La evolución del autómata tiene lugar en pasos discretos de tiempo.
- Cada celda se caracteriza por un estado, que pertenece a un conjunto finito de estados.
- Cada celda evoluciona de acuerdo a reglas que dependen del estado de la celda y los estados de las celdas en la vecindad.
- Una vecindad es una relación local y uniforme.

¹ Dra. Glicina Merino Castro, Profesora Titular Departamento de Proyectos y Programas Académicos, División de Ingeniería y Arquitectura, ITESM Campus Toluca, gmerino@campus.tol.itesm.mx

Las dos mayores ventajas desde el punto de vista computacional son:

- a) Las reglas para la actualización en cada nodo se pueden expresar con álgebra Booleana y por lo tanto no involucran cálculos en punto flotante. Hecho que permite eliminar el redondeo numérico.
- b) Las reglas de actualización involucran vecindades cercanas a cada nodo y el desarrollo de las actualizaciones de las reglas locales permite influir en efectos globales.

En el presente trabajo se establece la simulación del flujo de un contaminante entre dos medios diferentes. Uno de los medios es un medio poroso, se simula dicha porosidad y el flujo en el interior de dicho medio. En la sección 2 se analiza el manejo de las reglas en ese medio. El segundo medio que se maneja simula un solvente virtual en el cual se establece un modelo de reacción-difusión siguiendo el modelo de Schlö gel; esto es, un sistema discreto microscópico compuesto de partículas que interactúan a través de colisiones reactivas y la difusión se efectúa en el espacio por colisiones elásticas. En la sección 3 se presenta la discusión respectiva. Ambos modelos se interrelacionan con la finalidad de simular el paso de un flujo de uno a otro medio. En la sección 4 se menciona la implementación en un autómata celular de dimensión dos. En la sección 5 se analizan los resultados obtenidos en diferentes experimentos y se presentan las conclusiones.

2. Modelo en medios porosos.

La simulación se realiza con el modelo FHP II [1], el cual utiliza un látice triangular que permite el manejo de 6 partículas con velocidad unitaria y una partícula en reposo en cada nodo. Las partículas tienen masa unitaria y el sistema se actualiza en dos pasos [2] : colisión, propagación.

La ecuación microscópica para las dos operaciones mencionadas es :

$$N_a(x + e_a, t + 1) = N_a(x, t) + \Omega_a \tag{1}$$

donde N_a es el número de partículas en el nodo x en el instante t con momento e_a ($a = 1, \dots, 6$) y Ω_a denota la razón de cambio en el tiempo del número de partículas, debido a las colisiones.

Los parámetros macroscópicos, densidad local promedio, n , momento promedio, nu , se definen :

$$n = \sum_a f_a \tag{2}$$

$$nu = \sum_a f_a e_a \tag{3}$$

donde f_a es el promedio en la vecindad de $N_a(x, t)$.

De acuerdo a lo expuesto por Frisch et al. [1] se manejan las siguientes ecuaciones de Navier-Stokes :

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \nabla \cdot nu = 0 \tag{4}$$

$$\frac{\partial(nu_\alpha)}{\partial t} + \frac{\partial ng(n)u_\alpha u_\beta}{\partial x_\beta} = -\frac{\partial p^*}{\partial x_\beta} + \frac{\partial \left(\mu \frac{\partial u_\alpha}{\partial x_\beta} \right)}{\partial x_\beta} \tag{5}$$

donde n es la densidad del fluido, u_α es la velocidad y μ es el coeficiente de viscosidad.

El coeficiente del término de convectividad, $g(n)$, debe ser unitario para simular un sistema físico continuo. Nótese que $g(n)$ sólo depende de la densidad y de la geometría del modelo de látice de gases cuando la probabilidad de la colisión de transición satisface el balance semidetallado. La presión está dada por :

$$p^* = \frac{3}{7}n \left(1 - \frac{5}{6}g(n)u^2 \right) \tag{6}$$

La dependencia de la presión con la velocidad macroscópica causa oscilaciones, las cuales pueden controlarse [2] si se :

- a) controla la densidad inicial [3] o
- b) Se utiliza un modelo de látice de gases con velocidades múltiples [4].

En una etapa posterior se utilizará un modelo de velocidades múltiples.

Para la simulación de la porosidad se sigue un procedimiento que genera en 2D una estructura con una conectividad interna compleja. El concepto básico es distribuir ya sea los espacios o los obstáculos de manera aleatoria en la región, usando un número apropiado de la función de distribución de la densidad [2].

Los granos y los poros de rocas y sólidos frecuentemente siguen una distribución log-normal. Aunque se ha observado que muchas tienen una distribución fractal en sus poros a pequeña escala (menor que $\frac{1}{100}$ de micra) [5], [6]. En un medio fractal, el número de densidad m para un elemento de tamaño L está dado por :

$$m(L) = AL^{2-D} \tag{7}$$

donde D es la dimensión fractal y A es un coeficiente que depende del material.

El modelo se restringe a medios con características fractales. Aunque puede describir una distribución log-normal para elementos grandes y una distribución fractal para escalas de pequeñas a intermedias.

El algoritmo seguido es el siguiente :

- (a) Construir un conjunto de obstáculos (granos). Los tamaños deben estar en el rango de validez de 1. Típicamente, cada tamaño sucesivo se toma dividiendo el tamaño previo entre 2.
- (b) Determinar la densidad para cada obstáculo del tamaño usado en (7). Calcular:

$$\Delta = \Delta x = \Delta y = \Delta z = \frac{1}{m(L)} \tag{8}$$

Dividir la región de interés en subdominios de tamaño $N\Delta x, N\Delta y \wedge N\Delta z$ donde N es proporcionado por el usuario. El resto de la región debe ser un múltiplo entero de $N\Delta$. El número esperado, $E(L)$, de cada obstáculo de tamaño L en cada subdominio es N^3 .

(c) En cada uno de los subdominios, el número esperado de elementos de tamaño L se distribuyen aleatoriamente. La forma de los elementos puede ser cúbica o esférica. Las formas de mayor tamaño se distribuyen primero. Las formas pequeñas se pueden traslapar con las mayores ya distribuidas. Se restringe la localización de los elementos a los subdominios. La estructura obtenida debe ser característica del material que se va a describir. Los valores $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ usualmente son más grandes que el correspondiente L . (Nota .- La restricción de colocar los elementos en un subdominio no es una restricción dominante).

(d) La naturaleza de cada elemento, es decir, si representa un grano sólido o un poro (región abierta), se determina probabilísticamente. Inicialmente todos son granos.

Una cantidad b , tal que está entre 0 y 1, es usada como control para la porosidad final. Un elemento es declarado grano si :

$$\min\left(1, \text{int}\left(\frac{\text{rand}}{b}\right)\right) = 1 \tag{9}$$

de otro modo representa un espacio abierto. En (9) **rand** es un número random entre 0 y 1, **int** es la función mayor entero.

El procedimiento anterior produce una estructura con una porosidad cercana a b . En 3D, la estructura con al menos un elemento sobre el sistema se obtiene para porosidades tan bajas como el 10%. En 2D, los sistemas conectados producen una porosidad del 50 al 60%.

3. Modelo de reacción difusión.

Se utiliza la implementación en autómatas celulares del modelo de Schlö gel para sistemas de difusión-reacción [7]. El modelo de Schlö gel [8] describe una simple reacción química autocatalítica para un modelo con fase de transición sin equilibrio. El modelo muestra una fase de transición sin equilibrio de primer orden en un régimen homogéneo y la posibilidad de la coexistencia de dos diferentes fases cuando los reactantes están sujetos a transporte microscópico (el caso de difusión). Las reacciones elementales del modelo son :



Se asume que las reacciones son isotérmicas (el sistema permanece a temperatura constante en el espacio y en el tiempo). Los elementos A y B permanecen en concentración constante.

Desde el punto de vista químico este modelo no es realista y puede ser criticada por varias razones. Las reacciones elementales de los tres cuerpos son eventos con muy baja probabilidad de ocurrencia en un sistema reactivo; por otro lado, es casi imposible de mantener las concentraciones de los elementos A y B en un valor constante en un experimento real. Estas características no reales son comunes en muchos de los modelos químicos para los fenómenos no en equilibrio y se justifican por la ganancia obtenida en el tratamiento matemático del modelo. A pesar de estas simplificaciones, este tipo de modelos se justifican porque proporcionan las bases para entender los sistemas reales y reproducen, al menos cualitativamente, el comportamiento observado en los experimentos. También son de interés como sistemas dinámicos. Por supuesto que se debe de tener cuidado en la interpretación y generalización de los resultados.

4. Construcción del autómata celular correspondiente.

Se construye un modelo microscópico de partículas las cuales reaccionan entre ellas y se difunden en un solvente virtual. Esta versión microscópica del modelo de Schlö gel está fundamentada en los modelos de látice de gases [1] y es una simplificación producida por una discretización drástica que reduce la dinámica microscópica a un autómata celular. El modelo produce, en la escala macroscópica, un comportamiento que es precedido por la ecuación fenomenológica :

$$\frac{dx}{dt} = -x^3 + 3x^2 - \lambda x + \mu \quad (11)$$

donde x denota la concentración de los elementos Y

El esquema de reacción de Schlö gel es equivalente al esquema con constantes cinéticas escaladas :



Con base en lo anterior, se pueden omitir los dos tipos de partículas del sistema en el modelo microscópico y sustituirlas por una partícula y su apropiada escala de constantes cinéticas. Así mismo podemos omitir la descripción del solvente como una partícula. El comportamiento difusivo de las partículas Y se realiza por medio de un comportamiento estocástico, el cual simula las colisiones elásticas entre las partículas Y y las partículas del solvente.

Se considera un látice cuadrado con lados unitarios. Cada nodo del látice acepta partículas del tipo Y con velocidad unitaria en cada una de las cuatro direcciones del látice : norte, sur, este y oeste. Se puede usar un látice exagonal en lugar del cuadrado, pero para el comportamiento difusivo, la simetría del látice cuadrado es suficiente. Se restringe en cada nodo el número de estados diferentes, el cual debe ser finito y no muy grande. Lo anterior implica que el número total de diferentes estados por nodo es de $2^4 = 16$.La evolución en el tiempo del látice ocurre a intervalos discretos de tiempo y está dado por la sucesión de tres procesos elementales :

- a) Propagación libre de las partículas.
- b) Pseudo-colisión con el solvente virtual (colisión difusiva).
- c) Colisión reactiva.

Para cada uno de los procesos anteriores se asocia un operador, el cual transforma el látice inicial con la salida correspondiente. Por lo que los operadores correspondientes son :

- a) **P** operador de propagación.
- b) **R** operador de rotación.
- c) **C** operador químico.

La composición de los operadores dada por $R \circ P \circ C$ es el operador de evolución del sistema en el tiempo.

El operador **P**, es el operador de propagación de los modelos de látice de gases [1] : cada partícula se mueve de un nodo a otro en la dirección de su velocidad. En esta fase las partículas conservan su velocidad. El operador **R** es un operador estocástico que gira de manera independiente cada

nodo $\frac{\pi}{2}$ en el sentido de las manecillas del reloj o en contra de las manecillas con una probabilidad

$$P_{rot} \cdot$$

Nótese que si el operador de evolución se reduce al producto $R \circ P$, cada partícula ejecuta una caminata aleatoria a través de desplazamientos y rotaciones sucesivas. Estas caminatas aleatorias no son totalmente independientes, por que al operar la rotación en cada nodo, las partículas giran al mismo tiempo sin importar cual sea su velocidad. No obstante, este es un efecto pequeño y en una primera aproximación podemos asumir la independecia de los

“caminantes”. En el límite, la densidad de la probabilidad ρ de encontrar al caminante en ξ al instante t en el sistema, sigue la ecuación de difusión :

$$\frac{\partial \rho(\xi, t)}{\partial t} = D \Delta \rho(\xi, t) \tag{13}$$

donde D (coeficiente de difusión) está dado por la expresión clásica (en 2D)

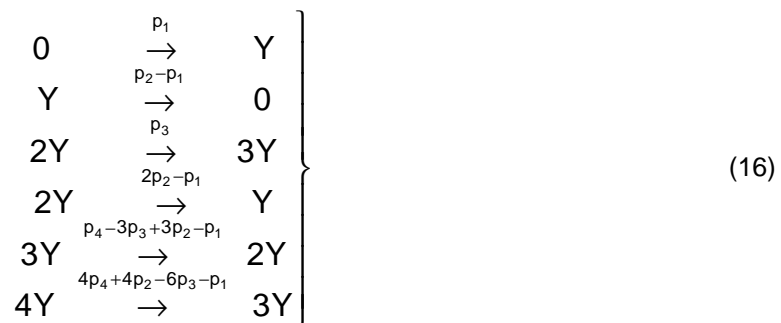
$$D = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{4} \frac{\sigma^2(t)}{t} \tag{14}$$

con $\sigma^2(t)$ desplazamiento al cuadrado de una partícula. La relación entre $\sigma^2(t)$ y P_{rot} es :

$$\sigma^2(t) \underset{t \rightarrow \infty}{\approx} t + 2t \frac{1 - P_{rot}}{P_{rot}} \tag{15}$$

Las reacciones químicas locales se realizan con el operador \mathbf{C} , a través de cambiar el número de partículas en cada nodo, independientemente y de acuerdo al conjunto de reacciones químicas. Todas estas transiciones ocurren con probabilidades diferentes a las que podemos interpretar como constantes cinéticas. El esquema posible para el operador \mathbf{C} se plantea simplemente cambiando el número de partículas en cada nodo de acuerdo al esquema químico dado en (12). Esta elección no es del todo correcta, pero si suponemos que el tiempo entre dos colisiones reactivas es mucho mayor que el tiempo que separa a dos colisiones elásticas, se puede asumir que las reacciones ocurren en un entorno local difusivo en equilibrio.

En nuestro caso hemos escogido el siguiente esquema para la simulación del operador \mathbf{C} siguiendo el modelo de Schlö gl :



5. Implementación de ambos modelos.

Los dos modelos descritos, tanto el poroso como el de reacción-difusión, se han conjuntado en un único sistema, con la finalidad de simular el flujo de elementos de uno a otro medio.

El problema de la frontera entre ambos modelos se resolvió cuidando el conservar las características del modelo de reacción-difusión, por lo que el operador **C** del modelo de Schlögl se continua aplicando tomando en cuenta el siguiente esquema para su implementación :

$$\left. \begin{array}{l}
 0 \quad \rightarrow \quad Y \\
 Y \quad \rightarrow \quad 0 \\
 2Y \quad \rightarrow \quad 3Y \\
 2Y \quad \rightarrow \quad Y \\
 3Y \quad \rightarrow \quad 2Y \\
 4Y \quad \rightarrow \quad 3Y \\
 5Y \quad \rightarrow \quad 4Y \\
 6Y \quad \rightarrow \quad 5Y
 \end{array} \right\} \quad (17)$$

Los otros dos operadores utilizados en este tipo de modelo se aplican de la manera ya establecida anteriormente. En la parte del modelo del medio poroso, los nodos de la frontera se actualizan del mismo modo que ya se ha descrito, únicamente se debe tomar en cuenta que si no se tiene la vecindad completa se le considera completa y en los nodos ficticios no deberán existir partículas.

Dada la estructura del modelo se tiene la posibilidad de cambiar el tipo de porosidad y la forma de introducir el flujo en el modelo diseñado. El cambio del número de partículas en el modelo permite simular la mayor o menor concentración del contaminante en cada uno de los medios.

Al implementar el autómata celular en su espacio de operación se conecta la parte superior con la parte inferior. Se establece la entrada continua de partículas al sistema en un flujo de izquierda a derecha, si lo que se desea es una simulación del flujo de contaminantes del medio poroso al del solvente virtual. Se puede establecer el flujo del solvente virtual al medio poroso. Por lo anterior, la actualización del autómata celular se realiza de derecha a izquierda o de izquierda a derecha. También es factible dejar funcionando la simulación sin introducir más contaminantes con la finalidad de observar la evolución del sistema. Se supone que los extremos izquierdo y derecho de los resultados marcan el final de la zona de interés para la simulación y las partículas que llegan a dichos extremos salen del modelo.

6. Resultados obtenidos.

El modelo que se logra permite realizar una simulación en la cual el contaminante fluye del medio poroso al solvente virtual. La simulación se inicia con el contaminante ya presente en el modelo. En cada una de las iteraciones de la simulación se observa como el contaminante se va desplazando hacia la zona del solvente y se va limpiando la zona de el medio poroso.

Se efectuaron simulaciones cambiando el medio poroso y dejando fija la concentración del contaminante, observándose un transporte más rápido del flujo hacia la zona del solvente. Al

aumentarse la concentración del contaminante y sin cambiar la porosidad del medio, se observó como el flujo del contaminante es más lento. Se realizaron simulaciones migrando el contaminante desde el soluto al medio poroso.

Podemos concluir que :

- a) El modelo responde con bastante rapidez, en el caso de un autómata con 20^2 nodos se han logrado realizar 2000 iteraciones en menos de 15 minutos.
- b) Se han obtenido simulaciones adecuadas para la migración de contaminantes desde uno a otro medio.
- c) Este tipo de modelación permite una simulación más rápida de los fenómenos de flujo de contaminantes entre diferentes medios; es de esperarse que al ir modificando el modelo se pueda lograr una simulación más apegada a los fenómenos reales.
- d) Este trabajo proporciona la construcción de un nuevo modelo partiendo de dos modelos distintos, el cual que puede ser aplicado a diferentes situaciones de flujo de contaminantes produciendo un efecto global en ambos miembros.

7. Referencias.

- [1] Frisch Uriel, d' Humières Dominique, Hasslacher Brosl, Lallemand Pierre, Pomeau Yves, Rivet Jean-Pierre. "Lattice Gas Hydrodynamics in two and three dimensions", en Gary D Doolen, ed., Lattice gas methods for partial differential equations. Santa Fe Institute. Addison-Wesley Publishing Company, 1990. pp. 77-135.
- [2] Chen, Shiyi, Diemer, Karen, Doolen, Gary D., Eggert, Kenneth, Fu, Castor, Gutman, Semion and Travis, Bryan J. "Lattice gas automata for flow through porous media". Physica D 47 (1991) 72-84. North-Holland.
- [4] S. Chen, Z. She, L.C. Harrison and G.D. Doolen. "Optimal initial condition for lattice gas hydrodynamics". Phys. Rev. A 39 (1989) 2725.
- [5] S. Chen, H. Chen and G.D. Doolen "How the lattice gas model for the Navier-Stokes equation improves when a speed is added." Complex Systems 3 (1989) 243.
- [6] D.H. Rothman en Discrete Kinetic Theory, Lattice-Gas Dynamics and Foundations of Hydrodynamics. De. R. Monaco, World Scientific, Singapore, 1989. p. 286.
- [7] Ya. A. Pachepsky, L. P. Korsunskaja, M. Hajnos. "Fractal parameters of soil pore surface area under a developing crop". Fractals, Vol. 4 No. 1 (1996) 97-104.
- [8] D. Dab, J. P. Boon. "Cellular automata approach to reaction-diffusion systems", en P. Manneville-N. Boccara-G.Y. Vichniac-R. Bidaux, editores, Cellular Automata and Modeling of Complex Physical Systems. pag. 257-273. Berlin, Heidelberg, 1990. Springer-Verlag.
- [9] F. Schlögl. "Chemical reaction models for non-equilibrium phase transitions." Z. Physik 253: 147-161. 1972.

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y MODELOS DE MANEJO SOSTENIBLE DE LA LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS

M. Patricia Vela Coiffier, José Ma. Villarreal, Julie Noriega, Fabián Lozano, Ernesto Enkerlin, Jorge Brenner, Rubén Marroquín, Romualdo López, Adriana Nelly Correa, Sergio Medellín y Miguel Angel Cruz

El Ordenamiento Ecológico es un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso de suelo tomando en cuenta el medioambiente natural y su entorno socioeconómico, con el fin de manejar los recursos naturales y preservar la naturaleza, tratando de resolver o minimizar los posibles conflictos ambientales. La Laguna Madre es el cuerpo de agua más extenso de la República Mexicana, comprende una franja larga y angosta de aproximadamente 225 km de longitud, que va desde el delta del Río Bravo al norte hasta la desembocadura del Río Soto la Marina al sur, cuenta con una superficie de 215,160 hectáreas separada del mar abierto por islas de barrera rectas ubicadas en el litoral del Golfo de México, que varían en su anchura desde 200 hasta 3,000 metros. La región de la Laguna Madre es considerada de importancia internacional bajo el criterio de la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras por su potencial para albergar a más de 100,000 aves playeras al año y ha sido propuesta a la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la biodiversidad como Área Prioritaria para la Conservación [1]. Las poblaciones que se encuentran localizadas en su área de influencia se dedican principalmente a la pesca, la ganadería y a la agricultura temporal. El objetivo en el presente trabajo fue el de generar las bases para el ordenamiento ecológico del área circundante a la Laguna Madre, para obtener el uso más adecuado del suelo y proponer una serie de modelos cuya implementación permita el uso racional de los recursos del área, buscando su conservación. De acuerdo con los resultados de los modelos de manejo, la superficie debe reducirse en cerca de 343,000 hectáreas dedicadas a las actividades tradicionales, con una disminución muy significativa de las actividades agrícolas y pecuarias.

Palabras clave: Ordenamiento Ecológico, Ordenamiento Territorial, Laguna Madre.

1. Introducción

Cada vez resulta más necesario la propuesta de desarrollos sociales y económicos que resulten compatibles con el entorno natural en los que se asegure la minimización de impactos negativos en el sistema completo. El Noreste de México se ha caracterizado por su acelerado progreso, principalmente en actividades industriales, agropecuarias y pesqueras.

M.C. Patricia Vela Coiffier, Profesionalista de Apoyo. CCA, ITESM Campus Monterrey, pvela@absig.mty.itesm.mx

Dr. José Ma. Villarreal González, Coordinador Laguna Madre, Universidad Autónoma de Tamaulipas, villarreal_josemaria@hotmail.com,

M.C. Julie Noriega Rivera Río, Pronatura Baja California, jnoriega@elnor.net

Dr. Diego Fabián Lozano García, Profesor-Investigador, CCA, ITESM Campus Monterrey, dlozano@campus.mty.itesm.mx

Dr. Ernesto Enkerlin, Presidente de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, enkerlin@conanp.gob.mx

M.C. Jorge Brenner, CDC, Pronatura Noreste, jbrenner@pronaturane.org

M.C. Rubén Marroquín, CCA, ITESM Campus Monterrey, rmarroqu@campus.mty.itesm.mx

M.C. Adriana Nelly Correa, CCA, ITESM Campus Monterrey, ancorrea@campus.mty.itesm.mx

M.C. Romualdo López, Administrador del Rancho El Plomito, Organización Vida Silvestre A.C., rmartinez@ovis.org.mx

M.C. Sergio Medellín, Pronatura Noreste, smedellin@pronaturane.org

M.C. Miguel Angel Cruz, Pronatura Noreste, mcruz@pronaturane.org

Esto ha derivado en un dinámico cambio de uso de suelo que, aunado al aprovechamiento irracional de los recursos han modificado notablemente los hábitats naturales de la fauna silvestre. Uno de los paisajes de mayor importancia para el desarrollo a nivel regional lo constituye la Laguna Madre, ya que posee características ecológicas únicas, como ser el ambiente acuático “hipersalino” más grande de la costa del Golfo de México, incluye especies de pastos marinos endémicos y necesarios para aves acuáticas y vida marina y se han reportado especies que de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-PA-CRN-001) se les reconoce en peligro de extinción (cigüeña americana, *Mycteria americana*). La Laguna Madre es hábitat del pato cabeza roja (*Aythya americana*), la garceta rojiza (*Egretta rufescens*) y de una de las dos únicas colonias mexicanas del pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*), que a su vez es una de las dos únicas colonias marinas conocidas de esta especie en Norteamérica. Los humedales tienen valor ecológico como espacios abiertos, como sitios de reproducción y fuentes de alimento para animales marinos y costeros; como trampas de sedimentos y nutrientes de ríos; como zonas de amortiguamiento de la erosión de tierras arriba. La Laguna Madre, aún sin protección gubernamental, aunque propuesta para Área Natural Protegida, ha sufrido una reducción considerable en sus humedales, ya sea por fenómenos naturales o antropogénicos (expansión de la frontera agrícola, asentamientos humanos, actividad pesquera y modificación de las condiciones del estuario). El objetivo del presente estudio fue generar las bases para el Ordenamiento Ecológico del área circundante a la Laguna Madre, para obtener el uso más adecuado del suelo y proponer una serie de modelos cuya implementación permita el uso racional de los recursos del área, buscando su conservación, manteniendo la capacidad de aportar servicios ecológicos, que son indispensables para que ocurra el desarrollo sostenible. Para lo cual se identificaron las áreas aptas y no-aptas para cada uno de los modelos de manejo y se elaboraron mapas temáticos señalando la ubicación de los sitios más apropiados para realizar estas actividades con criterios de sustentabilidad y recomendando las prácticas de conservación necesarias en cada caso.

El área de estudio (Figura 1) corresponde a la zona costera de la Laguna Madre y su área de influencia en el Estado de Tamaulipas. La Laguna comienza 45 Km al sur del Río Bravo y se extiende hasta el Río Soto La Marina, contando con una extensión aproximada de 215,000 has. Todo el sistema lagunar se encuentra situado en la región noreste de la Planicie Costera del Golfo y con una orientación geográfica de Norte a Sur. Está separada del mar por una barra de baja elevación compuesta principalmente por arena, donde se han detectado alrededor de 13 bocas.

El estudio para el Ordenamiento Ecológico de la Laguna Madre involucró varios sectores productivos integrados en modelos: el agrícola por la extensión territorial que comprende, el pecuario, por su importancia económica e histórica en la región, el acuícola, por la cercanía a la costa del Golfo de México y la presencia de cuerpos de agua permanentes, el forestal en menor grado por el gran deterioro que ha recibido en años recientes y el limitado aprovechamiento de los escasos recursos naturales de la región, el de servicios ecológicos, de primera importancia para la conservación y sustentabilidad de los ecosistemas, y finalmente el ecoturismo, que se encuentra todavía en un estado incipiente de desarrollo.

2. Metodología

El presente estudio de ordenamiento siguió los lineamientos metodológicos recomendados por SEMARNAP [2] y se apoyó en el Manual de Ordenamiento Ecológico de SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) [3]. Las fases propuestas por SEMARNAP se presentan en la Tabla 1.

Se estableció una primera etapa de implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en la que se realizó la digitalización de las cartas que integran la base de datos para el Ordenamiento Ecológico de la Laguna Madre, tomando la información de las cartas temáticas de INEGI (Instituto de Estadística, Geografía e Informática) en escala 1:50,000, 1:250,000 y 1: 1,000,000 de Fisiografía, Climas, Hidrología Superficial, Topografía, Edafología e Infraestructura Regional, identificando límites políticos y administrativos, poblaciones, vías de comunicación y líneas de conducción eléctrica.

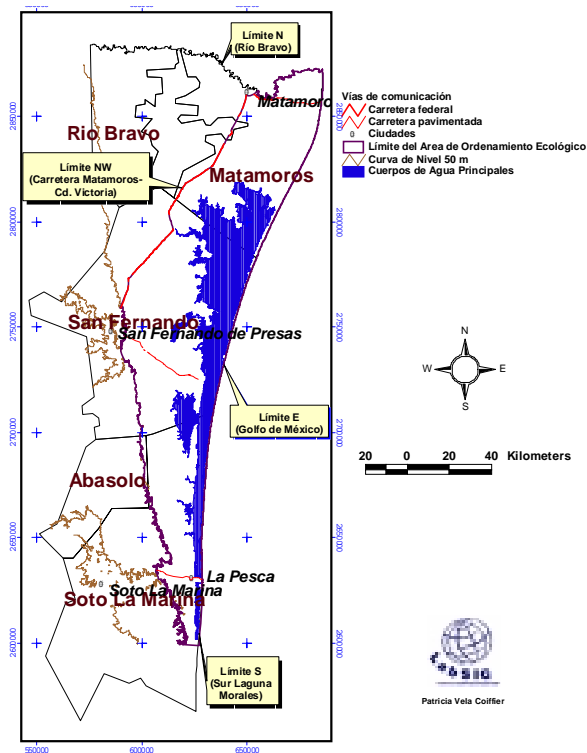


Figura 1. Área de Ordenamiento Ecológico

Tabla 1. Ruta crítica para el estudio de Ordenamiento Ecológico de la Laguna Madre.

FASES DEL ESTUDIO	DESCRIPCIÓN
Organización	Formación del equipo de trabajo, elaboración del calendario de actividades y formulación del presupuesto requerido.
Caracterización	Delimitación y descripción de los aspectos naturales y socioeconómicos, y de la problemática regional.
Diagnóstico	Evaluación de la situación actual del área de estudio y definición de las causas que originan su estado y condición.
Pronóstico	Señalamiento de las tendencias más probables que pueden ocurrir si continuara sin cambio la condición actual.
Propuesta	Definición de la aptitud de uso del suelo mediante modelos, según los criterios establecidos de ordenamiento y regulación.

Fuente: Adaptada de Metodología de Ordenamiento Ecológico. SEMARNAP, 1996.

Se digitalizaron, además, cartas de SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) en escala 1:20,000 para las Series de Suelo, de Uso Potencial del Suelo, y del sistema de drenaje superficial del Distrito de Riego 156 Control y Distrito de Riego 157 San Fernando, y de cartas regionales de Clima, identificando áreas de igual precipitación en períodos relacionados al ciclo fenológico y al desarrollo de los cultivos regionales (Sorgo), así como la identificación de la Vegetación y Uso Actual del Suelo apoyados en imágenes de satélite LANDSAT-TM generadas en 1996 y 1998, efectuando visitas de validación de campo.

De las cartas regionales se extrajo el área circundante a la Laguna Madre, tomando los límites señalados al norte por el Río Bravo, al oriente por la costa del Golfo de México, al poniente por la Carretera Federal Matamoros – Victoria y la cota de 50 metros, y al sur por el Río Soto la Marina, formando una superficie compacta a la cual se le incorporaron los atributos de cada variable dentro del área de interés.

Dentro de la fase de diagnóstico, se recopiló información para formar la base de datos estadísticos de producción de los sectores agrícola, pecuario, forestal y acuícola, así como información de los Censos de Población y Vivienda de INEGI para 1980, 1990 y 1995, se llevaron a cabo Talleres de Planeación Participativa, donde se formularon y aplicaron encuestas y entrevistas para obtener de cada comunidad los índices e indicadores relativos al ordenamiento de las actividades productivas considerando los aspectos ecológicos, económicos y sociales (Mapeo Analítico Participativo y Reflexivo, MAPR), la Evaluación Rural Participativa, Extensión Rural Participativa y Entrevistas Uno-a-Uno semiestructuradas [4 y 5] y se determinaron los índices de erosión hídrica y eólica del área de ordenamiento ecológico por medio de sistemas de información geográfica aplicando los índices recomendados por el manual de Ordenamiento Ecológico de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

Se realizó un análisis de aptitud mediante modelos de diagnóstico tomando en cuenta la influencia que tiene cada variable en el desempeño de las distintas actividades productivas, ya sea agrícola, pecuaria, forestal, acuícola, de servicios ecológicos o de ecoturismo. Se asignó a cada variable el valor de 1 cuando era favorable para la actividad y de 0 en el caso contrario, lo que permitió extraer de cada carta temática las variables que aportan efectos positivos o incluyentes, eliminando las variables negativas o excluyentes, que son contrarias a la actividad productiva.

Una vez seleccionadas las variables favorables se procedió a ponderarlas o jerarquizarlas entre ellas, calificando el nivel relativo de importancia, asignando valores de 3 cuando la variable es indispensable para la actividad; 2 condicionante para la actividad y 1 deseable para la actividad. Es indispensable cuando no puede realizarse la actividad sin la ocurrencia de la variable; condicionante cuando la presencia o ausencia de la variable o su valor puede afectar la productividad o efectividad de la actividad y es deseable cuando se cuenta con una actividad para la cual una variable no es imprescindible, pero su ocurrencia favorece la actividad de manera indirecta.

Este factor de ponderación asigna un peso a cada variable, siendo más alto su valor cuanto mayor sea su importancia. El resultado es aplicado en la creación de una nueva carta temática que conjuga todas las variables seleccionadas para cada actividad. Fueron definidos cuatro niveles de aptitud, que son Alta, Media, Baja y No-Apto. De aquí se procedió a elaborar las cartas para los modelos de diagnóstico Agrícola, Pecuario, Forestal, Acuícola, de Servicios Ecológico y de Ecoturismo.

Para definir la aptitud de uso del suelo se emplearon las coberturas resultantes de los modelos de diagnóstico y se desarrolló un taller con expertos para definir el grado y nivel de dominancia para cada uno de los modelos. El nivel de dominancia quedó expresado en el Mapa final de propuesta del Ordenamiento Ecológico en uso dominante, uso complementario, y uso condicionado.

3. Resultados

Caracterización

Se obtuvo una base de datos geográfica de las capas de información que sirvieron tanto para la descripción de las características físicas y biológicas del área como para el manejo de la información en la obtención de los modelos de diagnóstico. Del procesamiento digital de las imágenes de satélite se obtuvo la clasificación de vegetación del área en donde se obtuvieron las siguientes clases: agua salada, agua dulce, selva espinosa perennifolia, pastizal inducido, matorral espinoso, vegetación halófila, vegetación de dunas costeras, vegetación secundaria, mezquital árido sur, cultivo de temporal, áreas sin vegetación aparente, cultivo de riego, zona urbana, vegetación acuática dulce, pastos marinos, manglar, vegetación riparia.

Diagnóstico

Se obtuvieron los planes comunitarios de "La Pesca", "Higuerillas" y "Carboneras" donde se plantea la problemática de estas comunidades así como sus posibles soluciones. Los índices de erodabilidad hídrica y eólica mostraron que ambos tipos de erosión se presentan en el área de estudio, las zonas más afectadas son las áreas agrícolas, donde la erosión eólica alcanza niveles altos.

Pronóstico y Propuesta por Modelo

La agricultura regional presenta una tendencia a la baja, por diferentes razones, entre ellas el deterioro del suelo provocado por la erosión hídrica y eólica, con la consiguiente pérdida de la fertilidad, de las limitantes que imprime el clima regional en el desarrollo de los cultivos por las condiciones de sequía imperantes en los últimos años, la dependencia de la economía regional en el monocultivo del sorgo y su baja rentabilidad, por las prácticas de manejo convencionales contrarias a la conservación de los recursos de agua y suelo, y la escasa diversificación de la agricultura, factores que limitan el número de alternativas de solución para la región.

La producción pecuaria regional presenta también una tendencia a la baja al perder hatos completos como resultado de las condiciones de sequía que han imperado en los últimos años, y la consiguiente pérdida de la vegetación, tanto natural como inducida, en asociación con las altas cargas animales utilizadas.

Las artes de pesca en la Laguna Madre son primordialmente artesanales y de tipo extractivo. No existe un control en los volúmenes de extracción o en el número de embarcaciones y pescadores dedicados a tal actividad, por lo que la producción está sujeta a factores externos por demás aleatorios. Se emplean métodos de pesca como son las redes de arrastre, actualmente prohibidas por causar destrucción en el medio marino, pero que no dejan de ser utilizadas diariamente.

La condición actual de la vegetación es una de las variables de mayor importancia por los servicios ecológicos que presta, por tener un aprovechamiento inmediato, ser fácilmente dañada y afectada, y por requerir mayor tiempo y esfuerzo para su recuperación. De los tipos de vegetación regionales con mayor sensibilidad a los cambios ambientales, pueden destacarse el manglar y las selvas, que cuentan con un alto potencial ecológico por la diversidad de especies que pueden establecerse y la riqueza de conocimientos que pueden extraerse de ellas, así como los pastizales, mezquiales y las praderas inducidas o naturales para uso y aprovechamiento en el turismo cinegético. En el medio marino destacan la vegetación de dunas costeras y los pastos marinos, que proveen de alimentación y refugio de aves migratorias, peces y crustáceos.

El ecoturismo puede convertirse en un factor de crecimiento y desarrollo regional, como una nueva fuente de ingresos para las comunidades y pobladores de la región, en este caso en un área actualmente desprovista de aprovechamientos que no sean relacionados con la agricultura y la ganadería. Puede tener, además, un propósito muy significativo para establecer prácticas tendientes a la conservación del medio ambiente, siempre y cuando las actividades que se planeen sean adecuadas a los factores ecológicos, sociales y económicos de la región.

Como resultado del análisis de aptitud de uso de suelo en el que se consideraron todos los modelos incluidos en este estudio se presentan en la figura 2 las áreas más apropiadas para cada modelo de manejo, en la tabla 2 se presentan las superficies propuestas para cada modelo en el área de Laguna Madre. De acuerdo con los resultados de los modelos de manejo, la superficie debe reducirse en cerca de 343,000 hectáreas dedicadas a las actividades tradicionales, con una disminución muy significativa de las actividades agrícolas y pecuarias (En la tabla 3).

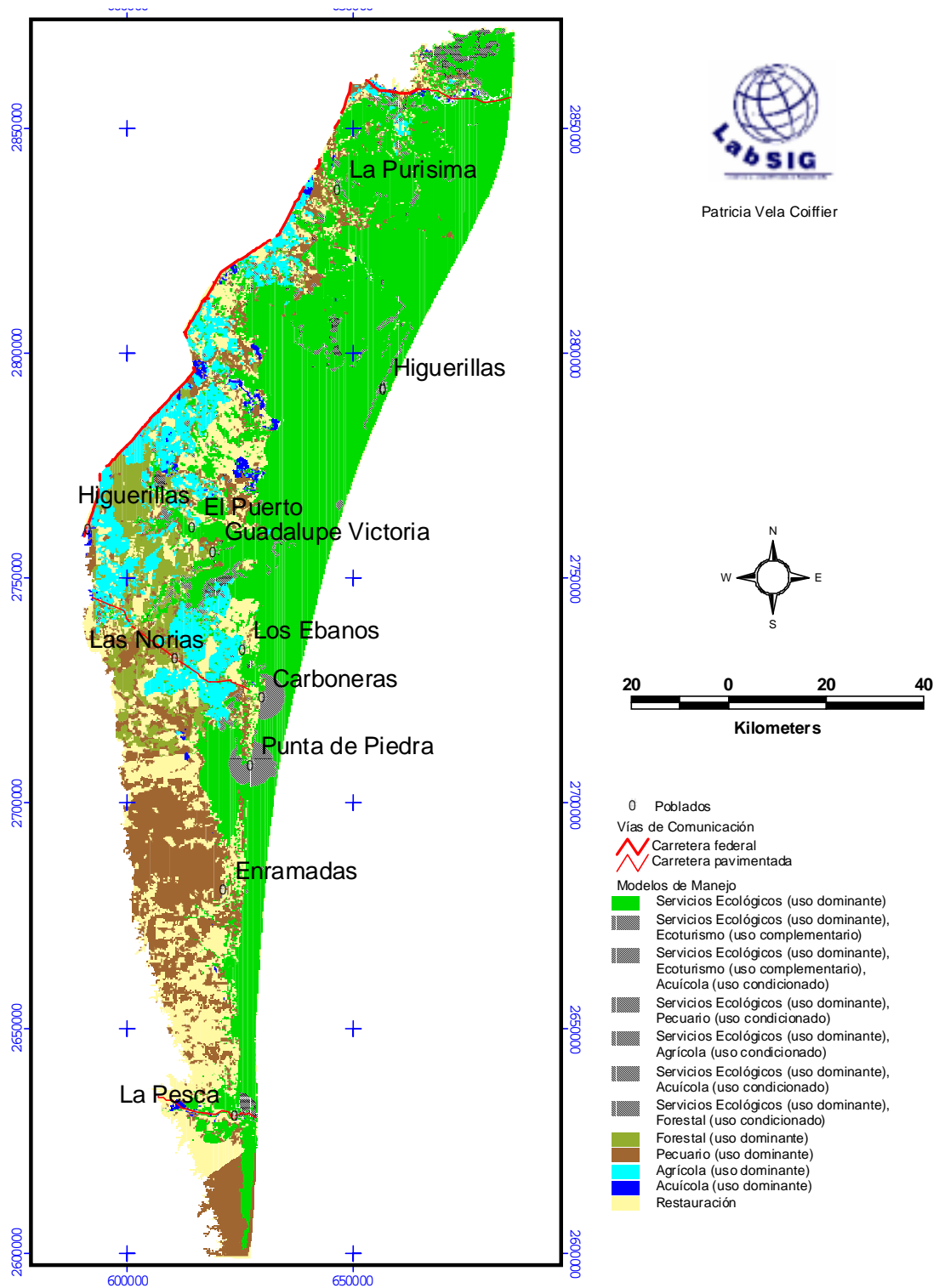


Figura 2. Mapa Propositivo del Ordenamiento Ecológico de la Laguna Madre, Tamaulipas.

Tabla 2. Superficie propuesta por Modelo para el área de Laguna Madre

AREA	MODELOS DE APTITUD *	SUPERFICIE (HAS)	PROPORCIÓN (%)
1	Agrícola (dom)	81,126.3	8.35
2	Pecuario (dom)	147,666.3	15.19
3	Forestal (dom)	56,188.9	5.78
4	Acuícola (dom)	8,417.9	0.86
5	Servicios Ecológicos (dom) (incluye a la Laguna Madre con 218,485.6 has) **	473,706.5	48.74
6	Restauración	166,261.4	17.11
7	Servicios Ecológicos (dom), Agrícola (cond)	2,506.7	0.26
8	Servicios Ecológicos (dom), Pecuario (cond)	9,947.2	1.02
9	Servicios Ecológicos (dom), Forestal (cond)	5,074.5	0.52
10	Servicios Ecológicos (dom), Acuícola (cond)	3,598.9	0.37
11	Servicios Ecológicos (dom), Ecoturismo (comp)	17,285.4	1.78
12	Serv. Ecol. (dom), Ecoturismo (comp), Acuícola (cond)	142.1	0.01
Total =		971,922.1	99.99

(*) (dom) = Dominante; (cond) = Condicionado; (comp) = Complementario

(**) Fuente: cuantificación directa por digitalización de cartas de INEGI, 1982.

Tabla 3. Comparación entre el uso actual y el uso propuesto en cada modelo

MODELO	USO ACTUAL	USO PROPUESTO	DIFERENCIA
Agrícola	221,588.2	81,126.3	- 140,461.9
Pecuario	350,221.2	147,666.3	- 202,554.9
Forestal	122,209.1	56,188.9	- 66,020.2
Acuícola	609.7 *	8,417.9	+ 7,808.2
Servicios Ecológicos	ND	473,706.5	ND

(*) Fuente: Banda V., A., 2001 La Acuicultura en el Estado de Tamaulipas (inédito) [7]

Recomendaciones por Modelo Sector Agrícola

Es recomendable el establecimiento de prácticas de conservación de los suelos no degradados, y la promoción de cubiertas vegetales en los suelos actualmente desprovistos de vegetación, que permitan reducir el impacto de los factores ambientales.

Para evitar los efectos de la erosión hídrica es recomendable el uso de terrazas, curvas de nivel o el trazo de surcos en contorno para reducir la velocidad de los escurrimientos y provocar la infiltración hacia estratos más profundos, mejorando la captura y conservación de la humedad en el suelo. Para corregir y evitar la formación de cárcavas es conveniente establecer especies perennes como el carrizo, que reduzcan la velocidad del agua y faciliten la acumulación de sedimentos, rellenando los huecos formados por la erosión.

Es recomendable la aplicación de mejoradores naturales, orgánicos y biológicos que ayuden a reducir los niveles de las sales presentes en el estrato superficial, aplicando técnicas de manejo y labranza que faciliten la movilización de las sales a estratos más profundos al mejorar la infiltración del agua de lluvia.

Es imprescindible promover un sistema de labranza de conservación que permita incrementar gradualmente el contenido de materia orgánica para recuperar la fertilidad natural del suelo, complementando además con mejoradores naturales como los ácidos húmicos, que promueven las actividades de la microflora y microfauna, y empleando las micorrizas, que son organismos que interactúan con el sistema radical de las plantas y facilitan a la planta la extracción y el uso de los nutrientes presentes en el suelo.

El uso de cepas de bacterias nitrificantes más eficientes en la captura de nitrógeno y que sean más agresivas que las cepas nativas, pueden aplicarse en cultivos de leguminosas que al ser incorporadas enriquecen el suelo aumentando el contenido de nitrógeno.

Para reducir la dependencia del agricultor de la variabilidad del clima, es muy recomendable emplear la tecnología de cosecha de agua, que es una manera ya probada de evitar la deficiencia de agua de lluvia. La Plásticultura (técnica que emplea películas plásticas aplicadas sobre el suelo para eficientizar el uso del agua, o como invernaderos, usando cubiertas externas de plástico que modifican el ambiente y hacen al cultivo más productivo y rentable) es una opción válida para la diversificación y producción de cultivos especializados que generen divisas y permitan obtener mayores ingresos por unidad de superficie

Sector Pecuario

Se recomienda el cambio de uso del suelo en los terrenos con agricultura de temporal que han demostrado tener baja productividad, particularmente en los suelos cuya vocación no es agrícola, que muestren niveles de salinidad leve a moderada, con problemas de drenaje moderados a fuertes, pendiente mayor del 4%, y que cuentan con características favorables para el desarrollo de cultivos forrajeros anuales o de pastos perennes.

Los predios agrícolas que se encuentran libres de vegetación pueden recuperar la cubierta vegetal con pastizales inducidos, principalmente de zacate Buffel para suelos arenosos, de notable adaptación a las condiciones climáticas y edáficas regionales, o de zacate Pretoria para suelos arcillosos, y dedicarlos a la explotación comercial extensiva con ganado bovino, o bien ganado ovino y caprino para autoconsumo. Coincidentemente los suelos de textura gruesa afectados por la erosión y la deposición de arena, son los más apropiados para el crecimiento y desarrollo del zacate Buffel, por lo que pueden combinarse ambos propósitos: la conservación del suelo, evitando el movimiento posterior de la arena en conjunto con la reconversión de cultivos, estableciendo praderas que permitan volver productivo un suelo ya degradado por la erosión.

El pastoreo extensivo y las prácticas de conservación pueden coexistir dentro del mismo ecosistema, y están sujetos al mismo grupo de principios ecológicos que imponen un límite máximo natural que no puede ser excedido. Así, la productividad de una pradera de Buffel depende de diferentes factores, como la precipitación pluvial, la temperatura, el tipo de suelo y el manejo y nivel de pastoreo dado por la carga animal y el sistema de manejo de los potreros, además de otros factores asociados como la densidad y la cobertura basal de la vegetación natural, que determinan la capacidad de rebrote, crecimiento y desarrollo de la planta y la sostenibilidad del ecosistema.

Sector Forestal

Para revertir la condición de los suelos descubiertos buscando reducir y evitar los efectos de la erosión, es imprescindible establecer un programa de reforestación, reduciendo la exposición del suelo a los factores ambientales y evitando al mismo tiempo el deterioro de las condiciones climáticas.

La combinación de un programa de reforestación asociado a la producción pecuaria, o para la prestación de servicios ecológicos, serían los mejores escenarios que pueden proponerse para el manejo y conservación del medio ambiente regional. Deben hacerse coincidir los intereses pecuarios y forestales con los servicios ambientales durante el establecimiento y desarrollo de la cubierta vegetal, y posteriormente en el período de uso de los recursos.

La identificación y selección de las áreas estratégicas donde sea requerida la intervención inmediata para reducir los problemas de erosión eólica e hídrica, es imprescindible para la recuperación de la vegetación nativa. El paso inicial de la reforestación es la implantación de pastizales con especies nativas integrando la función de conservación del recurso con vistas a un aprovechamiento pecuario posterior.

La producción de cactáceas como el Nopal para consumo humano, y de especies como la Biznaga para la fabricación de dulces, puede ser una opción de trabajo en el aspecto forestal. El aprovechamiento de flores de especies silvestres para la producción de miel de abeja o para la extracción de polen con propósitos nutricionales, puede ser una opción muy conveniente para aprovechar las especies forestales que actualmente no tienen otro uso.

Sector Acuícola

Las posibilidades de lograr un desarrollo acuícola en la Laguna Madre son amplias. La acuicultura en la franja costera es una buena opción para el desarrollo sostenible de la costa tamaulipeca, y representa una posibilidad concreta de crecimiento para el sector pesquero, y puede contribuir además al desarrollo rural.

La organización de los productores libres es imprescindible si se desea mantener un control y vigilancia en las artes de pesca y en los volúmenes de extracción. Es necesario contabilizar los medios empleados ordinariamente para la pesca artesanal, identificar la propiedad de cada medio de pesca, y mantener un registro de los volúmenes de extracción. Para esto hay que educar y convencer a cada pescador de la ventaja que representa el actuar en forma organizada y ordenada.

El mantenimiento de la calidad del medio marino interno en la Laguna Madre requiere de estudios especializados que permitan conocer el efecto de la falta de escurrimientos de agua dulce por las condiciones de sequía que han sido imperantes en los últimos años, que causan un aumento en la salinidad del agua, en detrimento de la reproducción y conservación de las especies. Puede considerarse además, el establecimiento de obras hidráulicas que estabilicen las bocas y mantengan abierto el paso del agua marina, lo que normalmente es causado por la entrada de huracanes y tormentas tropicales, que han estado ausentes en los últimos años. El intercambio del agua es una parte esencial para la estabilidad de las condiciones internas de la Laguna Madre.

El desarrollo de la acuicultura en la franja costera se ha apoyado primordialmente en el cultivo del Camarón Blanco. Otra buena opción es la engorda del Ostión, que puede llevarse a cabo en toda la Laguna Madre. Al inicio del cultivo, el abasto de semilla del Ostión puede ser de origen natural, instalando en ciclos posteriores los colectores de semilla que proveerán la materia prima para la engorda.

Servicios Ecológicos

Grandes extensiones de tierra están siendo desaprovechadas en su potencial para prestar servicios ambientales, ya que fueron desmontadas para su incorporación a la agricultura de temporal, aún cuando no reunían las condiciones adecuadas para ello. Además de no prestar el servicio normal, están causando un alto costo ambiental en otras áreas, donde el suelo es depositado y llega a constituir un serio problema para la agricultura, la ganadería y la producción pesquera, por el deterioro que causa en el suelo, y para la salud humana por la contaminación del medio ambiente o por los cambios climáticos que acarrea.

Se busca desarrollar planes que favorezcan la conservación de la biodiversidad manteniendo la vegetación nativa con el menor disturbio posible, la disponibilidad de agua de buena calidad en ríos y lagunas para el sostenimiento de especies acuáticas y marinas, la calidad y fertilidad de los suelos y establecer metas de recuperación y conservación a corto, mediano y largo plazo.

Para realizarlo será necesario considerar el establecimiento de áreas naturales protegidas donde se evite el disturbio de las condiciones naturales de la vegetación y se logre la preservación del hábitat para la vida silvestre, así como el manejo de poblaciones para su preservación, la creación y aplicación de legislación específica, y la educación de todas las personas involucradas en el uso y aprovechamiento de los recursos, para que conozcan lo referente al cuidado y conservación.

Ecoturismo

El área de la Laguna Madre constituye el hogar y refugio permanente o temporal de muchas especies de aves muy apreciadas por los ornitólogos y observadores de aves. Para desarrollar un programa de ecoturismo regional, es necesario iniciar la evaluación de los recursos disponibles, definir las áreas idóneas para las diversas actividades, proponer actividades que estén acordes con los principios de conservación, y reclutar los recursos humanos necesarios para llevarlos a cabo.

Es necesario establecer campañas permanentes de educación, que tengan como finalidad enseñar a la población los elementos esenciales para la conservación de los recursos, y convertirlos, en el corto plazo, en prestadores de servicios de suficiente calidad que atraigan al turista, además de convencer a los lugareños para que sean celosos guardianes de los recursos con los que cuentan.

De manera paralela es posible realizar otras actividades productivas, como el turismo cinegético. Aunque ambas actividades pueden ser realizadas en el mismo lugar, el ecoturismo y el turismo cinegético no deben mezclarse o realizarse simultáneamente, ya que van dirigidas a diferentes consumidores. La cacería cinegética se lleva a cabo desde hace tiempo en sitios preparados y conservados para tal fin.

La extracción controlada y la repoblación de especies es parte esencial de la conservación de esta actividad, así como el mantenimiento de un mínimo de ejemplares que permitan recuperar la población, conservando la suficiente variabilidad genética que asegure la capacidad de soportar los cambios climáticos y disponibilidad de alimentos, ajustando la población de acuerdo con la capacidad del medio ambiente.

5 Referencias

- [1] Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores) 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- [2] SEMARNAP 1996. Metodología de Ordenamiento Ecológico. Dirección General de Normatividad Ambiental, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.
- [3] Pérez, E., H. y R. Lacy T., 1988. Lineamientos para la Elaboración del Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. Sría. de Desarrollo Urbano y Ecología, SEDUE. México, D.F.
- [4] Medellín M., S., Carmen Treviño T. y M. A. Cruz N., 2000. Plan Comunitario de Manejo de Recursos Naturales de El Mezquital y Las Higuierillas (Laguna Madre) Tamaulipas. Terra Nostra, A.C. y Pronatura Noreste, A.C. Monterrey, N.L.
- [5] Medellín M., S., Hilda Patricia Neira y M. A. Cruz N., 2000. Plan Comunitario de Manejo de Recursos Naturales de Carboneras (Laguna Madre) Tamaulipas. Terra Nostra, A.C. y Pronatura Noreste, A.C. Monterrey, N.L.
- [6] Banda V., A., 2001. La Acuicultura en el Estado de Tamaulipas. Documento interno de trabajo, inédito. Secretaría de Pesca, Gobierno del Estado de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tam.

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

Enrique Cázares Rivera y Jorge H. García¹

El tratamiento de las aguas residuales en México ha sufrido un enorme rezago que obliga a inversiones que nos se pueden posponer. En general, la actual infraestructura de tratamiento es altamente ineficiente tanto en su operación como en su administración. El desarrollo de una metodología que permita identificar los factores que limitan el desempeño de las plantas de tratamiento de aguas residuales es un primer paso en optimizar los recursos existentes y establecer el camino para el mejor aprovechamiento de las plantas existentes y de las que están por construirse.

La metodología elaborada tiene su fundamento y origen en una metodología publicada por la EPA en 1989. El análisis, revisión, adaptación e implantación de esta metodología a las plantas de tratamiento de nuestro país fueron las tareas desarrolladas en este proyecto. La metodología abarca las áreas de administración, diseño, operación y mantenimiento. Incluye mediciones de campo, revisión de documentos, entrevistas con administradores y operadores, cálculo de capacidades de las unidades. Una vez elaborada la primera versión, la metodología fue aplicada a la Planta de Tratamiento de Nuevo Laredo, Tamp. en forma conjunta por expertos de México y EUA. La metodología permitió implantar cambios que han favorecido el desempeño de esta planta. Una segunda versión de la metodología fue elaborada a partir de las experiencias de su primera aplicación. Dos plantas más en Monterrey, N.L. fueron evaluadas con esta metodología obteniendo resultados satisfactorios. La metodología está siendo en parte diseminada a través de Talleres del Centro de Calidad Ambiental del ITESM Campus Monterrey.

Palabras clave: Tratamiento de agua, Aguas residuales, Evaluación de desempeño.

1. Introducción

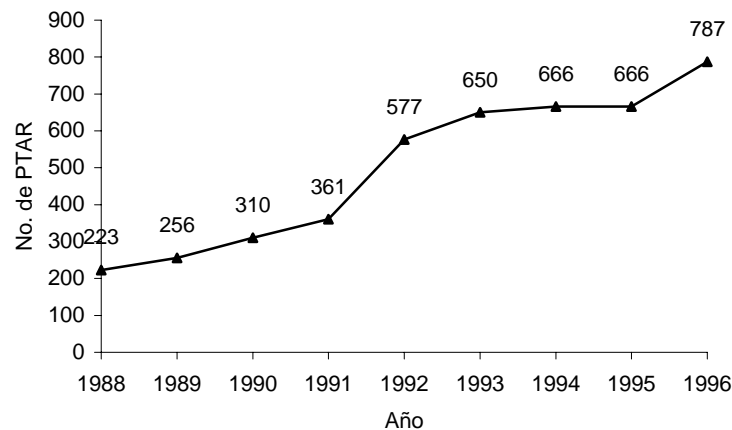
Una vez que el agua es utilizada para el uso al que fue destinada generalmente es desechada, acarreando los residuos de las actividades para las que fue utilizada; restos del consumo humano, residuos de procesos productivos, desechos de las actividades agrícolas, etc. Estas sustancias pueden

¹ Dr. Enrique Cázares Rivera. Director del departamento de Ingeniería Civil. ecazares@campus.mty.itesm.mx
Dr. Jorge H. García. Investigador del Centro de Calidad Ambiental. ITESM Campus Monterrey. jgarcia@campus.mty.itesm.mx

causar graves daños a la salud y a los ecosistemas al entrar en contacto con posibles fuentes de abastecimiento de agua y pueden inhabilitar su uso posterior. Además, las descargas de aguas residuales provocan grandes impactos ambientales en suelos, ríos, lagos, estuarios y costas. Estos efectos son causados, entre otros factores, por el abatimiento de oxígeno disuelto en las aguas receptoras y la toxicidad de algunos de los residuos descargados, causando la muerte de peces y otras formas de vida acuática. Con el objetivo de disminuir los impactos negativos de las aguas residuales, éstas deben de recibir un tratamiento adecuado antes de ser descargadas a algún cuerpo receptor.

Los sistemas municipales de distribución y recolección de agua típicamente constan de 6 subsistemas: captación, potabilización, conducción, distribución, recolección y tratamiento de aguas residuales. En los países en vías de desarrollo de América Latina, el tratamiento de las aguas residuales se ha rezagado con respecto a los otros cinco subsistemas. En México, la cobertura de agua potable es de aproximadamente un 84% y un 67% de la población cuenta con el servicio de alcantarillado. Sin embargo, únicamente el 8% de las aguas residuales municipales y el 7% de las industriales que se generan en México, reciben algún tipo de tratamiento antes de ser descargadas al medio ambiente [1]. Sin embargo, hasta hace 4 años sólo el 5% de las plantas de tratamiento existentes son operadas satisfactoriamente [2, 3] y no se piensa que esta situación haya cambiado en forma importante en los últimos años.

Es por ello que se puede decir que el tratamiento de las aguas residuales recién ha iniciado en México. Las demandas de suministro, recolección y tratamiento son cada vez mayores y se espera que aumenten entre un 25% y un 30% para el año 2020 debido al crecimiento demográfico y al crecimiento económico, lo que exigirá grandes inversiones en infraestructura [4]. La situación de las aguas residuales en México requiere no sólo que la infraestructura de tratamiento actual sea aprovechada al máximo y se opere en forma eficiente, sino de aumentar la capacidad instalada a un ritmo mínimo del 25% anual si deseamos preservar la cantidad y calidad del agua para las generaciones venideras. Es de esperarse además un incremento importante de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, ya que a partir de Enero de este año entró en vigor la Norma que obliga a las ciudades de más de 50,000 habitantes a dar tratamiento a las aguas residuales que genera. La figura 1 muestra como se ha incrementado el número de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTARM) en nuestro país.



Fuente: Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua

Figura 1. Número de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en México

Las actuales plantas de tratamiento en México se encuentran en difícil situación. En algunos casos la capacidad de diseño ha sido rebasada, en otros las descargas de aguas residuales industriales han obligado a modificaciones en la operación o definitivamente a operar a bajas eficiencias, la falta de

capacitación de operadores y administradores ha comprometido su buen funcionamiento y los costos cada vez mayores de energía eléctrica (uno de los principales costos en una PTAR) han presionado cada vez más los presupuestos de operación y mantenimiento. No es difícil imaginar el destino de las plantas de tratamiento que se están construyendo o se construirán en el país de continuar la situación actual. Ineficiencias en la operación y la administración son elementos comúnmente presentes que debemos erradicar.

Visualizando esta situación y con el deseo de contribuir a su mejoramiento, la Fundación México - Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) y el ITESM Campus Monterrey a través de su Centro de Calidad Ambiental firmaron un convenio con la finalidad de desarrollar estrategias de mejoramiento de la calidad del agua en la frontera México-EUA. Este proyecto forma parte de estas estrategias y está encaminado a mejorar el desempeño de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales mediante el desarrollo de una metodología para la evaluación de su desempeño.

El principal objetivo del presente trabajo es el desarrollo e implantación de una metodología para evaluar plantas de tratamiento de aguas residuales municipales que permita identificar los principales factores que limitan su desempeño y evaluar sus capacidades de operación. La identificación de estos factores permitiría elaborar un plan de mejora que redundaría en la optimización de la operación reduciendo los costos y mejorando la calidad del agua tratada.

2. Metodología

2.1 Búsqueda y análisis de información. El primer paso del proyecto consistió en llevar a cabo una búsqueda exhaustiva de información sobre evaluación del desempeño de PTARM. La información encontrada se refería mayormente a la evaluación de procesos específicos bajo condiciones muy particulares que hacían imposible su generalización. La principal fuente de información relacionada con el tema fue la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EUA [5]. Esta agencia ha publicado varias guías con el objetivo de ayudar a los operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales, que no cumplen con los parámetros de calidad requeridos por las normas estadounidenses, a identificar las causas que afectan el desempeño de la planta. La metodología de la EPA fue revisada y analizada minuciosamente en este proyecto, ya que fue elaborada en 1989 y desde entonces no ha sido actualizada.

2.2 Elaboración de una primera versión de la metodología. Se elaboró el primer borrador de una metodología que permitiera evaluar el desempeño de plantas de tratamiento de aguas residuales en México desde varias perspectivas: administrativa, de diseño, operacional y de mantenimiento y que a su vez permitiera identificar los factores limitantes del desempeño (FLD) en estas áreas y las capacidades potenciales de las unidades de cada proceso de tratamiento. La metodología fue elaborada teniendo como base la metodología de 1989 de la EPA y la experiencia de los autores de este trabajo.

2.3 Retroalimentación de otros expertos y revisión de la metodología. La primera versión de la metodología fue revisada por los Ings. Salvador del Coss y Héctor Julio Gómez, ambos con decenas de años de experiencia en la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales. Su retroalimentación fue tomada en cuenta para generar la primera versión revisada de una metodología de evaluación de PTARM adaptada a México.

2.4. Implantación de la metodología con ayuda de expertos de la EPA. Se realizaron gestiones para que dos expertos de la EPA-Ohio, Scott Ankrom y James Borton y dos expertos de México (los autores de este trabajo) llevaran a cabo la evaluación de la PTARM de Nuevo Laredo, Tamaulipas en conjunto con los autores de este proyecto. Esta experiencia de campo serviría para enriquecer la primera versión

revisada de la metodología de PTARM en México. Los expertos de la EPA habían llevado a cabo más de 80 evaluaciones de plantas de tratamiento en el estado de Ohio.

2.5. Análisis de resultados obtenidos, segunda revisión y aplicación de la metodología. Una vez evaluada la PTARM de Nuevo Laredo, los autores se dieron a la tarea de generar una segunda versión de la metodología, incluyendo las experiencias de campo vividas y la interacción enriquecedora con los expertos de la EPA. Esta versión fue aplicada a dos plantas de tratamiento en la cd. de Monterrey, que se identificarán como plantas A y B por motivos de confidencialidad.

2.6 Diseminación de la metodología. Con la finalidad de extender el conocimiento y la utilidad de la metodología desarrollada, se elaboró un taller dirigido a los operadores de plantas de tratamiento. El taller se ofrece a través del área de educación continua del CCA del ITESM Campus Monterrey.

3. Resultados y discusión

3.1 Metodología.

La metodología de evaluación consta de varias etapas con la finalidad de identificar los factores limitantes del desempeño relacionados con la administración, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento y evaluar la capacidad de operación de las principales unidades de tratamiento que incluye una revisión del diseño de las unidades con ayuda de mediciones de campo.

3.1.1 Recopilación y análisis de información. La metodología inicia con una recopilación de toda la información escrita sobre la planta (incluyendo planos y manuales). Esta información servirá de referencia para realizar los cálculos necesarios para revisar el diseño y condiciones de operación, para identificar al personal responsable tanto de la administración como de la operación, para analizar el organigrama y realizar una breve descripción de los puestos. Paralelo a esta recopilación de la información, se realiza una breve reunión inicial con el gerente y personal de la planta para aclarar los objetivos de la evaluación y el tipo de resultados que se obtendrán.

3.1.2 Recorrido Inicial. Este recorrido debe realizarse para conocer el estado actual de las instalaciones (que no necesariamente coincide con lo representado en planos), para determinar los puntos de muestreo, conocer al personal de operación y mantenimiento e iniciar la identificación de los problemas de las unidades de tratamiento. Se sugiere seguir el flujo de agua a través de las operaciones unitarias de la planta, continuar con las secciones de tratamiento y disposición de lodos y terminar con las áreas de mantenimiento y laboratorios. En la metodología se detallan los principales puntos que hay que observar y tomar en cuenta en cada uno de los procesos durante el recorrido inicial. Por cuestiones de espacio, esto no se reproduce aquí.

3.1.3 Entrevistas. Durante el período en que se realiza la evaluación, deberán llevarse a cabo una serie de entrevistas formales e informales. La metodología proporciona un formato con las preguntas básicas a responder durante las entrevistas a: Director General, Gerente de la Planta, Supervisores y Operadores. Deberán aprovecharse los momentos de mediciones en campo para realizar las entrevistas informales a supervisores y operadores, fuera del ambiente de oficina y sin superiores que pudieran inhibir las respuestas.

3.1.4 Evaluación de la capacidad de las unidades de tratamiento. Las unidades de tratamiento son evaluadas para determinar el potencial de alcanzar un cierto nivel de operación. Si la evaluación indica que los procesos examinados son adecuados o potencialmente adecuados, entonces no será necesaria una expansión de las instalaciones ni modificaciones significativas para llegar a una operación óptima. Si por el contrario la evaluación muestra que las unidades de tratamiento principales son inadecuadas, se deberá considerar la modificación de las instalaciones. En el primer caso, los problemas se relacionan con la operación, mantenimiento, administración o a problemas que pueden ser corregidos con modificaciones pequeñas a las instalaciones. En el segundo caso, las unidades de tratamiento no tienen la capacidad de operar al nivel deseado, por lo que es necesario modificar las instalaciones en mayor grado, ya que aunque existan problemas de operación, administración o mantenimiento, al corregirlos no se logrará el nivel de tratamiento esperado.

Los procesos unitarios cuyas capacidades afectan en mayor medida el desempeño de una planta de tratamiento biológico de agua residual son el clarificador primario, el tanque de aireación, el clarificador secundario, el sistema de manejo de lodos y el tanque de contacto de cloro. Un sistema de puntuación es usado para cuantificar la evaluación de estos procesos unitarios. Se calculan las cargas y parámetros de proceso, se comparan estos valores con las tablas de valores estándar y se les asigna una puntuación. A manera de ejemplo, la tabla 1 presenta los parámetros evaluados y la puntuación estándar utilizada en el clarificador primario. En forma similar se elaboraron las tablas de parámetros y puntuación estándar para el tanque de aireación, el clarificador secundario, el tanque de contacto de cloro y la capacidad de manejo de lodos. Para facilitar esta evaluación, se desarrolló un programa interactivo en excel que indica la información que debe alimentarse y el programa realiza los cálculos y la evaluación en forma automática.

Tabla 1. Parámetros para la puntuación de la capacidad del clarificador primario.

Parámetro	Puntos
<i>Profundidad de pared en el vertedor, m</i>	
2.0	-6
2.5	-3
3.0	0
3.5	3
4.5	6
<i>Carga Hidráulica Superficial, m³/m²/día</i>	
30	4
40	2
50	0
60	-2
70	-4
80	-6
<i>Configuración:</i>	
Rectangular cubierta en un 33% por canaleta	10
Circular con una dona o canaleta interior.	10
Circular con vertedores en las paredes.	5
Rectangular cubierta en un 20% por canaleta	5
Rectangular con canaleta cerca de la salida	-5

Posteriormente, cada uno de los principales procesos unitarios recibe una puntuación total, sumando la puntuación asignada a la carga y a los parámetros de proceso. El puntaje obtenido en cada proceso es utilizado para clasificar el desempeño de la unidad. La tabla 2 muestra las clasificaciones de evaluación de los principales procesos unitarios de acuerdo al puntaje total obtenido. Es importante recordar que el uso de este sistema de puntuación proporciona apoyo en la evaluación pero nunca puede reemplazar el criterio global y la experiencia del evaluador.

Tabla 2. Evaluación de las capacidades de los principales procesos unitarios

Unidad de Tratamiento	Puntaje		
	Adecuada	Aceptable	No Aceptable
Clarificador Primario	10 - 20	0 - 9	<0
Tanque de Aireación.	13 - 30	0 - 12	< 0
Clarificador secundario.	25 - 45	0 - 34	< 0
Manejo de lodos.	10 - 30	0 - 9	< 0
Tanque de Contacto de Cloro	4-10	0-3	<0
Total	72 - 135	25 - 71	< 25

3.1.5 Mediciones de campo

Evaluación microbiológica. Enfocada a la caracterización de microorganismos y flóculos presentes. Esta caracterización está íntimamente ligada con la operación del proceso.

Nivel de lodos en el clarificador secundario. Es importante mantener un nivel de lodos adecuados en el sedimentador secundario para evitar la pérdida de sólidos en los vertedores y al mismo tiempo lograr una compactación adecuada de los lodos de retorno y de desecho. [6]

Balance de sólidos por centrífuga. Proporciona un estimado de la concentración de sólidos suspendidos y del tiempo de residencia celular promedio en el reactor en un tiempo menor a los 30 minutos, lo que la hace una prueba estratégica en la operación.

Potencial óxido-reductor. Se utiliza como un índice para conocer el nivel de tratamiento alcanzado y poderlo relacionar con el oxígeno disuelto y la actividad microbiana. [7]

Prueba de sedimentación. Esta prueba se utiliza para observar y medir las características de sedimentación de los lodos y tratar de predecir su comportamiento en el clarificador secundario.

Oxígeno disuelto. La concentración de oxígeno disuelto en el tanque de aireación es importante para proveer las condiciones adecuadas para que los microorganismos presentes degraden la materia orgánica en el agua residual.

Especies nitrogenadas. Conocer la concentración de especies nitrogenadas en el afluente y efluente del tanque de aireación proporciona información sobre el grado de nitrificación y/o denitrificación llevadas a cabo en el proceso. [8]

Cloro residual. La concentración de cloro residual en el agua tratada es comúnmente utilizada como una medida de la efectividad de la cloración.

3.1.6 Identificación de los factores limitantes del desempeño. Los factores que limitan el desempeño pueden ser divididos en cuatro categorías: de administración, de mantenimiento, de diseño y de operación. El propósito de identificar los factores limitantes es el de elucidar tan preciso como sea posible las causas de una mala operación, exclusivas de la planta en evaluación. Se debe encontrar una relación causal entre el mal desempeño de la planta y el factor identificado como limitante.

Los principales FLD pueden clasificarse dentro de:

Administrativos

Administradores: Políticas, Familiaridad con la planta, Supervisión, Planeación
Personal de la planta: Número, Cobertura, Rotación, Distribución de carga de trabajo, Motivación, Paga, Ambiente de trabajo, Condiciones de trabajo, Aptitudes, Nivel de educación, Certificación, Productividad.
Financieros: Presupuesto, Gastos.

Mantenimiento

Preventivo: Programa formal, Inventario
Correctivo: Procedimientos, Procuración de refacciones, Limpieza, Disponibilidad de Manuales de O&M, Experiencia del personal, Soporte técnico, Edad del equipo

Diseño

Carga a la planta: Orgánica, Hidráulica, Industrial, Tóxica, Variaciones, Infiltraciones, Líneas de retorno.
Diseño de las unidades: Tratamiento preliminar, Tratamiento primario, Tratamiento secundario, Desinfección, Manejo y tratamiento de lodos.
Misceláneos: Localización de la planta, Disposición de las unidades, Derivaciones de flujo, Sistemas de alarma, Fuentes de energía, Automatización del proceso, Equipo de laboratorio, Accesibilidad de muestreo.

Operación

Pruebas: Monitoreo del desempeño, Pruebas de control del proceso.
Ajustes al control: Entendimiento del tratamiento de agua residual, Aplicación de los conceptos y pruebas al control del proceso, Soporte técnico, Entrenamiento, Familiaridad con la planta.
Manuales y Procedimientos: Suficiencia, Uso.

En la metodología se incluye una descripción para cada uno de los factores individuales citados arriba y la forma sugerida de obtener la información para cada uno de ellos. Una vez identificados, los FLD deben listarse en orden de prioridad de acuerdo a la seriedad de los efectos adversos que causan al desempeño de la planta. El propósito de esta priorización es darle la importancia que requieren y establecer la secuencia de las medidas para remediar las situaciones encontradas. Si los factores más relevantes se refieren a las limitaciones físicas en las unidades de proceso, las acciones correctivas iniciales se deberán dirigir hacia la definición de las modificaciones a la planta y su respectivo financiamiento para la implantación. Si los factores más importantes, son de control del proceso, el énfasis inicial de las actividades adicionales deberá ser dirigido hacia el entrenamiento específico del operador.

La priorización de los factores se lleva a cabo mediante un proceso de dos pasos. Primero, todos los factores identificados son analizados de acuerdo al impacto negativo en el desempeño y se les asigna una de las categorías "A", "B" ó "C" (ver Tabla 3). Segundo, los factores que reciben la clasificación "A" o "B", se listan en orden de prioridad, ya que típicamente todos estos factores deben ser eliminados antes que una planta pueda llegar, consistentemente, al nivel de desempeño deseado.

Los factores clasificados como "A" son los problemas principales y deben ser atendidos primero en los programas de mejoras que se implementen, seguidos por los factores B y C sucesivamente.

Los factores reciben una clasificación de "B" caen en una de dos situaciones:

1. Aquellos que de manera rutinaria contribuyen a un desempeño inadecuado pero no son los problemas principales.

Tabla 3. Clasificación de los Factores Limitantes del Desempeño

Clasificación	Efecto en el desempeño de la planta
A	Tiene un efecto directo en el desempeño de la planta en forma continua o significa una violación directa de los límites de descarga
B	Tiene un efecto mínimo en el desempeño de la planta en forma repetitiva o un efecto directo importante en forma esporádica
C	Tiene un efecto menor indirecto en el desempeño de la planta en forma esporádica

2. Aquellos que causan efectos negativos importantes en la operación de la planta pero que suceden de manera periódica.

Los factores que reciben clasificación de "C" contribuyen a un problema de desempeño pero su efecto es pequeño.

En el transcurso de una evaluación, los factores que no son identificados como limitantes del desempeño, también proporcionan información útil a los responsables de una planta. Típicamente se identifican entre 5 y 15 factores durante una evaluación. Una lista de los factores ordenados de acuerdo a su prioridad es indispensable para asegurar que todos los factores puedan ser atendidos de una manera realista.

No obstante que la lista y guías que se proporcionan en la metodología dan una estructura para la identificación de factores limitantes, las notas tomadas durante el recorrido a la planta y las actividades de recopilación de información son también fuentes importantes para identificar estos factores.

3.2 Aplicación en plantas de tratamiento en México

Debido a la falta de espacio, se presentan en forma muy resumida los FLD obtenidos en la aplicación de la metodología en 3 plantas de tratamiento en México de diferente capacidad de tratamiento y antigüedad. No se presentan los resultados de las mediciones de campo, de las entrevistas y el diagrama de potencial de operación.

3.2.1 Planta de Nuevo Laredo. La planta es relativamente nueva, menos de 5 años de antigüedad y con capacidad de 1,500 lps. La aplicación de la metodología identificó factores administrativos, de operación, de mantenimiento y de diseño que limitan el desempeño de esta planta. No existen factores administrativos importantes. Uno de los factores operativos tuvo un gran impacto en el desempeño de la planta. Basándose en las mediciones del potencial óxido-reductor, se pudo identificar las horas pico del día en que se requiere una mayor aireación y las horas en que se requiere menos. Esto permitió elaborar un horario de encendido secuencial de los aireadores, permitiendo ahorros de energía a la planta.

3.2.2 Planta A de Monterrey. La aplicación de la metodología identificó 2 factores administrativos, 2 de operación y 6 de diseño que limitan el desempeño de esta planta. A pesar de contar con personal calificado en la supervisión y operación, el gerente de la planta manifestó su satisfacción con los resultados de la metodología, ya que la visión de personas externas pudo descubrir lo que la rutina había ocultado. Los principales factores identificados (tipo "A") se referían a la administración, diseño y operación. Los factores administrativos obedecen a la estructura organizacional en la que el consejo de administración no está plenamente consciente de los problemas que enfrenta la planta. Los factores de diseño se refieren principalmente al tanque de aireación en donde los compresores no tienen la capacidad suficiente y en la operación, la falta de consistencia de los resultados de los muestreos que quizá obedezca al cambio de personal de laboratorio en cada turno.

3.2.3 Planta B de Campestre de Monterrey. La aplicación de la metodología identificó 1 factor administrativo, 5 de operación, 2 de mantenimiento y 4 de diseño que limitan el desempeño de esta planta. Los factores más importantes (tipo "A") se referían a la administración, operación y control del proceso. La estructura organizacional genera una falta de atención hacia los problemas de la planta, ya que el gerente tiene otras responsabilidades asignadas que lo hacen distraerse de la problemática de la oración. Los aireadores de la zanja de oxidación no tienen la capacidad suficiente para mantener los niveles de oxígeno disuelto que requiere el tratamiento. El personal de operación no tiene la capacitación suficiente para entender el proceso y no se realizan las pruebas de laboratorio adecuadas para llevar a cabo el control del proceso.

3.3 Diseminación de la metodología. Los autores llevaron a cabo el diseño del "Taller de Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" en el cual además participan como expositores. El taller es ofrecido a través del Centro de Calidad Ambiental del Campus Monterrey. Se ha ofrecido ya en 4 ocasiones con un total de 120 participantes de diferentes partes de la República: Nuevo León, Durango, Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Zacatecas y Coahuila.

4. Conclusiones y recomendaciones

La evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales es una herramienta útil para la mejora en el desempeño y optimización de su operación. La selección de los parámetros adecuados de operación para las principales unidades de tratamiento es la base para efectuar un análisis apropiado de la planta.

Se observó que el éxito en la detección de problemas depende de la disposición de las personas relacionadas con la operación de la planta para que se realice la evaluación. La aplicación de la metodología de evaluación a las plantas de tratamiento confirma que es importante al proponer recomendaciones en la operación o modificaciones en las instalaciones el identificar la causa de los problemas basados en la experiencia propia del evaluador o basadas en casos similares encontrados en la literatura.

La metodología de evaluación examina las condiciones de operación particulares a los días en que se lleva a cabo, por lo que es recomendable analizar la información completa sobre la operación en las diferentes estaciones del año, con el fin de observar el efecto de las diferentes condiciones en el tratamiento y la relación entre el desempeño y la tendencia de los principales parámetros de operación.

Si la planta a evaluar cuenta con varios trenes de tratamiento, es aconsejable realizar las pruebas de campo los mismos días para todos los trenes de tratamiento. Esto con el fin de poder identificar diferencias y hacer comparaciones entre los procesos que ayuden a detectar las causas de problemas. Se recomienda realizar las pruebas de campo durante al menos cuatro días, con el objetivo de obtener información más completa sobre la operación de la planta y poder analizar el impacto si se efectúan cambios en el proceso durante la evaluación.

Es recomendable organizar el orden para realizar las pruebas de campo durante la evaluación, para aprovechar de la mejor manera posible el tiempo. A continuación se enlista el orden sugerido para realizar las pruebas de campo:

1. Medición del nivel de lodos en el clarificador primario
2. Medición del nivel de lodos en el clarificador secundario
3. Prueba de sedimentación
4. Determinación del porcentaje de sólidos en el tanque de aireación, clarificador secundario y línea de retorno de lodos
5. Determinación de la concentración de especies nitrogenadas
6. Evaluación microscópica del licor mezclado del tanque de aireación
7. Medición del nivel de oxígeno disuelto en el tanque de aireación

Es importante mencionar que las actividades se deben programar en conjunto con el personal de la planta, para hacer el proceso más eficiente. Es recomendable acompañar al personal encargado de la operación de la planta en la realización de sus actividades durante los días de la evaluación, con el fin de conocer la forma en que se efectúa y aplica el control del proceso.

5. Agradecimientos

Los autores desean agradecer el apoyo prestado a este proyecto por la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia, a la administración municipal de Nuevo Laredo, Tamps, a los Ings. Salvador del Coss y Héctor Julio Gómez y a los gerentes y personal de las Plantas A y B de la cd. de Monterrey.

6. Referencias

- [1] INEGI, "Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente", Estadísticas del Medio Ambiente, (1999).
- [2] Idelovitch, E., Ringskog, K., " Wastewater Treatment in Latin America: Old and New Options" *The World Bank*, (1997).
- [3] Idelovitch, E., Ringskog, K., " Private Sector Participation in Water Supply and Sanitation in Latin America. *The World Bank*, (1997).
- [4] Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. " Reporte Anual" . (1998)
- [5] Hegg, B., DeMers, L., Barber, J., Retrofitting POTWs, Environmental Protection Agency, EPA/625/6-89/020, (1989).
- [6] Qasim, S.R., " Wastewater Treatment Plants: Planning, Design and Operation" Second edition. Technomic Publishing Company (1999).
- [7] Hetzler, J. I., Spielman, J., " ORP:A Key To Nutrient Removal" . *Operations Forum Magazine*, Volume 12, Number 2, February, (1995).
- [8] Grady, L., G.T. Daigger and H.C. Lim. " Biological Wastewater Treatment" . Second edition, Marcel Decker. (1999).

REUSO DE AGUA EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ALFOMBRAS

Belzahet Treviño Arjona, Jorge H. García, Enrique Cázares Rivera y Laura Yeomans¹

La industria textil, en particular la manufacturera de alfombras, es una industria del alto consumo de agua. Situada en un contexto de escasez y encarecimiento de este vital líquido y de normas cada vez más estrictas en cuestión de aguas residuales, esta industria debe afrontar el reto de hacer un uso más eficiente del agua, no sólo como obligación ante un compromiso social, sino también como forma de disminuir los impactos económicos negativos de su uso irracional. En este proyecto se describen los resultados obtenidos de aplicar una metodología que podría ser utilizada como "modelo" en otras situaciones. La metodología consiste básicamente de 2 fases. En la primera debe de analizarse en forma detallada el uso de agua; cómo y para qué se utiliza, con la finalidad de determinar medidas para disminuir el consumo de agua y caracterizar las aguas residuales que se generan. Parte de esta fase es también la jerarquización de las aguas residuales después de haber minimizado, en lo posible, el consumo de agua. Como resultado de esta fase se elaboró un diagrama de flujo de uso de agua de la empresa que incluye tanto volúmenes como calidad del agua. Se determinaron 16 medidas de minimización. Se definieron los criterios económicos y normativos para jerarquizar las aguas residuales, resultando en primer lugar las aguas residuales provenientes del teñido. En la segunda fase se realizaron pruebas de tratabilidad de estas aguas empleando procesos de tratamiento individuales y en forma secuencial. Las secuencias de tratamiento que produjeron aguas tratadas con calidad suficiente para ser reusadas fueron: a) Coagulación-Floculación/Membranas, b) Coagulación-Floculación/Lodos activados y c) Coagulación-Floculación/Lodos activados/Coagulación-Floculación. El análisis económico arroja tiempos de recuperación de la inversión menores de 3 años, ahorros en el consumo de agua de hasta un 40% y prácticamente cero descargas de aguas residuales.

Palabras clave: Reuso, Minimización, Tratamiento de aguas residuales

1. Introducción

Existe una presión cada vez mayor por la posesión del agua. Tal y como autoridades del Banco Mundial han declarado, las guerras del siglo XXI serán ya no por el petróleo como en el siglo XX, sino por el agua. Ochenta países sufren ya las consecuencias de la escasez del agua, en la agricultura, la industria y en su economía en general [1]. Desafortunadamente, la tecnología no ha avanzado al ritmo que desearíamos en lo que se refiere al tratamiento del agua. Los vastos océanos pudieran ser las fuentes de agua del futuro, pero el alto costo de los tratamientos de potabilización existentes y la gran cantidad de energía requerida para transportar el agua potabilizada tierra adentro, acrecientan el desaliento en la carrera por el abasto de agua a las poblaciones. Los grandes volúmenes de agua consumidos en la agricultura y la industria compiten cada vez más con el agua demandada por la población.

Dr. Belzahet Treviño Arjona. Profesor del Departamento de Ingeniería Química btrevino@campus.mty.itesm.mx

Dr. Jorge H. García. Investigador del Centro de Calidad Ambiental. jgarcia@campus.mty.itesm.mx

Dr. Enrique Cázares Rivera. Profesor del Departamento del Ingeniería Civil. ecazares@campus.mty.itesm.mx

Ing. Laura Yeomans. Alumna de la maestría en Ingeniería Ambiental. lyeomans@correo.mty.itesm.mx

No es difícil entonces concluir que cualquier esfuerzo por conservar el agua es un esfuerzo reutilizable. Aún el más mínimo volumen de agua que pueda ser reusado se traduciría en volúmenes de agua ahorrados. La industria es la que más ha invertido en el reuso, quizá porque también es en donde el costo del agua es mayor. La industria ha sufrido impactos económicos no sólo por el encarecimiento del agua, sino también por el más alto pago de multas por no cumplir con la calidad solicitada de sus aguas residuales. Esto ha motivado a los industriales a buscar un uso más eficiente del agua que aminore estos impactos económicos negativos.

La industria textil es una industria de alto consumo de agua. En particular, la industria manufacturera de alfombras se caracteriza por la alta utilización de agua en sus procesos [2, 3]. Es por lo tanto también, una industria en donde se tiene grandes oportunidades de ahorro en el agua que a su vez se traduzcan en beneficios económicos. Si además, la empresa perteneciente a este giro industrial se localiza en una región de baja disponibilidad de agua, tendremos el escenario que han dado vida a este proyecto.

La industria a que se refiere este trabajo estaba pagando fuertes multas por las descargas de aguas residuales, principalmente por el alto contenido de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y de Sólidos Suspendidos (SS). Los ingenieros responsables del área ambiental de la empresa, ubicaban el principal problema en las aguas residuales provenientes del "pre-tratamiento". La empresa recibe agua potable del municipio a un costo de aproximadamente \$14/m³. Esta agua recibe un "pre-tratamiento", para reducir la dureza y el contenido de sólidos disueltos antes de ser empleada en los procesos. El pre-tratamiento consiste de filtros granulares de arena seguidos de resinas tanto aniónicas como catiónicas. Las aguas provenientes de los retrolavados, lavados y regeneraciones de estos pre-tratamientos son descargadas al drenaje municipal. Esta era el agua "objetivo" que de acuerdo a la empresa debía ser tratada para cumplir con la calidad exigida por las autoridades (Comisión Nacional del Agua y Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey).

Varios distribuidores de equipo de tratamiento de agua se acercaron a la empresa para ofrecer solución al tratamiento de las aguas residuales provenientes de los pre-tratamientos. Indecisa, la empresa decide solicitar al Centro de Calidad Ambiental del ITESM Campus Monterrey, la evaluación de los distintos equipos que le ofrecen. Analizando la situación, se indica a la empresa que quizá la postura adoptada no sea la correcta y que podrían estar invirtiendo en un proyecto que no sería la solución más adecuada. Se les hace ver que el invertir en algo que se va a "desechar" no parece ser una alternativa lógica (ver figura 1). En todo caso, habría que invertir en algo que permita reusar la mayor parte posible para "desechar" lo menor posible. Pero no sólo eso, en primer lugar, se debe ver hacia el interior de la empresa, para realizar esfuerzos en minimizar hasta donde sea posible, el uso de agua. Esto, lógicamente, traería como consecuencia una disminución en las aguas residuales generadas. La empresa decidió posponer el tratamiento de las aguas residuales provenientes del pre-tratamiento e iniciar el proyecto que el CCA le proponía.

El principal objetivo del presente trabajo es el lograr un uso más eficiente del agua dentro de la empresa a través de:

- a) Minimizar el consumo de agua en los procesos
- b) Jerarquizar las aguas residuales para optimizar su tratamiento
- c) Tratar la mayor cantidad posible de aguas residuales para su reuso
- d) Minimizar las aguas residuales a descargar fuera de la empresa

2. Metodología

La metodología general consistió en las siguientes etapas:

2.1 Flujos, calidad y características promedio. Como primer paso se realizó un estudio del uso del agua dentro de la empresa. El estudio fue dirigido a identificar todas las corrientes de agua tanto de alimentación como de descarga en cada uno de los procesos que conforman la producción de alfombras. Se elaboró un diagrama de flujo de uso del agua incluyendo flujos volumétricos y la calidad del agua. Los parámetros de calidad medidos fueron; Conductividad, Dureza, Turbidez, pH, Alcalinidad, Sólidos Disueltos Totales (SDT), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM).

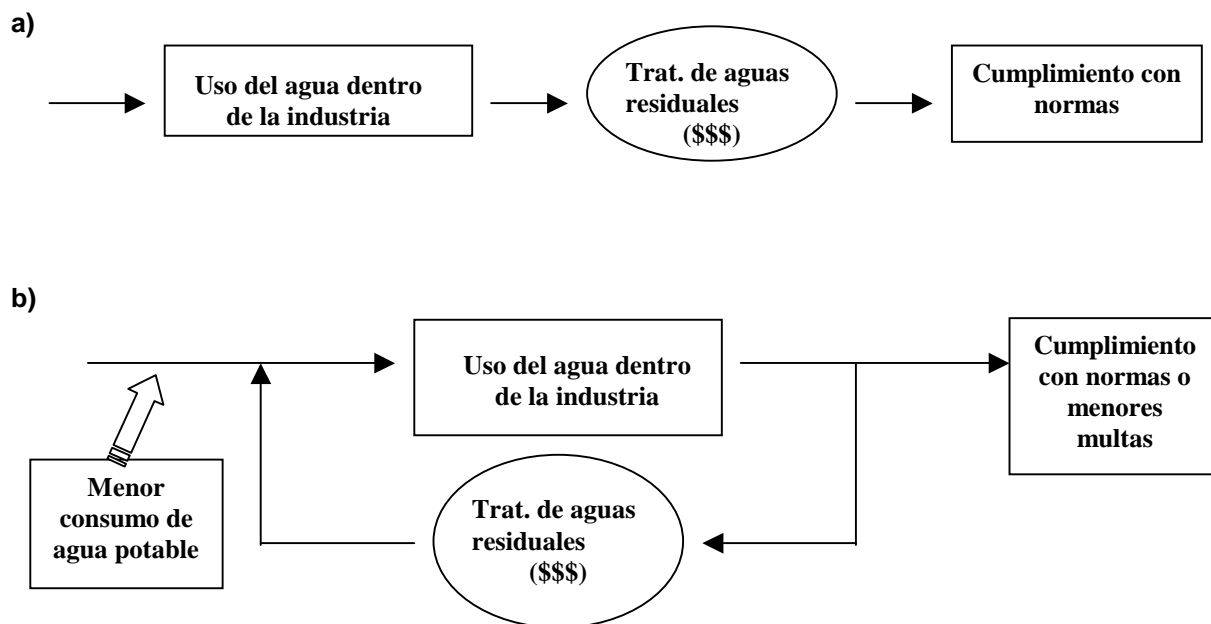


Figura 1. a) Enfoque de la industria: tratamiento para cumplir con las normas b) Enfoque Propuesto: tratamiento para reuso.

Se elaboró una lista de los aditivos utilizados durante el proceso de teñido y se investigaron los ingredientes activos y las principales características fisicoquímicas de estos. Para estas sustancias se determinaron las concentraciones de DQO y SAAM generadas por unidad de peso de cada una de las sustancias. Paralelamente, se realizó un análisis de la información del departamento de producción que permitiera definir los tipos de fibras más utilizadas (nylon y poliéster), la frecuencia de uso de los aditivos y la intensidad de color más común (bajo, intermedio e intenso). Estas investigaciones permitieron definir las condiciones promedio tanto de la fibra utilizada como del agua residual generada, de tal forma que las pruebas de laboratorio realizadas en etapas posteriores se llevaran a cabo fundamentalmente con aguas residuales de características promedio. Los estudios y una revisión de la literatura [4, 5] permitieron además la definición de los parámetros de calidad del agua que se utilizarían como indicadores para caracterizar tanto la calidad del agua tratada como a la eficiencia de los tratamientos a emplear.

2.2 Minimización y jerarquización. Una vez elaborado el diagrama de flujo de uso de agua incluyendo flujos volumétricos y calidad, se procedió al análisis detallado del uso del agua en cada proceso. Este

análisis se llevó a cabo con la finalidad de determinar posibles modificaciones dirigidas a minimizar los volúmenes de agua utilizados. Estas modificaciones pueden ser desde simples cambios en la forma o secuencia de realizar una serie de actividades hasta la modificación importante de algún equipo o instalación.

Una vez implantadas las medidas para minimizar los volúmenes de agua utilizados, se procedió a la jerarquización de las aguas residuales generadas en los diferentes procesos. Cada agua residual contiene residuos de cada proceso que representan aún un cierto valor económico y que además pueden implicar el no cumplimiento de alguna norma de calidad para descargas de aguas residuales. Como ejemplo se tienen los colorantes, los cuáles son una de las sustancias utilizadas en el teñido. Los colorantes presentes en las aguas residuales tienen aún un valor económico y pudieran además causar el rebase de la norma en cuanto a unidades de color se refiere. La jerarquización de cada corriente de agua residual fue por lo tanto jerarquizada en función de 2 factores: económico y normativo. Los directivos de la empresa definieron la ponderación que debía aplicarse a estos factores para la jerarquización de las corrientes (70% al factor económico y 30% al factor normativo).

2.3 Pruebas de tratabilidad. Una vez jerarquizadas, se escogieron las aguas residuales de mayor prioridad, que son las aguas residuales con mayor beneficio potencial si son tratadas y reusadas. Estas aguas residuales fueron muestreadas, de tal forma que se obtuvieran las características promedio de estas aguas residuales en cuanto a la fibra teñida, los aditivos utilizados y la intensidad de color empleado. Estas muestras de agua fueron conducidas y almacenadas en los laboratorios del departamento de Ingeniería Química del ITESM Campus Monterrey.

En base a la revisión bibliográfica [6, 7, 8], se determinaron los tratamientos a utilizar siendo estos: Membranas (M), Coagulación-Floculación (C/F), Carbón Activado (CA) y Lodos Activados (LA). Los tratamientos de electrocoagulación y flotación fueron descartados en base a estudios previos de los autores en esta área [9]. Se realizaron pruebas de tratabilidad para cada uno de los tratamientos individuales, empleando el agua residual muestreada de los procesos. Los parámetros indicadores de la eficiencia de los tratamientos fueron Color, DQO y SAAM.

Una vez determinada la eficiencia y comportamiento de los tratamientos individuales, se procedió a las pruebas de tratabilidad de los tratamientos secuenciales mediante la combinación de 2 o más de los tratamientos individuales. Las secuencias investigadas fueron: Coagulación-Floculación, Adsorción en carbón activado, Tratamiento biológico de lodos activados y Filtración por membranas.

2.4 Pruebas de reuso, reconfiguración del diagrama y análisis económico. Las aguas tratadas producidas en cada una de las pruebas de tratabilidad fueron enviadas a la planta para llevar a cabo pruebas de reuso en el proceso de teñido. Estas aguas tratadas fueron empleadas en la simulación del proceso de teñido para evaluar su reuso en este proceso. Una vez realizada esta evaluación, se reconfiguró el diagrama de flujo de uso de agua para incluir el agua reusada y definir los procesos en que pudiera ser reutilizada.

Además, para cada proceso de tratamiento seleccionado después de las pruebas de teñido, se realizó una evaluación económica, determinando el monto de la inversión, los costos de mantenimiento de cada alternativa, el agua y aditivos ahorrados y el período de retorno de la inversión. También, para cada proceso de tratamiento que superó la prueba de reuso, se elaboró una lista de ventajas y desventajas para proveer a la empresa de suficientes elementos de juicio para tomar la decisión del tren de tratamiento más adecuado a sus necesidades.

3. Resultados y discusión

3.1 Flujos, calidad y características promedio. La figura 2 muestra el diagrama de flujo de uso de agua, indicando los flujos volumétricos de las distintas corrientes de agua. Por falta de espacio, no se incluyen los valores de los parámetros de calidad, sin embargo, en la figura 3 se muestra a manera de ejemplo el detalle al que se llegó no sólo en cuanto al balance de agua en cada proceso, sino también en cuanto a la caracterización de la calidad del agua. Se identificaron un total de 31 corrientes de aguas residuales.

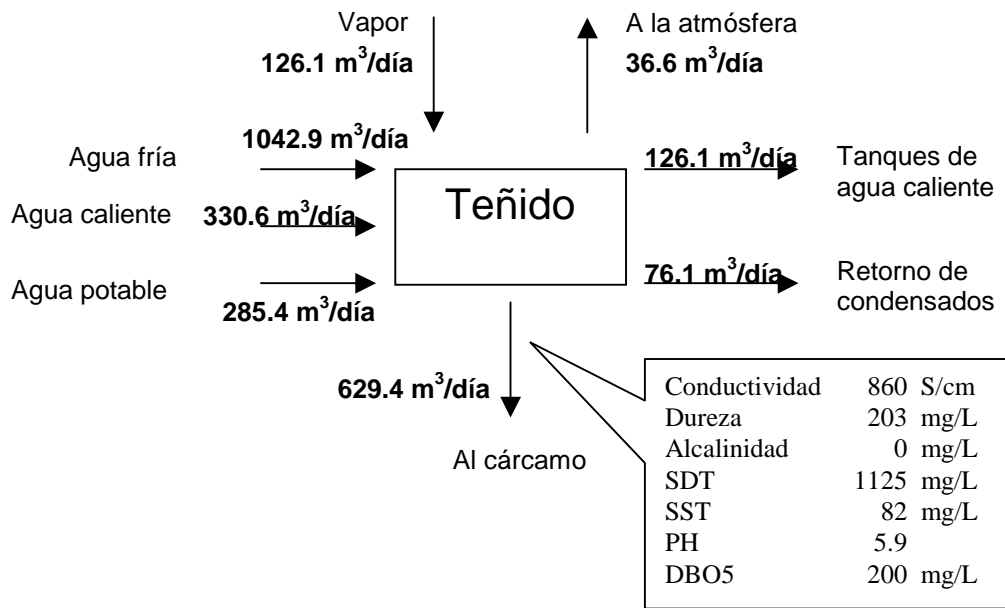


Figura 2. Diagrama de uso de agua en el proceso de teñido

3.2 Minimización y jerarquización. Una vez elaborado el diagrama de flujo de uso agua con cantidad y calidad, se llevó a cabo el análisis del uso del agua en cada proceso, tomando en cuenta los volúmenes y la calidad del agua a la entrada y salida de cada proceso. Producto de este análisis fue la determinación de 16 medidas para uso más eficiente del agua. Por falta de espacio sólo se mencionará que estas medidas van desde el simple aislamiento de las líneas de vapor hasta cambios en el sistema de enfriamiento del equipo de teñido. Todas las medidas recomendadas estaban dirigidas al ahorro de agua y a su vez de energía.

El siguiente paso fue la jerarquización de las aguas residuales. Cada corriente de agua residual tiene un valor mayor que el del agua sola. Por ejemplo, el agua residual caliente tiene el valor de la energía que se utilizó para elevar su temperatura. Si la descargamos, estaremos desechando también la energía que contiene. Estas aguas serían, desde la perspectiva económica, las que representarían el mayor beneficio económico si en lugar de desecharse, se reusarán. Por otro lado, cada agua residual contiene sustancias que violan o impactan alguna norma de calidad que aplica para descargas de aguas residuales, las aguas residuales con mayor impacto en la normatividad serían, desde este punto de vista, las aguas que representarían el mayor beneficio normativo si se reusaran. Los directivos de la empresa

decidieron darle una ponderación de 70% al factor económico y de un 30% al factor normativo. De esta forma cada corriente de agua residual fue evaluada tanto económica como normativamente y jerarquizadas de acuerdo a la ponderación asignada. La tabla 1 muestra el costo de los principales insumos relacionados con el agua y que permitirán estimar el valor económico de las aguas residuales.

Tabla 1. Costo de insumos

Insumo	Costo Unitario	Unidades
Energía eléctrica	0.426	\$/KW-h
Gas natural	0.77	\$/m ³
Agua	13.76	\$/m ³
Sal	0.88	\$/Kg
Ácido clorhídrico	0.65	\$/Kg
Carbonato de sodio	2.30	\$/Kg
Hidróxido de sodio	4.00	\$/Kg
Desincrustante C-207	20.25	\$/Kg
Sulfitos C-234	23.00	\$/Kg
Fosfatos C-214	28.80	\$/Kg
Amina	88.00	\$/Kg

La tabla 2, muestra la evaluación de tres de las corrientes de agua residual (se muestran solo 3 de las 31 corrientes por razones de espacio). En la corriente A se tiene un agua residual que contiene ácido clorhídrico e hidróxido de sodio, utilizando los costos de la tabla 1 es posible determinar el costo por día que representa el desechar esta corriente, de forma similar se realizó el cálculo para las otras 2 corrientes. Este costo por día se estima para todas las corrientes de agua residual. Al menor valor del costo diario se le asigna un valor relativo de 1. El menor valor del costo diario (considerando las 31 corrientes) resultó igual a \$28.60/día, por lo que la razón normalizada para las corrientes A, B y C serían sus costos diarios divididos entre este valor de 28.60, resultando en los valores de 28.8, 3.6 y 345.2 mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Evaluación de tres corrientes de agua residual. Criterio económico

Corriente	Flujo (m ³ /día)	Composición	Costo unitario (\$/m ³) ¹ ó (\$/Kg) ²	Costo (\$/día)	Razón normalizada
A	23.4	Agua potable: 23.4 m ³ Ácido al 30%: 118 Kg Hidróxido: 106.37 Kg	13.76 ¹ 0.65 ² 4.00 ²	824.16	28.8
B	37	Agua potable: 3.3 m ³ Sal: 65.85 Kg	13.76 ¹ 0.88 ²	103.36	3.6
C	37	Agua caliente: 330.6 m ³ Agua potable: 285.4 m ³ Vapor condensado: 8.9 m ³	15.47 ¹ 13.76 ² 93.50 ¹	9,873.64	345.2

La tabla 3 muestra la evaluación normativa de las mismas 3 corrientes de agua residual. Las normas establecen un valor máximo de 150 mg/L tanto para la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5

días (DBO₅) como para los Sólidos Suspendidos Totales. Los valores de estos dos parámetros medidos en el agua residual, se dividen entre los valores normativos para obtener la razón normalizada para cada uno de ellos, la suma de ambas nos da la razón total para el criterio normativo. En el caso de las corrientes A, B y C de la tabla 3, la corriente C tiene una mayor importancia normativa que las corrientes A y B.

Tabla 3. Evaluación de tres corrientes de agua residual. Criterio normativo

Corriente	Concentración	Norma	Razón normalizada	Suma de Razones
A	DBO ₅ : 84 mg/L SST: 32 mg/L	DBO ₅ : 150 mg/L SST: 150 mg/L	DBO ₅ : 0.56 mg/L SST: 0.21 mg/L	0.77
B	DBO ₅ : 17 mg/L SST: 50 mg/L	DBO ₅ : 150 mg/L SST: 150 mg/L	DBO ₅ : 0.11 mg/L SST: 0.33 mg/L	0.44
C	DBO ₅ : 200 mg/L SST: 82 mg/L	DBO ₅ : 150 mg/L SST: 150 mg/L	DBO ₅ : 1.33 mg/L SST: 0.54 mg/L	1.87

La tabla 4 muestra la ponderación de las razones económica y normativa para estimar la suma ponderada. Las corrientes de agua residual se jerarquizarán de acuerdo a la magnitud de la suma ponderada de sus razones. En esta caso, la corriente C tiene una mayor prioridad que las corrientes A y B, ya que su suma ponderada es mayor, tal y como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Ponderación económica y normativa de las corrientes A, B y C

Corriente	Económico 70%		Normativo 30%		Suma Ponderada
	Razón	Razón ponderada	Razón	Razón Ponderada	
A	28.8	20.16	0.77	0.23	20.39
B	3.6	2.52	0.44	0.13	2.65
C	345.2	241.64	1.87	0.56	242.20

De acuerdo a estos valores, la corriente C resultaría la corriente con mayor beneficios potenciales para ser tratada y reusada, comparada con las corrientes A y B. Las corrientes de mayor jerarquía en el estudio de las 31 corrientes, resultaron ser las de teñido, los derrames de agua caliente, las purgas continuas y las aguas provenientes de los retrolavados, regenerados y enjuagues de las resinas del pre-tratamiento.

3.3 Pruebas de tratabilidad. Una vez identificadas las aguas residuales con el mayor potencial económico y normativo (las de mayor jerarquía), se obtuvieron muestras de ellas para realizar las pruebas de tratabilidad, es decir, someterlas a un tipo de tratamiento y evaluar la factibilidad técnica. Los tratamientos individuales arrojaron los siguientes resultados:

Carbón activado. Se experimentó con 4 tipos comerciales diferentes. Las isotermas de adsorción permitieron identificar al carbón Norit de Clarimex como el de mejor comportamiento. Los experimentos en columnas empacadas de flujo continuo con este carbón mostraron que se requeriría una

gran cantidad de carbón para lograr eficiencias de remoción de DQO y color superiores al 50%. Debido a esto, este tratamiento fue desechado para pruebas posteriores.

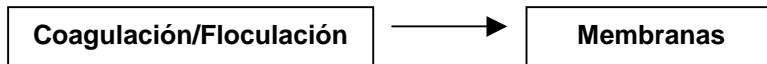
Coagulación-Floculación Se realizaron pruebas de jarras para 5 diferentes coagulantes y floculantes, siendo el policloruro de aluminio junto con un polímero aniónico lo que arrojó mayores eficiencias, logrando remociones de 91% del color y 41% de la DQO.

Lodos activados. Se construyó un reactor de acrílico de 14 L y se operó a diferentes tiempos de residencia celular y de residencia hidráulica. Se lograron las máximas remociones para tiempos de 30 días (celular) y 16.5 hrs (hidráulico).

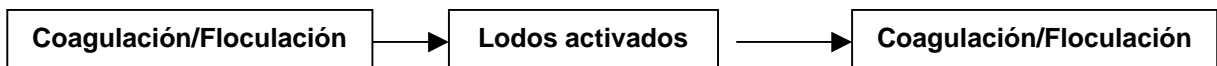
Filtración con membranas. Se empleó una planta piloto equipada con 3 cartuchos de membranas de diferentes tipo (ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa). Se realizaron pruebas a diferentes presiones, obteniendo resultados satisfactorios (remoción de 95% de DQO y 90% de color) con la membrana de nanofiltración a una presión de 100 psi.

Enseguida se realizaron pruebas de tratabilidad secuenciales mediante la combinación de los tratamientos individuales. Los tratamientos secuenciales que produjeron los mejores resultados, no sólo en cuanto a eficiencia de remoción de contaminantes, sino también en cuanto a buenos resultados en el teñido de alfombras al ser reusadas las aguas tratadas fueron:

3a)



3b)



3c)

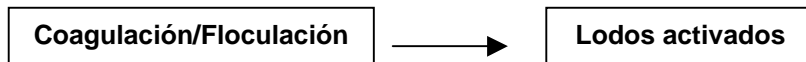


Figura 3. Secuencias de tratamiento estudiadas mediante pruebas de tratabilidad.

La secuencia 3a mostró eficiencias de remoción de 81% de DQO, 92% de color y 97% de SAAM, la alternativa 3b de 85%, 90% y 90% y la 3c de 87%, 76% y 71% respectivamente. En todos los casos se obtuvieron resultados satisfactorios en las pruebas de teñido utilizando las aguas producidas por cada una de las secuencias de tratamiento. Cada una de estas secuencias de tratamiento fue evaluada económicamente, los resultados se muestran en la tabla 5.

Además de la evaluación económica de las alternativas, se proporcionó una lista de ventajas y desventajas para cada una de las 3 secuencias seleccionadas. La empresa se ha decidido por la alternativa 3c y ha iniciado la licitación para su construcción.

Tabla 5. Evaluación económica de las secuencias de tratamiento.**

CONCEPTO	ALTERNATIVA 3a	ALTERNATIVA 3b	ALTERNATIVA 3c
Costo total de inversión	\$ 494,152	\$ 426,813	\$ 350,613
Ahorros anuales	\$ 314,961	\$ 314,961	\$ 314,961
Costos de operación	\$ 128,598	\$ 165,754	\$ 135,494
Ahorro anual neto	\$ 186,363	\$ 149,207	\$ 179,467
Costo de operación /m ³	\$ 0.56	\$ 0.72	\$ 0.58
Retorno de la inversión	2.7 años	2.9 años	2.0 años

** Los costos aquí reportados son en U.S. dlls.

4. Conclusiones

La empresa obtuvo un mayor conocimiento de la forma en qué utiliza el agua, ya que al inicio no contaba con un diagrama de flujos y calidad confiable. Esto permite tener un mayor fundamento en el análisis del uso del agua por parte de la empresa.

La evaluación económica y normativa de las aguas residuales permitió identificar a las aguas residuales provenientes del teñido como las de mayor jerarquía y no las provenientes del pre-tratamiento como la empresa creía inicialmente. Esto maximiza los beneficios económicos obtenidos por el tratamiento y reuso de estas aguas.

El manejo de agua planteado en este estudio reportará beneficios económicos, pues como se observa en la tabla 5, una vez cubierta la inversión inicial, el mayor costo para el agua tratada es de 0.72 dlls/m³ (aproximadamente 7.2 pesos/m³), contra los 13.76 pesos/m³ que costó el agua potable en el último año. La planta presenta la posibilidad de llegar a un esquema de cero descargas conjugando las propuestas recomendadas de reciclamiento y atendiendo el problema que actualmente constituye el proceso de enfriamiento, que es donde se genera más agua caliente de la que se es capaz de reincorporar al proceso. La implantación del reuso de agua dejará también beneficios intangibles como la imagen de la empresa preocupada por el uso sustentable de los recursos y el impacto ambiental de sus actividades.

5. Referencias

- [1] Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática". I Censo de Captación, Tratamiento y Suministro de Agua". Censos Económicos (1999).
- [2] Vandevivere, P., R. Bianchi y W. Verstraete. "Treatment and Reuse of Wastewater from the Textile Wet-Processing Industry: Review of Emerging Technologies". *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. Vol. 72, pp. 289-302 (1998).
- [3] EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Textile Industry. Environmental Protection Agency, September EPA/310-R-97-009 (1997).

- [4] Tunay, O., I. Kabdasil and D. Orhon. " Color Removal from Textile Wastewater" .*Water Science and Technology*. Vol. 34, Issue 11, pp. 9-16 (1996).
- [5] Huern, An. " A Way for Water Pollution Control in Dye Manufacturing Industry"*Proceedings of the 49th. Industrial Waste Conference*, Purdue University. pp. 771-775 (1994).
- [6] Rozzi, A., F. Malpei and R. Bianchi. " Textile Wastewater Reuse in Northern Italy" *Water Science and Technology*. Vol. 39, No. 5, pp. 121-128, (1999)
- [7] Laschinger, Michael. " Implementing Dyehouse Wastewater Treatment Systems. American Dyestuff Reporter. Vol. 85, No. 10. October (1996).
- [8] Gould, Charles. " Treating Industrial Water with Membrane Technology" . Environmental Expert, S.L. (1995).
- [9] Elizondo, Oscar. " Evaluación de metodologías para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Proceso de Teñido de una Empresa Manufacturera de Alfombras" Tesis de maestría. ITESM Campus Monterrey. 142 págs. Junio (1998).

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA CONTINUO DE RECICLAMIENTO DE ACIDO CLORHÍDRICO PARA DECAPADO MEDIANTE DIFUSIÓN DIÁLISIS

Sandra López Acosta y Belzahet Treviño Arjona

El decapado de piezas metálicas es una de las etapas para la limpieza de superficies, que elimina óxidos presentes en el exterior del metal a galvanizar. Consiste en sumergir la pieza metálica en una solución de ácido clorhídrico logrando disolver los óxidos. A medida que el ácido se satura de óxidos en solución, pierde su capacidad para remover dicho material y es preciso sustituirlo por otra solución de ácido virgen, generando así un proceso por lote con calidad variable en el tiempo. Al ácido gastado, es necesario darle un tratamiento y disposición acordes con la legislación ambiental vigente, ya que es considerado como un residuo altamente corrosivo. Una alternativa que mejora la ecoeficiencia del proceso es el uso de membranas de difusión diálisis, técnica de separación por gradiente de concentración utilizada para recuperar ácidos contaminados con metales. De esta tecnología no existe reportada la instalación en procesos continuos, utilizándose siempre en sistemas por lote. Así, en el presente trabajo, el objetivo fue diseñar y construir un sistema de decapado y difusión diálisis en continuo, para analizar la posibilidad de recuperar el ácido del proceso de decapado en forma continua sin alterar las condiciones del baño de decapado. La aportación del trabajo radica en la reducción en el uso de recursos materiales e impacto y, a la vez, mejorar la calidad y productividad del proceso. Los resultados obtenidos proporcionaron una recuperación de ácido del 81% y una remoción de metales del 82%, manteniendo en forma constante la normalidad del ácido, concentración del hierro y el volumen del tanque. Los costos por compra de ácido virgen y manejo de residuo peligroso se reducen en forma proporcional a la cantidad de ácido reciclada, además, la calidad en el proceso de decapado mejora al mantener en forma constante la concentración del ácido y hierro en el tiempo.

Palabras clave: Difusión diálisis, Recuperación de ácidos, Decapado

1. Introducción

El galvanizado de piezas metálicas es uno de los tratamientos de superficie más utilizado para combatir la corrosión. Dentro de las etapas que lo conforman, se encuentra la limpieza de la superficie, cuya finalidad es eliminar todas las impurezas presentes en el exterior del metal a galvanizar, como restos de pintura, grasa y óxidos metálicos. Éstos últimos se eliminan mediante un procedimiento conocido como decapado. El decapado es la acción de sumergir una pieza de acero en un baño ácido con el fin de disolver las películas de óxido formadas por acción de la corrosión, así como cascarilla y escamas de herrumbre [1]. Las concentraciones de ácido utilizadas varían del 6 al 15% en peso. Los ácidos comúnmente utilizados son el sulfúrico caliente o el clorhídrico a temperatura ambiente [2]. En el presente caso de estudio, se utilizó ácido clorhídrico a una concentración no mayor al 10% y no menor al 6% en peso.

Q.A. Sandra López Acosta. Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey. sandra.lopez@gmx.net
Dr. Belzahet Treviño Arjona. Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey.
btrevino@campus.mty.itesm.mx

Durante el decapado de piezas metálicas, se genera una gran cantidad de ácido gastado conteniendo óxidos metálicos en solución, requiriendo de un tratamiento y disposición adecuados, ya que se considera residuo peligroso por la legislación ambiental vigente debido a su corrosividad [3]. De no hacerlo, el daño al entorno social y ambiental sería grave, además de que se tendrían que pagar las consecuentes multas por un mal manejo. Generalmente, el tratamiento que se da a este tipo de corrientes (neutralización y precipitación) resulta muy costoso y resuelve la problemática de manera parcial sin la visión de sostenibilidad de largo plazo. La tendencia a futuro de las actividades humanas, es lograr la reducción en la generación de los residuos, vertidos y/o emitidos desde la fuente de origen, así como captar la mayor cantidad posible de materiales para su recuperación y reciclaje dentro de los procesos productivos [4].

Con esta idea en mente, se pretende alargar la duración de los baños de decapado aplicando una tecnología sencilla, que evita la generación de grandes volúmenes de corrientes contaminantes [5]. La difusión dialítica representa una alternativa para el tratamiento de las corrientes ácidas provenientes de la etapa de decapado, ya que es capaz de devolverles las características necesarias para su reintegración al proceso que las generó. El objetivo principal de la difusión diálisis es la separación de ácidos (aniones) y de sus sales (cationes), utilizando un mismo solvente (que por lo general siempre es agua) en ambos lados de una membrana. Los equipos de difusión diálisis pueden ser operados en sistema por lotes o en sistema continuo. Las ventajas de trabajar bajo este último esquema son que precisa un mínimo de requerimientos operativos, además de que el baño de decapado se mantiene bajo condiciones constantes (normalidad del ácido y concentración del metal) disminuyendo su variabilidad en la eficiencia de remoción de óxidos. Adicionalmente, sólo se obtiene una corriente de salida del equipo, que es la solución metálica de desecho por lo que se reducen los costos asociados con la generación excesiva de un residuo peligroso, así como los riesgos por su manejo, transporte y disposición. Por otra parte, la utilización de ácido virgen se reduce en forma proporcional a la cantidad de ácido reciclado al tanque de decapado [6].

La operación del equipo se basa en las diferencias de afinidad y de concentración que presentan los iones en solución al pasar a través de una membrana cargada. Los iones que poseen la misma carga que la membrana, son atraídos hacia ella y, por medio de un mecanismo de difusión, la atraviesan y se depositan al otro lado. Mientras tanto, los iones con carga diferente, permanecen en la solución, lo que incrementa su concentración con los demás contaminantes presentes [7].

El presente trabajo tiene por objetivo diseñar y construir un sistema piloto de decapado de piezas de hierro, en el cual el ácido se encuentre reciclándose en forma continua mediante un proceso de difusión, sin alterar las condiciones de concentración de hierro, normalidad del ácido y volumen del baño de decapado.

2. Metodología

Descripción del Equipo. El sistema completo consta de cuatro partes fundamentales: el tanque de decapado, el dializador, el sistema de alimentación y el tanque de almacenamiento de agua. El material utilizado en la construcción del equipo fue polipropileno, gracias a su resistencia a la acción corrosiva del ácido y su fácil adquisición. El tanque de decapado es un depósito rectangular con tapa (para evitar emisiones ácidas a la atmósfera), de 42 litros de capacidad. Tiene un orificio en el fondo de uno de sus lados por donde sale el ácido gastado directamente hacia la parte inferior del dializador. Éste, se conforma por dos membranas cargadas positivamente, en las cuales se lleva a cabo la transferencia de iones. Dichas membranas, están sujetas por unos soportes plásticos que poseen unos canales para facilitar la distribución de los líquidos sobre las mismas. El área total de transferencia es de $1,390.8 \text{ cm}^2$.

Para controlar la presión hidrostática dentro del sistema y, por consiguiente, regular la transferencia de iones a través de las membranas, se optó por un diseño vertical que incluyera un tubo móvil a la salida del ácido recuperado. Este dispositivo permite, además, modificar los flujos y las concentraciones de la corriente de salida del dializador. El sistema de alimentación lo constituyen dos bombas peristálticas [8], que alimentan la corriente de ácido gastado y la corriente de agua desionizada al dializador. La tubería de las bombas tiene la característica de ser flexible así como resistente a los ácidos. Por último, el tanque de almacenamiento de agua desionizada, es un cilindro de 20 litros de capacidad, con tapa (para evitar la contaminación del agua y con esto, la posible entrada de sólidos a las membranas), que cuenta con un orificio en el fondo, por donde sale el agua directamente a la parte superior del dializador. El arreglo espacial del sistema se muestra en la Figura 1.

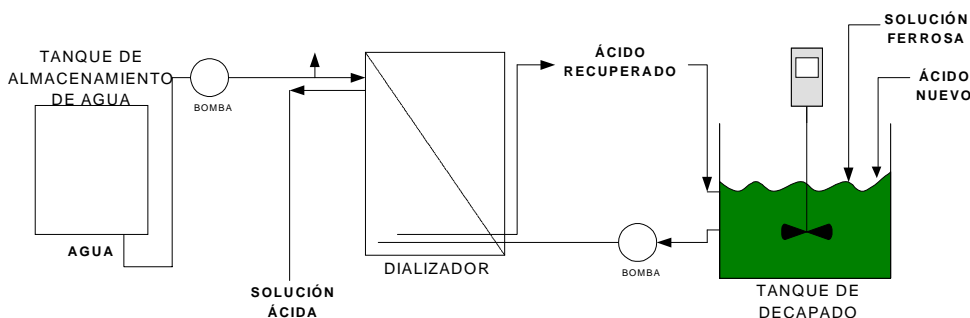


Figura 1. Diagrama de flujo del sistema integrado.

Descripción del Proceso de Separación. El ácido gastado (ácido clorhídrico con óxidos de hierro en solución) proveniente del tanque de decapado y el agua desionizada, se introducen a contracorriente y de manera alternada entre las dos membranas que integran al equipo. Una vez dentro, los iones del ácido disociado, H^+ y Cl^- , atraviesan la membrana debido a su carga, su tamaño y al gradiente de concentración que se presenta, migrando hacia el torrente de agua y constituyendo el *ácido recuperado*. Los iones de hierro (Fe^{++}), son repelidos por la carga positiva de la membrana y se quedan en la corriente de ácido gastado formando una *solución de desecho* (Figura 2) [9].

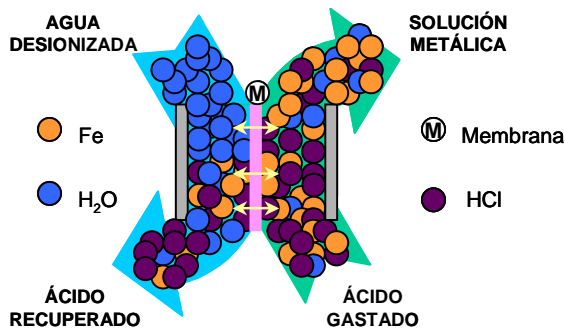


Figura 2. Transferencia de iones a través de la membrana.

Fase I - Operación del Dializador en Sistema por Lotes.

Estimación del Tiempo de Estabilización del Dializador. Inicialmente, se realizó una corrida para determinar el tiempo de estabilización del dializador. Durante diez horas se tomaron muestras de las dos salidas del equipo a intervalos de media hora y se registró el flujo de cada una. Para la caracterización de las muestras, se utilizaron las titulaciones ácido-base (con hidróxido de sodio como titulante) en el caso de la determinación del ácido clorhídrico y, la titulación redox (con permanganato de potasio como titulante) en el caso del hierro. De esta manera, se evaluaron las concentraciones en cada muestra hasta que no hubo variación entre las muestras de una misma salida. Los flujos de alimentación al dializador tanto de agua desionizada como de ácido gastado, se establecieron siguiendo la tendencia de investigaciones previas en procesos distintos: el flujo de alimentación de ácido gastado fue mayor al flujo de alimentación de agua desionizada [6]. Los flujos de las corrientes de salida, se midieron con ayuda de una probeta de 250 ml y un cronómetro, a intervalos de una hora.

Evaluación de la Eficiencia de Separación. Para encontrar la eficiencia del equipo, se alimentaron las corrientes de ácido clorhídrico gastado y de agua desionizada con el fin de obtener las salidas de ácido recuperado y de solución metálica. La concentración del ácido gastado se estableció en 0.063 g/ml de hierro y 0.0793 g/ml. Estas condiciones cumplen con aquéllas señaladas por el proceso comercial, en donde la cantidad de hierro en el tanque de decapado, no debe exceder al 9% en peso y la concentración de ácido clorhídrico debe permanecer entre 6 y 10% en peso. Cada corriente en contacto con el dializador fue analizada para determinar la concentración de ácido clorhídrico y de hierro presentes, así como su flujo, de la manera descrita en el párrafo anterior. Con los resultados obtenidos se calcularon los porcentajes de recuperación de ácido y de rechazo de hierro, de acuerdo con las fórmulas que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Cálculo de la eficiencia del dializador.

PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO	
% Recuperación de HCl	$= (\text{Masa de HCl recuperado} / \text{Masa de HCl a la Entrada}) * 100$ $= (Q_{AR}N_{AR} / Q_{AG}N_{AG}) * 100$
PORCENTAJE DE RECHAZO DE HIERRO	
% Rechazo de Fe	$= (\text{Masa de Fe rechazado} / \text{Masa de Fe a la entrada}) * 100$ $= (Q_{SM}C_{SM} / Q_{AG}N_{AG}) * 100$

Q_{AR}: Flujo de ácido recuperado (ml/min); Q_{AG}: Flujo de ácido gastado (ml/min); Q_{SM}: Flujo de la solución metálica (ml/min); C_{SM}: Concentración de hierro en la solución metálica (g/ml); N_{AR}: Concentración de ácido en el ácido recuperado (g/ml); N_{AG}: Concentración de ácido en el ácido gastado (g/ml)

El diseño experimental propuesto para llevar a cabo esta etapa, incluyó cinco corridas a diferentes condiciones de alimentación. El flujo de entrada de agua desionizada (Q_{AD}), se mantuvo constante modificando únicamente el flujo del ácido gastado (Tabla 2). Lo anterior, permitió determinar las condiciones de alimentación que arrojaron la mayor eficiencia en el equipo de acuerdo a su área de membrana.

Tabla 2. Condiciones de operación de las pruebas preliminares para determinar los porcentajes de recuperación y de rechazo en el dializador.

Corrida	CARACTERIZACIÓN DE LAS CORRIENTES DE ENTRADA AL DIALIZADOR					
	Ácido Gastado			Agua Desionizada		
	Q_{AG} (ml/min.m ²)	N_{AG} (g/ml)	C_{AG} (g/ml)	Q_{AD} (ml/min.m ²)	N_{AD} (g/ml)	C_{AD} (g/ml)
1	114.3	0.0793	0.0063	46.7	0	0
2	93.5	0.0793	0.0063	46.7	0	0
3	74.8	0.0793	0.0063	46.7	0	0
4	68.3	0.0793	0.0063	46.7	0	0
5	61	0.0793	0.0063	46.7	0	0

N_{AD} : Concentración de ácido en el agua desionizada (g/ml); C_{AD} : Concentración de hierro en el agua desionizada (g/ml); C_{AG} : Concentración de hierro en el ácido gastado (g/ml)

Las corridas duraron cuatro horas cada una, posterior a su período de estabilización. Se tomaron muestras de las salidas del dializador a intervalos de una hora y a la vez, se registraron los flujos correspondientes. Las concentraciones y flujos obtenidos durante todas las pruebas, permitieron calcular los porcentajes óptimos de recuperación de ácido clorhídrico y de remoción de hierro. Al mismo tiempo, sirvieron para realizar los balances de materia y los balances volumétricos que proporcionaron el volumen y flujo de ácido clorhídrico concentrado, necesarios para mantener constantes las condiciones iniciales de trabajo. Los resultados de todas las corridas fueron graficados para encontrar la relación entre el flujo de entrada del ácido gastado y los porcentajes de ácido recuperado y de rechazo de hierro.

Fase II – Generación del Modelo de Difusión.

De las gráficas generadas en la fase anterior, se obtuvieron las ecuaciones que relacionaron los flujos de alimentación de ácido recuperado con los porcentajes de recuperación o de rechazo correspondientes (Tabla 3). Igualmente, se conocieron las ecuaciones que ligaban el *flujo de ácido gastado* con la razón *flujo de ácido gastado / flujo de agua desionizada* y, el *flujo de ácido gastado vs ácido gastado / flujo de ácido recuperado* (Tabla 4). Esa información permitió construir un modelo computacional que simulara el comportamiento del sistema en continuo. Las variables independientes que se suministraron al modelo fueron las concentraciones de ácido y de hierro en el tanque de decapado, así como la cantidad máxima de hierro que el proceso comercial alimenta diariamente al baño ácido. De manera general, el modelo estima la eficiencia del dializador y, utilizando las ecuaciones de los balances volumétricos y de materia (Tabla 5), se calculan las concentraciones esperadas de ácido y de hierro en las salidas del mismo, así como los flujos de todas las corrientes excepto la del ácido gastado que se proporcionó anteriormente. Cabe mencionar, que todas las ecuaciones obtenidas de las gráficas, provienen del arreglo que proporcionó el coeficiente de correlación más cercano a 1.

El programa se alimentó con los valores de Q_{AG} y la masa de hierro máxima hacia el tanque de decapado por día. Con esta información, calculó los flujos y porcentajes de recuperación o rechazo esperados, utilizando los balances volumétricos correspondientes y las ecuaciones obtenidas de las gráficas. Posteriormente, obtuvo el valor de la C_{SM} , a partir de los flujos estimados, y la comparó contra la misma concentración obtenida con el porcentaje de rechazo de hierro de las gráficas. El proceso se

itera alimentando diferentes Q_{AG} , hasta que la diferencia entre los valores comparados es no significativa. En este momento, se han encontrado las condiciones de operación que satisfacen los balances con operación en sistema continuo y que proporcionan la eficiencia en el proceso de separación esperada acorde con los datos de experimentación por lote.

Tabla 3. Ecuaciones para calcular la eficiencia del dializador obtenidas gráficamente.

PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO	PORCENTAJE DE RECHAZO DE HIERRO
% Recuperación de HCl = $-9.7253*(Q_{AG})+166.71$	% Rechazo de Fe = $57.682*EXP(0.0365*(Q_{AG}))$

Tabla 4. Ecuaciones para calcular los flujos estimados.

FLUJOS ESTIMADOS	
RELACIÓN Q_{AG}/Q_{AD} ESPERADA	$= 0.1538*(Q_{AG}) + 0.0000000000000005$
RELACIÓN Q_{AG}/Q_{AR} ESPERADA	$= 0.316*(Q_{AG}) - 1.7337$
Q_{AD} (ml/min)	$= Q_{AG} / (0.1538*(Q_{AG}) + 0.0000000000000005)$
Q_{AR} (ml/min)	$= Q_{AG} / (0.316*(Q_{AG}) - 1.7337)$
Q_{SM} (ml/min)	$= Q_{AG} + Q_{AD} - Q_{AR}$

Tabla 5. Cálculo de las concentraciones de las salidas del dializador.

CORRIENTE	CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO (g/ml)	CONCENTRACIÓN DE HIERRO (g/ml)
AR	$= ((\% \text{ Rec. HCl})(Q_{AG} * N_{AG})) / (Q_{AR} * 100)$	$= ((Q_{AG} C_{AG}) - (Q_{SM} C_{SM})) / Q_{AR}$
SM	$= ((Q_{AG} N_{AG}) - (Q_{AR} N_{AR})) / Q_{SM}$	$= ((\% \text{ Rech. Fe})(Q_{AG} * C_{AG})) / (Q_{SM} * 100)$

Fase III - Operación del Dializador en Sistema Continuo.

Con los antecedentes derivados de la operación del equipo en sistema por lotes, se integró la salida de ácido recuperado directamente al tanque de decapado y se cambió la operación del dializador a sistema continuo. La cantidad máxima de hierro que se podía agregar al tanque de decapado por día, quedó establecida por las condiciones del proceso comercial. Para introducir el óxido de hierro al tanque, el polvo se disolvió primero en una pequeña cantidad de ácido clorhídrico concentrado. Después se filtró la mezcla quedando una solución ferrosa a la que se le midió la concentración tanto de hierro como de ácido y suministrándose a través de una bureta para mantener un flujo constante. Lo anterior, con el fin de evitar la introducción de partículas al sistema que pudieran tapar las membranas. De igual manera, el ácido clorhídrico virgen, se introdujo con ayuda de otra bureta a un flujo distinto determinado por el balance de materia y el balance volumétrico previos (Figura 1).

3. Resultados y Discusión

Fase I - Operación del Dializador en Sistema por Lotes.

Estimación del Tiempo de Estabilización del Dializador. Al realizar la corrida inicial, se encontró que el tiempo de estabilización del dializador fue de tres horas, esto es, cuando las concentraciones de ácido clorhídrico y de hierro en las salidas permanecieron sin variación (Figura 3).

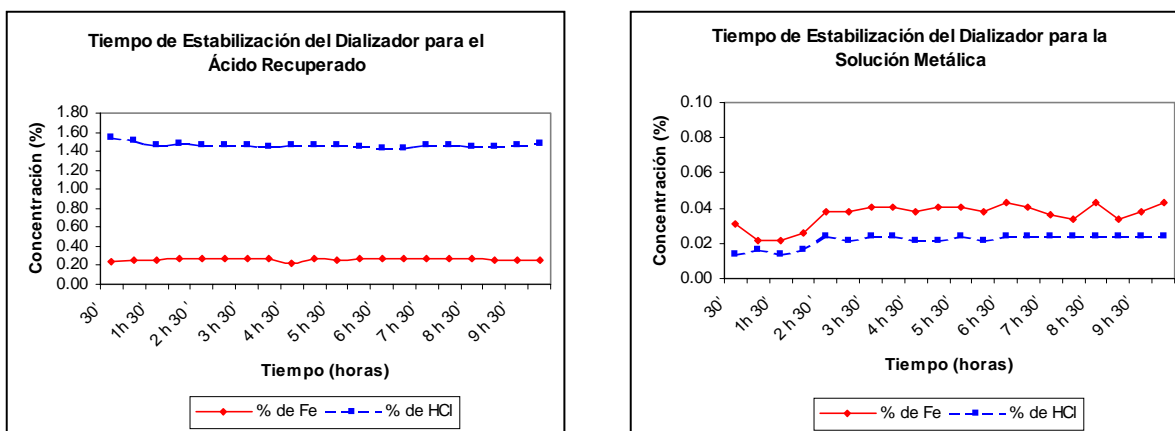


Figura 3. Determinación del tiempo de estabilización del dializador.

Evaluación de la Eficiencia de Separación.

En la Tabla 6 se presentan los flujos y concentraciones obtenidos de las salidas del dializador.

Tabla 6. Caracterización de las corrientes de salida del dializador.

Corrida	CARACTERIZACIÓN DE LAS CORRIENTES DE SALIDA DEL DIALIZADOR							
	Ácido Recuperado			Solución Metálica			% Recuperación de HCl	% Rechazo de Fe
	Q _{AR} (ml/min.m ²)	N _{AR} (g/ml)	C _{AR} (g/ml)	Q _{SM} (ml/min.m ²)	N _{SM} (g/ml)	C _{SM} (g/ml)		
1	12.9	0.07887	0.00392	147.4	0.05822	0.00524	11.26	107.42
2	38.1	0.07867	0.00392	102.1	0.04677	0.0504	40.45	87.38
3	53.9	0.07481	0.00351	66.9	0.02659	0.00507	68.03	82.33
4	55.4	0.0734	0.00195	59.7	0.03404	0.0058	75.02	70.31
5	56.8	0.06958	0.00170	50.3	0.02585	0.00626	81.56	81.91

Las gráficas que muestran la relación entre todos los flujos evaluados y los porcentajes de recuperación y de rechazo obtenidos se presentan en la Figura 4.

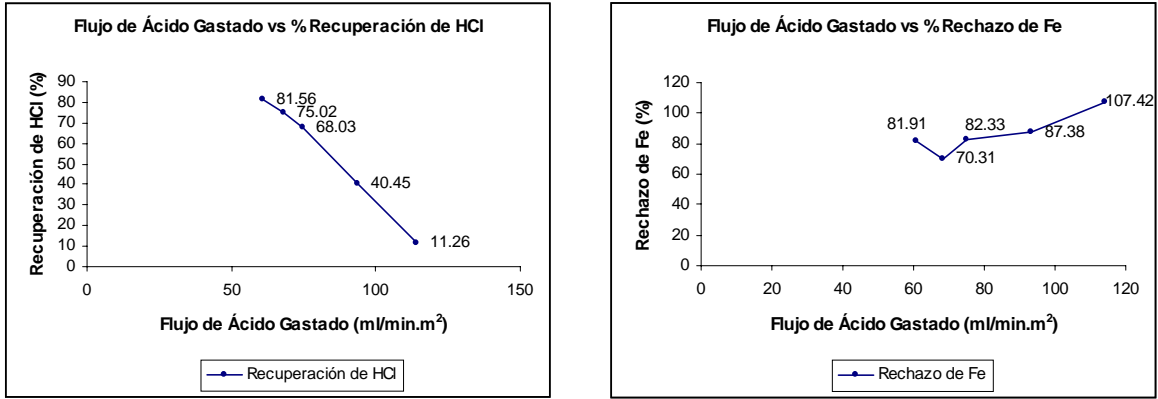


Figura 4. Relación entre el flujo de alimentación de ácido gastado y los porcentajes de recuperación de ácido clorhídrico y de rechazo de hierro.

Después de realizar las cinco corridas con diferentes flujos de entrada del ácido gastado, se detectó que el arreglo que proporcionó la mayor eficiencia del equipo fue: a) Flujo de entrada de ácido gastado: 61 ml/min.m² y b) Flujo de entrada de agua desionizada: 46.73 ml/min.m².

Se observa que los valores más altos del porcentaje de ácido recuperado y el porcentaje de remoción de hierro, obtenidos bajo las mismas condiciones de trabajo, son 81.56% y 81.91%, respectivamente. Dichos valores son aceptables de acuerdo con lo reportado por la bibliografía [10, 11].

Fase II – Generación del Modelo de Difusión.

Los resultados de las comparaciones entre la C_{SM}, calculada partir de los flujos estimados, y la C_{SM} obtenida con el porcentaje de rechazo de hierro de las gráficas, para diferentes valores de Q_{AG}, se muestran en la Tabla 7. Las condiciones operación que satisfacen los balances en sistema continuo se localizan en el renglón sombreado. La cantidad máxima de hierro que se puede alimentar por día a un tanque de decapado de 10 litros de capacidad, es de 70 gramos. Las concentraciones dentro del tanque se mantuvieron también como variables independientes: 0.063 g de Fe/ml y 0.0793 g de HCl/ml.

El modelo de difusión utilizado fue: $J = K \Delta C_{ln}$ donde: J es el flujo másico por unidad de área (g/min.cm²); K es el coeficiente global de transferencia de masa (cm/min), en este caso es igual a 0.02397 cm/min; ΔC_{ln} es el gradiente logarítmico de concentración (g/cm³).

De la Tabla No. 7, se predice que el flujo de ácido gastado de 61.1 ml/min.m², proporcionaría los mejores porcentajes de recuperación de ácido y de rechazo de hierro, al operar el sistema en continuo de acuerdo con el modelo de difusión.

Tabla 7. Resultados del modelo de difusión.

FLUJOS (ml/min.m ²)				% Rec. HCl	% Rec. Fe	CONCENTRACIONES (g/ml)					DIFERENCIA
Q _{AG}	Q _{AD}	Q _{AR}	Q _{SM}			N _{AR}	C _{AR}	N _{SM}	C _{SM}	C _{SM}	
93.5	46.7	39.5	100.7	40.28	92.71	0.076	0.0011	0.044	0.0054	0.0035	0.0020
79.1	46.7	45.3	80.5	59.73	86.18	0.083	0.0015	0.032	0.0053	0.0043	0.0010
64.7	46.7	58.2	53.2	79.18	80.11	0.070	0.0014	0.020	0.0061	0.0066	0.0004
61.1	46.7	64.0	49.6	84.04	78.66	0.063	0.0013	0.018	0.0069	0.0080	0.0010
51.8	46.7	95.6	2.9	96.69	75.02	0.042	0.0009	0.047	0.0839	0.1199	0.03596

Fase III - Operación del Dializador en Sistema Continuo.

Una vez conocidos los valores con los que se obtiene la mayor eficiencia del equipo, se realizó el balance global teórico del sistema Tanque de Decapado-Dializador, que permitió estimar su comportamiento y obtener el volumen de ácido clorhídrico concentrado necesario para mantener constantes las condiciones iniciales de trabajo. Lo anterior permitió, además, integrar la corriente de ácido recuperado directamente al tanque de decapado, operando el dializador en continuo. Los valores que a continuación se listan, fueron obtenidos de acuerdo con la capacidad de producción del proceso comercial y se mantienen en todo momento a lo largo de la operación del sistema:

- (a) La cantidad máxima de hierro que se puede alimentar al sistema es de 70 g/día.
- (b) La concentración de ácido clorhídrico en el tanque de decapado es de 0.080614 g/ml.
- (c) La concentración de hierro en el tanque de decapado es de 0.008244 g/ml.

Los balances globales teóricos y experimentales del sistema Tanque de Decapado-Dializador, se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Balance global teórico y experimental entre el sistema tanque de decapado - dializador.

BALANCE VOLUMÉTRICO TEÓRICO		BALANCE VOLUMÉTRICO EXPERIMENTAL	
ENTRADAS	SALIDAS	ENTRADAS	SALIDAS
49.6 ml/min.m ²	49.6 ml/min.m ²	53.2 ml/min.m ²	52.6 ml/min.m ²
BALANCE TEÓRICO DE HIERRO		BALANCE EXPERIMENTAL DE HIERRO	
ENTRADAS	SALIDAS	ENTRADAS	SALIDAS
0.049 g/min	0.048 g/min	0.050 g/min	0.053 g/min
BALANCE TEÓRICO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO		BALANCE EXPERIMENTAL DE ÁCIDO CLORHÍDRICO	
ENTRADAS	SALIDAS	ENTRADAS	SALIDAS
0.106 g/min	0.124 g/min	0.27 g/min	0.19 g/min

Al graficar las concentraciones encontradas en las muestras durante la operación en continuo (Figura 5), se observó que la tendencia era lineal a lo largo del tiempo. Esto es, una vez integrada la corriente de ácido recuperado al tanque de decapado, las concentraciones de hierro y de ácido clorhídrico dentro del mismo, no se modificaron. Asimismo, el volumen en el tanque se mantuvo constante y los balances se cumplieron a la perfección. Todo esto fue posible gracias a los resultados

arrojados por los balances teóricos, que permitieron definir todas las variables dentro del sistema y mantener las condiciones iniciales de operación sin variación.

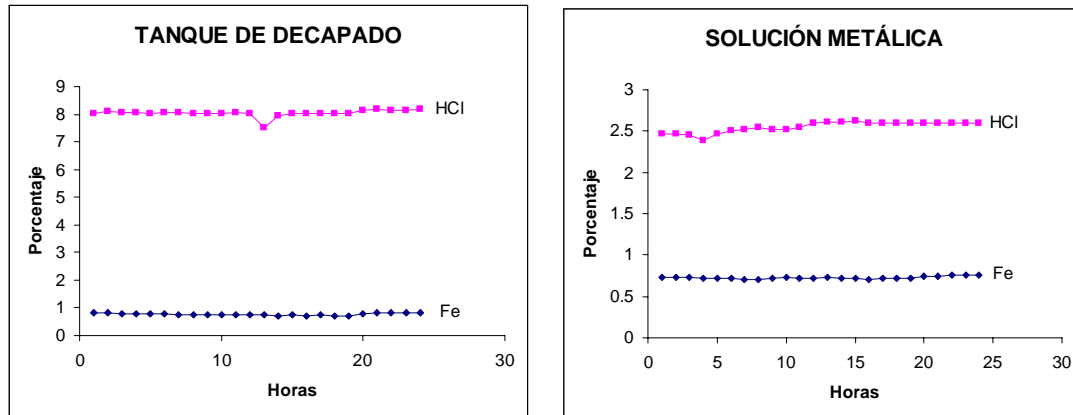


Figura 5. Concentraciones de ácido clorhídrico y de hierro durante la corrida con el sistema operando en continuo.

4. Conclusiones

El equipo de difusión diálisis permitió recuperar eficientemente la corriente de ácido clorhídrico gastado, para separarlo de los óxidos de hierro disueltos en su interior. La masa de ácido recuperado que se obtuvo fue de un 81%, lo que significa que el volumen de ácido clorhídrico necesario para mantener el equilibrio dentro del tanque de decapado fuera de sólo el 19% de lo utilizado en un lote original. Esto representa un beneficio que puede visualizarse desde tres perspectivas con tintes tanto económicos como ambientales y sociales:

1. Se mitiga la adquisición de grandes volúmenes de ácido clorhídrico para preparar la solución del baño de decapado.
2. Se contribuye con la estrategia de reducir la generación de contaminantes, al reciclar una corriente de ácido a la que, de otra forma, es necesario dar un manejo y disposición adecuados. El esquema descrito en este trabajo, constituye una alternativa más ecoeficiente para las empresas generadoras de residuos ácidos contaminados con metales en solución y que actualmente utilizan tecnologías de fin de tubo.
3. La fase de integración del dializador con el tanque de decapado, mostró que es factible llevar a cabo la difusión diálisis con operación en continuo y que este arreglo representa una opción viable para las empresas dedicadas a la galvanoplastia, mejorando la calidad en el proceso de decapado.

El alcance de este trabajo se limitó a la integración de la corriente de ácido recuperado directamente al tanque de decapado con operación continua. Existe un área de oportunidad por explorar aún, que consiste en la integración del tanque de neutralización al sistema de decapado-dializador. Esto permitiría reducir a cero descargas la generación de corrientes, recirculando tanto el ácido como el agua generando ventajas económicas, sociales y ambientales.

4. Referencias

- [1] Metalplate Galvanizing – The Hot Dip Galvanizing Process. [Página Web] <http://www.metalplate.com/galvanizing/TIS1.HTM>. [Consultada el 8 de junio de 2000]
- [2] Sato, J. et al. (1985) Recovery of Nitric Acid and Hydrofluoric Acid from the Pickling Solution by Diffusion Dialysis Process. *The Metal Finishing Society of Japan*.
- [3] Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. (1997). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Capítulo IV - Prevención y Contaminación del Suelo. Artículo 134 Fracción III. México.
- [4] Cook, R. W. y Archambault, D. J. (2000). Performing acid recovery in-house. *Pollution Engineering*.
- [5] Compendium on Low and Non-waste Technology, United Nations Economic and Social Counsel. Pickling Steel Plates with Hydrochloric Acid after hot Rolling: Recovery and Regeneration of Acid Pickling Baths. Monograph ENV/WP.2/5/Add.96
- [6] ESTCP. Projects. Pollution Prevention. Spent Acid Recovery Using Diffusion Dialysis. [Página Web] <http://www.estcp.org/projects/pollution/199705o.htm>. [Consultada el 16 de abril de 2000]
- [7] Sridhar, P. y Subramaniam, G. (1989). Recovery of Acid from Cation Exchange Resin Regeneration Waste by Difusión Diálisis. *Journal of Membrane Science* 45: 273-280.
- [8] Masterflex Pumps Catalog. [Página Web]. http://www.barnant.com/masterflex/masterflex_pumps.htm [Consultada el 15 de junio de 2001]
- [9] Pure Cycle – Acid Recycling Systems. [Página Web] <http://www.purecycle.com/prodfin.html>. [Consultada el 4 de mayo de 2000]
- [10] National Metal Finishing Resource Center. [Página Web] <http://www.nmfr.org/bluebook/sec481.htm>. [Consultada el 22 de junio de 2000]
- [11] Diffusion Dialysis. [Página Web] <http://www.pwbr.org/bmr/dd.htm>. [Consultada el 23 de julio de 2000]

SINTESIS DE UN PROCESO ECOEFICIENTE PARA LA REMOCIÓN DEL MOLIBDENO EN LA ELABORACIÓN DE FILAMENTOS PARA LÁMPARAS INCANDESCENTES

Francisco Vargas A., Belzahet Treviño A. y Joaquín Acevedo M.*

Los actuales procesos productivos requieren un diseño óptimo que consideren aspectos económicos, sociales y ambientales que permitan la obtención de un producto de calidad, a bajo costo y sin afectar el medio ambiente. Un ejemplo es el procesamiento de filamentos de tungsteno, utilizados en la elaboración de las lámparas incandescentes. La tecnología empleada actualmente para la remoción del molibdeno usado como soporte del tungsteno, utiliza una mezcla de ácidos sulfúrico y nítrico. La generación de óxidos de nitrógeno y la gran cantidad de residuos acuosos constituyen una desventaja importante para esta tecnología. En este trabajo se presenta un análisis detallado de una tecnología alterna, propuesta desde hace ya varios años, basada en peróxido de hidrógeno y se discuten las ventajas y desventajas que ofrece. Este análisis ha permitido el diseño conceptual y experimental de una nueva tecnología que logra la oxidación del molibdeno por medio de la inyección de aire a una solución acuosa de cloruro férrico, ligeramente ácida, en la cual se encuentran inmersos los filamentos. Esta nueva tecnología ofrece un posible ahorro en costos de operación de hasta un 80%, con respecto a los costos actuales, y minimiza la generación de residuos debido a que los efluentes, además de ser inocuos, pueden ser tratados fácilmente para permitir la recuperación y reuso de los materiales. Los análisis teóricos y experimentales aquí presentados confirman la factibilidad técnica del nuevo proceso.

Palabras clave: Ecoeficiencia, lámparas incandescentes, disolución de molibdeno.

1. Introducción

La generación de energía lumínica por medio del fenómeno de incandescencia se remonta a principios del siglo XIX. Con los primeros filamentos de fibras de carbono y fibras naturales se daba inicio a una investigación exhaustiva para encontrar el material adecuado para elaborar dichos filamentos. Las características que se buscaban eran: un punto de fusión elevado, baja presión de vapor y, evidentemente, que el costo del material permitiera la rentabilidad para la producción masiva de estos accesorios. Con el descubrimiento de los filamentos de tungsteno en 1910, William Coolidge y la empresa General Electric, lograron la producción a gran escala de lámparas incandescentes, lo cual permitió que estos artículos se distribuyeran rápidamente en los diferentes sectores de la sociedad [1]. El consumo de lámparas incandescentes en todo el mundo es tan elevado, que el impacto que esta industria tiene en el aspecto productivo y ambiental es un tema que debe ser ampliamente analizado, tratando de buscar posibles áreas que puedan ser mejoradas.

Ing. Francisco M. Vargas A. Departamento de Ingeniería Química, ITESM Campus Monterrey.
Dr. Belzahet Treviño A. Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey.

*Dr. Joaquín Acevedo M. Departamento de Ingeniería Química, ITESM Campus Monterrey,
jacevedo@campus.mty.itesm.mx

Para la elaboración del filamento de la lámpara incandescente, el alambre de tungsteno es embobinado en un alambre de molibdeno, el cual actúa como soporte. El conjunto es nuevamente embobinado y sometido a un tratamiento térmico a más de 1,500° C. Finalmente, el soporte de molibdeno es removido químicamente.

El procedimiento más utilizado para la remoción del molibdeno es la disolución por medio de una mezcla de ácido sulfúrico, nítrico y agua. El principal problema que presenta esta tecnología es que un producto de la reacción es el monóxido de nitrógeno (1 kg/kg de producto) que en el aire se oxida rápidamente a dióxido de nitrógeno, y que a su vez es un precursor importante de la lluvia ácida. Aun y cuando los óxidos de nitrógeno son recuperados con agua en una columna de absorción, el peligro que representa la generación de estos gases permanece latente. Como otro residuo del proceso se obtiene una corriente líquida que contiene el ácido sulfúrico, el ácido nítrico no reaccionado y el óxido de molibdeno, los cuales constituyen en conjunto alrededor de 140 kg/kg producto [2].

Con el objetivo de reducir el impacto ambiental de dicho proceso, Karoly et al. [3] desarrollaron una tecnología que proponía la eliminación del ácido nítrico, el cual es el causante de la generación de los óxidos de nitrógeno, sustituyéndolo por peróxido de hidrógeno que también permite efectuar la oxidación del molibdeno, pero sin generar residuos peligrosos. La tecnología incluía además la adición de cloruro férrico, el cual actúa como catalizador de la oxidación del molibdeno, y del ácido sulfúrico que permite mantener el pH en los niveles bajos que requiere la reacción. La corriente residual que se obtiene contiene el ácido sulfúrico, el cloruro férrico, el óxido molíbdico y el peróxido de hidrógeno que no reaccionó [3].

La desventaja operativa que presenta esta tecnología es la dificultad de manejar el peróxido de hidrógeno, a causa de sus características corrosivas y su inestabilidad térmica. Debido a que la reacción de disolución del molibdeno con el peróxido de hidrógeno es altamente exotérmica, debe contarse con un potente sistema de enfriamiento que mantenga la temperatura de la solución por debajo de los 30 ° C. Los materiales especiales que se requieren para soportar la corrosividad del peróxido de hidrógeno y el alto costo de la materia prima y de los servicios externos, constituyen las principales causas por la que la implantación de esta tecnología no sea atractiva a escala comercial, a pesar de las mejoras ambientales significativas que implica, con respecto al proceso basado en la mezcla sulfonítrica.

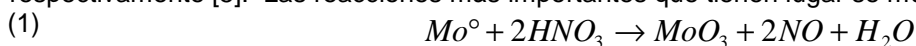
El objetivo de esta investigación es proponer una nueva alternativa para efectuar el proceso disolutivo del molibdeno, considerando tanto los aspectos económicos como ambientales, a fin de hacer atractivo, a nivel comercial, un cambio de tecnología que asegure una reducción sustancial del impacto al ambiente. El trabajo está organizado de la siguiente forma: en primer lugar se presenta la metodología seguida en esta investigación donde se incluye un análisis de las tecnologías existentes que den lugar a los hallazgos reportados en este trabajo. Posteriormente se reportan los resultados más importantes registrados en cada paso de la metodología propuesta. Se describen las tecnologías existentes y se establecen hipótesis en cuanto a los mecanismos de reacción de los compuestos y catalizadores utilizados, mismos que hasta ahora no han sido explicados. A partir de los mecanismos de reacción se obtiene información valiosa que permite proponer modificaciones al proceso disolutivo con el fin de disminuir el impacto ambiental y los costos de inversión y operación. Finalmente se muestran las conclusiones más relevantes y se plantean algunos desarrollos futuros para el seguimiento de esta investigación.

2. Metodología

A continuación se muestra la metodología seguida para cumplir los objetivos propuestos, la cual consta de 4 pasos que incluyen revisión bibliográfica, desarrollo conceptual y comprobación experimental.

- (a) Análisis de las tecnologías anteriores. Se hace una revisión y descripción de los procesos basados en la mezcla sulfonítrica y de peróxido de hidrógeno, y se presenta la información más relevante que hasta ahora ha sido publicada al respecto. Se proponen mecanismos de reacción para las dos tecnologías hasta ahora conocidas y se realizan algunos experimentos para comprobar los mecanismos propuestos.
- (b) Síntesis de un nuevo sistema reactivo. Se propone un nuevo sistema reactivo a fin de sustituir compuestos que provoquen un fuerte impacto al ambiente o bien, que constituyan un costo de inversión y/u operación importante. Se establecen las condiciones óptimas de operación y se evalúa el desempeño para el nuevo proceso.
- (c) Desarrollo del nuevo proceso. Se hace un análisis del nuevo proceso en términos de los requerimientos de materiales, energía y de los costos de operación, a fin de compararlo con las otras dos tecnologías.
- (d) Escalamiento a nivel industrial. Se propone un escalamiento del nuevo proceso para alcanzar los volúmenes de producción que se requieren a escala industrial y hacer el ajuste definitivo a las variables de proceso que aseguren un buen desempeño de la nueva tecnología ya instalada. Este punto se encuentra todavía en desarrollo y no es incluido en este artículo.

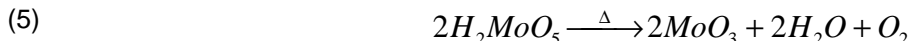
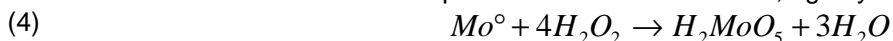
Análisis de las tecnologías disponibles. La tecnología que emplea la mezcla sulfonítrica para la disolución del molibdeno es la que se utiliza actualmente en todo el mundo [4]. En este proceso se emplea una solución de ácido sulfúrico, nítrico y agua, con composición de 36, 32 y 32% respectivamente [5]. Las reacciones más importantes que tienen lugar se muestran a continuación:



En la primera reacción el molibdeno metálico reacciona con el ácido nítrico para producir el óxido de molibdeno y generar el monóxido de nitrógeno. Éste último reacciona con el oxígeno atmosférico para producir dióxido de nitrógeno, el cual finalmente, en presencia de oxígeno se absorbe en agua produciendo ácido nítrico [2]. Las ecuaciones anteriores no describen la función que realiza el ácido sulfúrico, pero por medio de un análisis de semi-reacciones de óxido-reducción se concluye que ésta es una reacción catalizada por un medio ácido.

Vadasdi et al. [3] propusieron una tecnología basada en peróxido de hidrógeno, por ser una tecnología limpia que genera subproductos inocuos. Sin embargo, la principal problemática que tuvieron que enfrentar es que el peróxido de hidrógeno ataca al molibdeno a una velocidad relativamente baja. Se hizo necesario buscar un catalizador que acelerara el proceso de disolución del molibdeno, pero que asegurara un mínimo ataque al tungsteno para que se pudiera obtener un producto con la calidad necesaria. Se determinó que el catalizador más eficiente química y económicamente eran las sales férricas [4]. Además se sugiere un pH de la solución entre -0.5 y 2.0, para lo cual se seleccionó el ácido sulfúrico por ser de bajo precio, alta concentración comercial y baja volatilidad. Un aspecto de suma importancia para este proceso es el control estricto de la temperatura, ya que por un lado a una mayor temperatura la cinética de disolución es más alta, pero por otro también se incrementa la tasa de descomposición del peróxido de hidrógeno, por lo cual se ha establecido como una temperatura óptima un valor de 30°C [3]. Para evitar la descomposición del peróxido de hidrógeno se han propuesto diversos agentes estabilizadores, como el ácido fosfórico [4].

La reacción entre el molibdeno y el peróxido produce agua y una especie peroxomolibdica, que al ser tratada térmicamente se descompone en óxido de molibdeno, agua y oxígeno [4].



Desgraciadamente, al tratar el efluente térmicamente para recuperar el óxido de molibdeno, el peróxido de hidrógeno que no reaccionó se descompone por desproporción [3], eliminando cualquier posibilidad de ser separado y recirculado al proceso de reacción.



En la sección de resultados y discusión se presentan los mecanismos propuestos para las dos tecnologías y se describen las ventajas y desventajas, económicas y ambientales, de cada una de ellas.

El proceso de disolución del molibdeno por medio de peróxido de hidrógeno fue investigado ampliamente desde la década de los 70' s [6]. Sin embargo, dado que los desarrollos presentados para esta tecnología fueron realizados en Europa, recientemente se hicieron diversos estudios para su adecuación a la producción de filamentos en México [2, 7]. Martínez [2] encontró las condiciones óptimas de operación para el proceso de disolución con peróxido de hidrógeno a nivel laboratorio, mientras que Amozarrutia et al. [7] lograron escalar el proceso a niveles de producción industrial. Durante el proceso de escalamiento, una de las principales dificultades que se encontraron fue regular la remoción de calor para mantener la temperatura constante en el nivel óptimo que se había establecido. Esto tuvo como consecuencia un apreciable aumento en el tiempo de reacción.

En experimentos previos se observó que el peróxido de hidrógeno no ataca significativamente ni a una velocidad apreciable al molibdeno, si no se agrega el cloruro férrico [2, 3]. Lo anterior permite pensar que probablemente el cloruro férrico es el iniciador del proceso de oxidación del molibdeno. Por otro lado se había detectado cierta actividad autocatalítica durante el proceso de disolución cuando se empleaba el peróxido de hidrógeno [3]. Para comprobar estas hipótesis se llevaron a cabo los siguientes experimentos:

- Experimento 1: se tomaron 20 filamentos con molibdeno y se sumergieron en una solución de cloruro férrico al 5 % en peso, a un pH de hidrólisis de la sal de 3, y temperatura ambiente. Se encontró que después de 2 horas de reacción, el molibdeno había sido atacado significativamente sin necesidad de haber agregado peróxido de hidrógeno.
- Experimento 2: se preparó una solución al 5 % en peso de molibdato de sodio, que es una especie permolibdica, semejante a la obtenida en el proceso de disolución. El pH de la solución era de 8. Se agregó ácido sulfúrico hasta ajustar el pH a 3. Se sumergieron otros 20 filamentos. La solución dejó de ser incolora, adquiriendo una coloración azul. Después de una hora de reacción al microscopio se observó un ataque significativo del molibdeno.
- Experimento 3: se repitió el primer experimento, pero en esta ocasión utilizando sulfato ferroso, al 5 % en peso, a pH de hidrólisis de 5, y temperatura ambiente. Se agregó ácido sulfúrico hasta ajustar el pH a 3. Se encontró que después de 2 horas no había cambio aparente y al microscopio el molibdeno no había sido atacado.

Síntesis de un nuevo sistema reactivo. A partir de los resultados obtenidos en la experimentación inicial, se propone un nuevo sistema reactivo para la disolución de molibdeno, tomando como principal agente oxidante al cloruro férrico. Se propone un mecanismo de reacción, corroborando algunas suposiciones realizadas a través de experimentos específicos. Los resultados obtenidos son entonces utilizados para el planteamiento de un diseño de experimentos formal que conduce al desarrollo de un nuevo proceso industrial.

Desarrollo del nuevo proceso. En este nuevo proceso se propuso la sustitución del peróxido de hidrógeno como agente regenerador del ion férrico por oxígeno, inyectando aire al sistema reactivo. Se

formuló un diseño de experimentos, cuyos factores y niveles se muestran en la Tabla 1. Se incluyen algunos experimentos que siguen utilizando el peróxido de hidrógeno a fin de comparar los resultados experimentales entre las dos tecnologías. En todos los experimentos se utilizó un volumen de 100 mL de solución.

Tabla 1. Diseño de experimentos para la nueva tecnología sin peróxido de hidrógeno.

Factor	Niveles		
	1	2	3
Cantidad de peróxido de hidrógeno, kg/kg Mo	0	1	
Concentración de catalizador, %	5	10	15
pH	0	2	
Temperatura, °C	45	60	75

Tabla 2. Comparación entre las tecnologías existentes para la disolución del molibdeno, considerando aspectos ambientales y económicos.

Tecnología	Aspecto Ambiental	Aspecto Económico
Mezcla sulfonítrica	Generación de NO _x	No se requiere de sistemas externos de energía Bajos costos de inversión y operación
	Producción de un alto volumen de residuos tóxicos	
	Dificultad para separar y reusar los materiales	
Peróxido de hidrógeno	Reducción del volumen de residuos producido	Reactivos costosos Se requieren servicios externos de enfriamiento Alto costo de inversión y operación
	Eliminación de la generación de NO _x	
	Disminución en la toxicidad de los residuos	
	Factibilidad de separar y reusar los materiales	

3. Resultados y Discusión

A continuación se muestran las formulaciones conceptuales y el análisis de los resultados obtenidos de la experimentación realizada.

Resultados del análisis de las tecnologías disponibles. En la Tabla 2 se resumen las características económicas y ambientales más importantes de las dos tecnologías hasta ahora conocidas. Se puede apreciar que mientras que la tecnología de mezcla sulfonítrica ofrece un relativo beneficio económico, respecto a la tecnología de peróxido de hidrógeno, es esta última la que posee los

beneficios ambientales. Desafortunadamente si no se comparten los dos aspectos, la tecnología no es ecoeficiente y no es adecuada para ser implantada ya que, o no es atractiva para su comercialización, o el impacto al ambiente es tan alto que constituye un riesgo importante.

A continuación se hace una descripción más detallada de las desventajas económicas que presenta la tecnología de peróxido de hidrógeno y que la hacen poca atractiva a pesar de los beneficios ambientales que ofrece :

- (a) La necesidad de mantener una temperatura inferior a los 30 ° C para evitar la descomposición del peróxido de hidrógeno [4], obliga a utilizar un equipo de refrigeración tan grande que se incrementan drásticamente no sólo los costos de inversión sino también de operación. Por otro lado, la temperatura relativamente baja incrementa también el tiempo de reacción llegando éste a ser, incluso, hasta 5 veces mayor que el que se tenía en la tecnología a base mezcla sulfonítrica [7].
- (b) El uso de un agente tan corrosivo como el peróxido de hidrógeno ocasiona el empleo de materiales poco convencionales que elevan aún más los costos de inversión. Vadasdi et al. [6] han propuesto utilizar reactores de titanio, que si bien son muy resistentes a la corrosión producen que los costos se eleven considerablemente.
- (c) La corrosividad y toxicidad del peróxido de hidrógeno causa un peligro latente para el personal durante su manejo y almacenamiento.
- (d) El peróxido de hidrógeno, en comparación a la mezcla sulfonítrica, es costoso, al no poder ser recuperado. Se estima que un 67% del peróxido alimentado al proceso de descompone térmicamente, aun cuando se mantenga la temperatura menor a los 30 ° C [6].

Dado el poco entendimiento teórico que se tiene de ambas tecnologías y tratando de minimizar estas deficiencias, se proponen a continuación mecanismos de reacción que explican en gran parte los resultados experimentales obtenidos y al mismo tiempo ofrecen una base para el desarrollo de un nuevo proceso de disolución.

La tecnología basada en el uso de una mezcla de ácido sulfúrico y ácido nítrico resultó ser en primera instancia la más atractiva debido a los bajos costos tanto de inversión como de operación que representaba en su época [5]. El mecanismo propuesto con el que esta mezcla de ácidos reacciona para disolver el molibdeno de los filamentos obedece a un sistema de reacciones de óxido-reducción, en el cual el anión nitrato en un medio ácido se reduce a monóxido de nitrógeno:



Los electrones requeridos para la reducción son proporcionados en este caso por el molibdeno que pasa de su estado elemental a un estado hexavalente.



Combinando las Ecuaciones (7) y (8), y completando el balanceo de masa y cargas correspondiente, se obtiene la Ecuación (1) que representa la reacción global.

Posteriormente, el monóxido de nitrógeno de la Ecuación (7) reacciona con el oxígeno del aire de manera espontánea para producir el dióxido de nitrógeno, que de emitirse a la atmósfera sería un precursor importante de la lluvia ácida. A pesar de que en las plantas actuales se tiene un sistema de absorción de los óxidos de nitrógeno en agua, existe el peligro latente de intoxicación y corrosión por estos gases.

La Ecuación (1) no muestra la necesidad de adicionar el ácido sulfúrico que se sabe es indispensable para un adecuado desempeño del proceso disolutivo. Sin embargo, el mecanismo propuesto permite concluir que en la reacción de reducción del nitrato, Ecuación 7, se requiere de dicho exceso de ácido, 4 mol de H^+ por cada mol de NO_3^- . En el siguiente paso, con la oxidación del molibdeno, se regenera dicho ácido, esto es, la reacción de óxido-reducción es favorecida por un

catalizador ácido. La selección de ácido sulfúrico como catalizador obedece a su escasa volatilidad, alta concentración de la solución comercial y su bajo costo. El proceso basado en la mezcla sulfonítrica fue ampliamente estudiado anteriormente y un análisis más detallado puede encontrarse en la literatura [5].

Por otro lado, el mecanismo de reacción para el peróxido de hidrógeno no ha sido presentado anteriormente, y no resulta muy evidente la función de cada uno de los reactivos que se han utilizado. A continuación se propone un mecanismo basado en las observaciones previas, la información reportada en la literatura y a los conceptos teóricos que rigen los procesos de óxido-reducción.

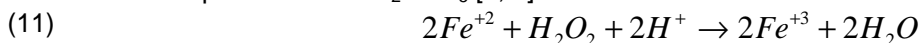
La función catalizadora del cloruro férrico podría explicarse en términos del potencial de reducción considerablemente alto del ion férrico y se justifica gracias a los Experimentos 1 y 3:



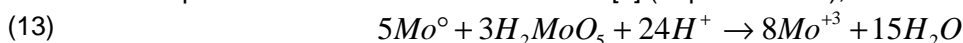
La fuente de electrones necesaria para efectuar la reducción del ion férrico proviene nuevamente de la oxidación del molibdeno. Se propone un ion trivalente como producto de la oxidación, debido a que la coloración azul que se presenta (Experimento 2) corresponde al ion acuocomplejo de Mo^{+3} [9]:



El peróxido de hidrógeno actúa por un lado, como un regenerador del ion férrico, y por otro como un agente oxidante que transforma el ion trivalente del molibdeno en una especie peroxomolibdica, cuya fórmula se ha reportado como H_2MoO_5 [3, 4]. Las ecuaciones resultantes son:



Por otro lado, el potencial de reducción de la especie peroxomolibdica permite la oxidación del molibdeno metálico produciendo nuevamente un ion trivalente intermediario. Con esto se explica el efecto autocatalítico que habían observado Vadasdi et al. [4] (Experimento 2), dando la reacción:



Combinando las Ecuaciones (9) a (13), y completando los balances de materia y carga se obtiene el mecanismo que explica el proceso de disolución del molibdeno. La ecuación resultante es la misma que Vadasdi et al. [4] habían establecido con anterioridad, Ecuación (4).

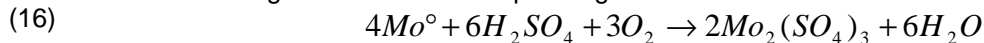
La ventaja de proponer un mecanismo que describa el proceso de reacción paso a paso es explicar el funcionamiento y necesidad de cada uno de los compuestos que se involucran, como por ejemplo los efectos catalíticos del cloruro férrico y el ácido sulfúrico. Dichos efectos no podrían ser explicados si se analizara únicamente la Ecuación global.

Resulta evidente que sin la adición del cloruro férrico la reacción inicial, representada en la Ecuación (9), no ocurre, lo cual impide que el resto de las reacciones sigan su curso. La necesidad de la adición del ácido sulfúrico se ve claramente explicada en las Ecuaciones (11) y (13). La regeneración eficiente tanto del ion férrico como del ácido consumidos son indispensables para asegurar una reacción completa. En este caso el agente regenerador del ion férrico es el peróxido de hidrógeno, el cual a su vez permite la formación de la especie peroxomolibdica la cual también actúa como agente oxidante del molibdeno metálico.

Síntesis de un nuevo sistema de reacción. Una vez analizada la tecnología anterior, se procedió a experimentar con una nueva tecnología, considerando que el ion férrico es el agente oxidante en la reacción y que el peróxido de hidrógeno actúa como agente regenerador del ion férrico. Se propone la sustitución de este último por otro agente oxidante. Debido a las ventajas económicas y técnicas, se optó por utilizar aire, cuyo contenido de oxígeno, a una temperatura de entre 50 y 80°C es capaz de oxidar al ion ferroso [10] y regenerar el ion férrico. Con base en las observaciones previas y la teoría de reacciones de óxido-reducción se sugiere el siguiente mecanismo de reacción (las Ecuaciones (9) y (10) son rescritas aquí por claridad):



La ecuación global que se propone se muestra en la Ecuación (16). En ella es evidente el consumo tanto de oxígeno como de ácido para lograr la oxidación del molibdeno.



Se hizo un diseño de experimentos para evaluar el desempeño de esta tecnología, tomándose los factores y niveles que se muestran en la Tabla 1. Por medio de esta serie de experimentos se determinó que las condiciones óptimas del proceso, mostradas en la Tabla 3, permiten la disolución de un lote de 20 filamentos en sólo 20 minutos, con características visuales aceptables. De acuerdo a los estudios realizados en el laboratorio de materiales del ITESM, los filamentos presentan una superficie y reflejancia uniforme, y se comprueba que todo el molibdeno fue removido.

Análisis del nuevo proceso. Con esta nueva tecnología, una vez eliminado el uso del peróxido de hidrógeno se espera tener un abatimiento considerable de los costos de inversión y operación. En la Tabla 4 se muestra un análisis comparativo de costos entre las tres tecnologías. Se aprecia claramente el beneficio económico que ofrece la nueva tecnología, sobre todo por la posibilidad de reuso de los materiales que se propone. Finalmente, en la Figura 1 se presenta un diagrama simplificado del nuevo proceso, donde se incluyen los requerimientos de materiales y las corrientes de salida con composiciones aproximadas.

El balance de materia que se muestra en la Figura 1 es aproximado, tomando en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio. Se considera que todo el molibdeno es removido y que nada del tungsteno presente en el filamento se disuelve. Esta última suposición tendría que validarse en el futuro. La eficiencia en el reciclo de los reactivos es uno de los principales puntos que conviene analizar en investigaciones posteriores. En este artículo se propone que el 90% de los materiales puede reusarse debido a que estos no se descomponen en reacciones secundarias como sucede en las tecnologías anteriores [3, 5]. Esta es una variable optimizable durante el proceso de escalamiento.

La calidad de los filamentos obtenida con esta tecnología resultó estar dentro de los estándares manejados por la compañía que apoyó esta investigación.

Tabla 3. Condiciones óptimas de operación para la nueva tecnología sin peróxido de hidrógeno.

Factor	Valor
Cantidad de peróxido de hidrógeno, kg/kg Mo	0
Concentración de catalizador, %	10
pH	0
Temperatura, °C	75

Tabla 4. Análisis comparativo entre las tres tecnologías considerando costos operativos en función de las materias primas utilizadas por kg de Mo.

Reactivos	Costo [8] USD/ton	Mezcla sulfonítrica		Peróxido de Hidrógeno		Aire en medio ácido	
		Cantidad, kg	Costo, USD	Cantidad, kg	Costo, USD	Cantidad, kg	Costo, USD
H ₂ O ₂	539	-	-	16.65	8.97	-	-
HNO ₃	365	24.32	8.88	-	-	-	-
H ₂ SO ₄	73.15	27.35	2.00	0.30	0.02	10.00	0.73
FeCl ₃	300	-	-	0.12	0.04	1.00	0.30
Servicios							
Agua	0.6	24.32	0.01	20.00	0.01	21.86	0.01
Aire	-	-	-	14.05	-	5.40	-
Vapor	-	-	-	-	-	20.00	0.2
Electricidad*	0.06**	-	-	6	0.36	0.10	0.01
TOTAL			10.89		9.40		1.25

* kW-h

** USD/kW-h

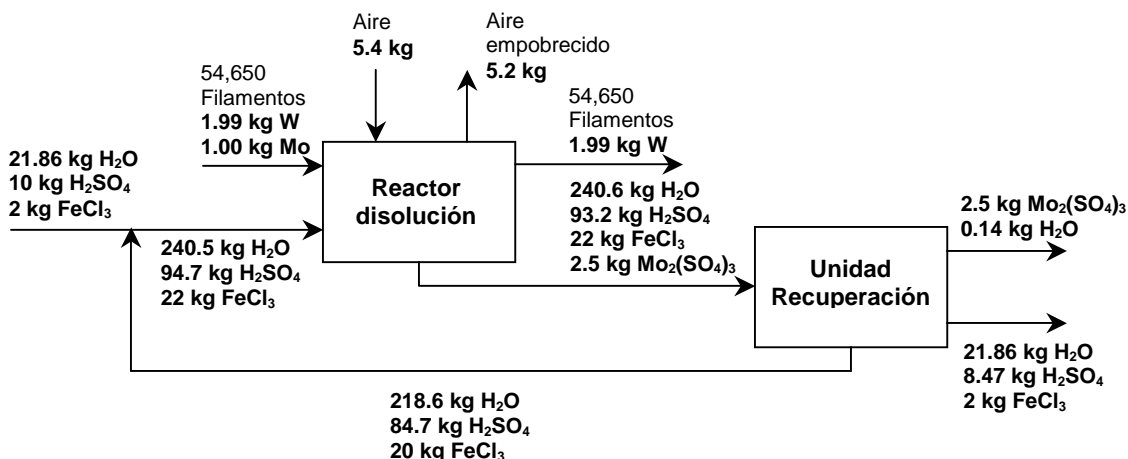


Figura 1. Diagrama de flujo para el nuevo proceso en donde se incluye el balance de materia y las características de los efluentes obtenidos.

4. Conclusiones

En el presente artículo se presentó una amplia descripción de los procesos existentes para la remoción del molibdeno en la elaboración de filamentos de tungsteno para lámparas incandescentes, el cual constituye en la actualidad un fuerte impacto al ambiente.

Se propuso una sustitución de tecnología con el fin de eliminar las emisiones dañinas y de gran volumen que actualmente se generan, ocasionadas por el uso de una tecnología que fue desarrollada en el siglo pasado y que no cumple con criterios de ecoeficiencia. Se analizó como una alternativa el empleo de una tecnología que sustituye el uso de la mezcla sulfonítrica de las tecnologías actuales, por una que utiliza peróxido de hidrógeno y que genera sólo agua y oxígeno gaseoso como subproductos de la reacción. Sin embargo, esta tecnología a pesar de que es mucho más amigable con el medio ambiente, es costosa, lo cual desalienta su implantación sobre todo en países no desarrollados. Se describió detalladamente un posible mecanismo con el cual actúan los componentes de la fórmula de esta tecnología, el cual fue formulado y desarrollado conceptualmente y, posteriormente, comprobado por medio de la experimentación en el laboratorio. Se propuso y confirmó que el principal agente oxidante en esta nueva tecnología es el cloruro férrico y no el peróxido de hidrógeno como se establece en las referencias consultadas. La función de este último como regenerador del primero, abre la posibilidad de su sustitución para la definición de un mejor proceso. En este sentido se propuso la sustitución del peróxido de hidrógeno por aire en un medio de ácido sulfúrico. Se incluye el mecanismo de reacción y un análisis detallado del proceso. La materia prima con esta nueva tecnología es mucho más económica, y no se requieren sistemas externos de enfriamiento, lo que reduce los costos operativos. En el aspecto ambiental, la nueva tecnología ofrece la reducción en la generación y toxicidad de los residuos, y la posibilidad de separar y reusar los materiales, los cuales no se descomponen en reacciones secundarias como es el caso del peróxido de hidrógeno. Resultados experimentales llevados a cabo a la fecha confirman además la factibilidad técnica del nuevo proceso.

Actualmente el desarrollo de esta nueva tecnología se encuentra en una etapa que incluye la optimización de las condiciones de operación (concentraciones de los reactivos, temperatura y tiempo de reacción), el estudio de diversos agentes oxidantes que ofrezcan ventajas adicionales (como el sulfato férrico), así como el escalamiento del proceso a nivel industrial.

5. Referencias

- [1] IN-VSEE. Why does light bulb burn out? Center of Solid State Science. Arizona State University. USA; 2001.
- [2] MARTÍ NEZ, M. A. Disolución selectiva del mandril de molibdeno de los filamentos de tungsteno con peróxido de hidrógeno. Tesis. ITESM. México; 1997.
- [3] VADASDI, K. et al. Process for selective dissolution of molybdenum in presence of tungsten. US Patent 4405571. 1983.
- [4] VADASDI, K. et al. Environment preserving process and equipment for the dissolution of molybdenum mandrel wires from tungsten coil filaments. MFKI. Hungary; 1983.
- [5] VAN LIEMPT, J. A. M. Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas. T. 45 No. 7/8, 508-521. 1926.
- [6] VADASDI, K. et al. Information on the environment preserving and hygienic hydrogenperoxide process for dissolving molybdenum mandrel wire from tungsten filaments. Tungslab. Hungary; 2001.
- [7] AMOZORRUTIA, M. et al. Implantación de una tecnología limpia para la disolución del mandril de molibdeno en los filamentos utilizados para la elaboración de focos. Reporte. ITESM. México; 1997.
- [8] CMR. Chemical Market Reporter. July 2, 2001.
- [9] CHARLOT, G. Les methodes de la chimie analytique: analyse chimique minerale. France; 1961.
- [10] AYRES, G. H. Análisis Químico Cuantitativo. 2da. Ed. Harla. México; 1970.

Análisis Costo- Beneficio de la Remediación del Ex- tiradero de Residuos Municipales en San Bernabé

Pilar Noriega Crespo y Martín H. Bremer Bremer

En este trabajo se hace un análisis de las externalidades impuestas a la sociedad a causa del impacto ambiental negativo de un ex tiradero de Residuos Sólidos Municipales. Se usa a manera de ilustración, el sitio denominado Tiradero de San Bernabé en el Municipio de Monterrey. Mediante investigación de estudios previos se ha determinado que el lugar está generando contaminación a los acuíferos de la zona, en un grado tal que la ingestión del agua proveniente de ellos causaría daños a la salud de los habitantes. Aunado a ello la inhabilitación permanente de esa superficie de 32 hectáreas para uso urbano, en una zona de crecimiento dinámico, es otro costo que la sociedad tendrá que absorber. La remediación del sitio y de los acuíferos se hace necesaria para reducir los riesgos a la salud y restaurar el equilibrio ecológico. Los beneficios que se podrían recibir a través de una reforestación del suelo y de la fitoremediación del acuífero, son contabilizados a través de precios obtenidos mediante técnicas indirectas asociadas al valor de existencia y de uso, de bienes tales como agua limpia, aire limpio y conservación del ecosistema. El análisis costo-beneficio, demuestra que la inversión en fitoremediación proporciona a la sociedad beneficios inmensos aún si consideramos los costos iniciales de remediación.

Palabras Clave: Análisis costo beneficio de remediación; Tiraderos de basura o rellenos sanitarios; Servicios ambientales prestados por ecosistemas.

1. INTRODUCCION

Se ha comprobado que al final de su vida útil los basureros y rellenos sanitarios generan contaminación a la atmósfera y al acuífero por periodos que van de 30 a 50 años como mínimo¹. Por tratarse de un bien público, generalmente no existe derecho de propiedad sobre el suelo en el que se depositan los residuos y los efectos de la contaminación que estos generan afectan a la población que tarde o temprano rodea el área, provocando la existencia de externalidades negativas.

DR Martín Bremer Bremer. Laboratorio de Geo Física Ambiental. Centro de Calidad Ambiental, Campus Monterrey, ITESM.

MC Pilar Noriega Crespo. Coordinadora de Medio Ambiente, CEDEM, ITES

En la literatura económica de los últimos 20 años encontramos referencia al problema de la contaminación generada por residuos sólidos municipales: En 1983 Mordechai Shechter² realiza un excelente análisis de los costos, en función del daño ocasionado a un acuífero por un tiradero municipal. Otro artículo importante es el de Mendelson³(1991), quien mide los daños debidos a residuos peligrosos por medio de modelos panel. La EPA⁴ (1996), que aborda el problema de cómo medir el daño debido a la contaminación, señala que la medida estándar del daño es el costo de restaurar los recursos a sus condiciones primarias (antes de la contaminación), más la pérdida de valor en el ínterin. El cálculo de este valor se inicia desde el momento en que ocurre el evento de contaminación, hasta que ocurre la recuperación total.

En este trabajo se analiza un antiguo tiradero de residuos municipales en San Bernabé, Municipio de Monterrey, que no tiene un uso de suelo definido y que actualmente se encuentra rodeado de viviendas (ver Fig 1). Se valoran los costos del daño que acarrea a la sociedad el cierre de un tiradero (o de un relleno sanitario) y con base en ello se muestra la necesidad de la remediación del suelo. Después de evaluar distintas posibilidades de remediación según su costo, se calculan los beneficios de la fitoremediación, tomando como base los servicios que prestan los ecosistemas naturales según lo propone Costanza⁵. Esta es la parte medular del trabajo Finalmente se comparan costos y beneficios a largo plazo de la fitoremediación.

Como resultado del análisis surge el cuestionamiento sobre el uso de tiraderos o rellenos sanitarios como sistema de disposición final. Se señalan sus efectos ambientales negativos y sus altos costos sociales posteriores. Se busca propiciar un cambio de mentalidad en la población y en las autoridades responsables del manejo de este problema. La meta es que se dé un cambio en el sistema actual de manejo de los residuos, para evitar no solo el pago de la contaminación del agua y del suelo, sino las consecuencias en la salud, las propiedades y el medio ambiente en general

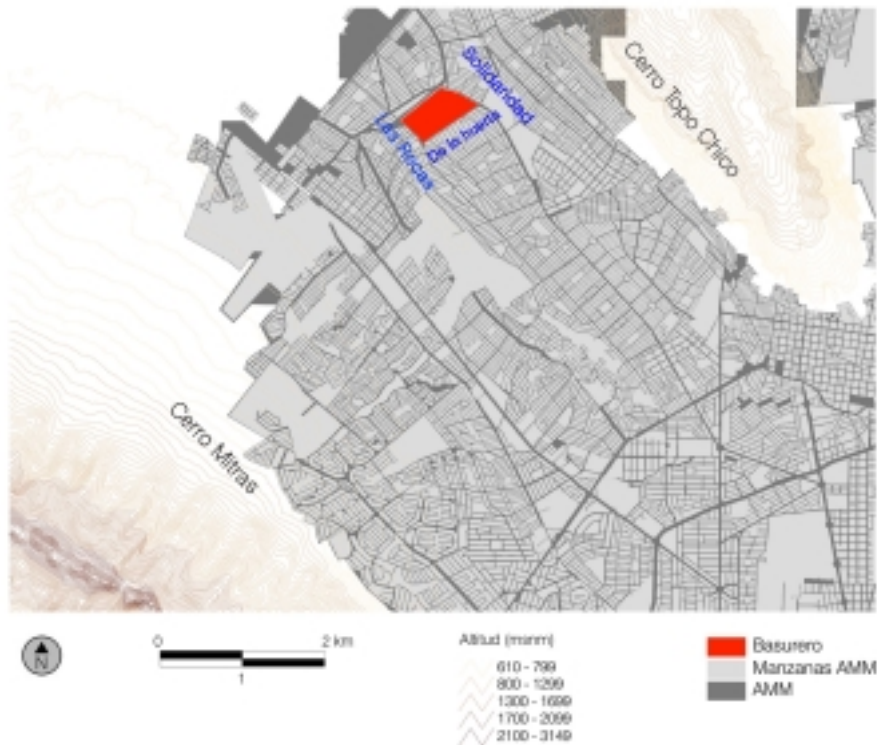


Figura 1 Ubicación del ex tiradero de San Bernabé

Fuente: Elaborado con datos INEGI

2. METODOLOGÍA

Luego de la descripción del problema, se estiman los costos marginales que un ex tiradero impone a la sociedad. Posteriormente se hace un análisis costo-beneficio de las diferentes técnicas de remediación del sitio, usando diversas técnicas de valoración, tales como:

- a) Gastos defensivos. Son costos asociados a la potabilización del agua y la remediación del suelo
- b) Pérdida de valor. Pérdida del suelo para vivienda y menor valor de predios adyacentes
- c) Función del daño. Riesgos a la salud causados por la ingestión de aguas contaminadas con lixiviados y contacto dérmico con polvos del sitio

3. PROBLEMÁTICA ACTUAL

Ubicación. El antiguo tiradero de basura está situado en San Bernabé, Ciudad Solidaridad, Municipio de Monterrey en los límites con el municipio de Escobedo. Fue usado hasta 1990 para recibir los residuos sólidos municipales de toda el Área Metropolitana. Era un “tiradero controlado”, ya que la basura se cubría periódicamente con tierra. Carecía de sistemas de control para la captación de gases y lixiviados.

Situación actual. Hace 9 años se le cubrió con una capa de arcilla (con espesores desde 20 hasta 70 cm), con el objeto de evitar la infiltración de agua pluvial. La cubierta se encuentra en buenas condiciones, excepto en los bordes externos donde se pueden apreciar ciertos deslaves y el asomo de residuos, que no han sido biodegradados. Después de un recorrido por la zona, se estima que un 5% de la superficie puede presentar problemas de infiltración, lo cual generaría producción de lixiviados. El área que ocupa el tiradero es de 32 has. La altura promedio del residuo acumulado es de 6 m. Se estima un volumen de residuos de 1,920,000 m³ aproximadamente. Se observa una cobertura vegetal incipiente de vegetación nativa, especialmente huizache y pastizales. El acceso al terreno está limitado a través de malla ciclón y en su periferia se encuentran, el antirrábico, un gimnasio techado y una cancha de fútbol que se construyó después de excavar y retirar el residuo. El sitio está por encima del nivel de la calle y las construcciones aledañas. Presenta ondulaciones en la parte central, debido principalmente a la subsidencia del suelo, resultado de la compactación de los residuos durante su descomposición. En el costado Norponiente se encuentra un canal de concreto destinado a canalizar el agua de los escurrimientos generados por las precipitaciones pluviales, para evitar su entrada al sitio. No existen ríos o cuerpos de agua permanentes.

Uno de los dos flujos importantes de entrada de aguas subterráneas hacia el AMM se encuentra entre Topo Chico y el cerro de las Mitras⁶. Justo ahí se localiza el ex tiradero de referencia. En él se perforaron dos pozos para dar riego a la vegetación que se sembró, sin éxito hace 10 años. La profundidad de los pozos, (ya fuera de operación), es alrededor de 15-18 m, lo cual indica que el acuífero está cercano a la superficie y es fácil que haya migración de contaminantes hacia él. La falla de la reforestación inicial posiblemente se debió al Monóxido de Carbono y al metano que producen los residuos al descomponerse y que al nivel de raíz pueden dañar las plantas si no se siembran adecuadamente.

Riesgo Ambiental. Si bien en su momento los tiraderos controlados, o aún los rellenos sanitarios se consideraron la solución definitiva al problema de los residuos sólidos, los países que iniciaron con estas técnicas hace 30 años, se han dado cuenta que este sistema de disposición genera contaminación durante lapsos muy grandes. De acuerdo a la Environmental Protection

Agency⁷ (EPA) en los tiraderos y rellenos sanitarios de los Estados Unidos, existe un grave problema de contaminación de agua subterránea, debido a la migración de los lixiviados generados por los residuos, al entrar en contacto con la lluvia o con un acuífero. Con el tiempo los lixiviados dañan las cubiertas impermeables que debían impedir su migración.

Además, los residuos generan CO₂ y Metano. Ambos son gases responsables del efecto de invernadero. Su emisión persiste durante el tiempo en que se lleva a cabo la descomposición biológica de residuos y el metano al acumularse, puede generar explosiones. El municipio descartó hace 5 años el riesgo de explosión cuando realizó mediciones que resultaron negativas. Según la EPA el 1% del volumen de gases emitidos por un tiradero (conocidos como Compuestos Orgánicos no Metagénicos), contiene al menos nueve tipos de cancerígenos reales o potenciales. Los gases producto de la biodegradación tienen un olor desagradable y constituyen un tipo de contaminación sobre la cual no hay legislación ambiental.

4. PROBLEMÁTICA SOCIAL Y URBANA

Uso Urbano del predio. Un problema potencial sería la invasión del área con asentamientos irregulares, ya que actualmente el ex tiradero se encuentra rodeado con vivienda de alta densidad. La cercanía de una estación terminal del Metro a menos de 500 m de distancia y la existencia de escuelas de nivel básico y medio y otros servicios cercanos, hacen que el sitio, aparentemente “disponible”, sea tremendamente atractivo, para personas que no tienen acceso a suelo urbano por los canales comerciales. El crecimiento urbano en esa zona es dinámico y la presión sobre el suelo se acentuará ya que se espera que para el año 2010, Escobedo, (en especial hacia los límites con Monterrey, que es el sitio que nos ocupa) tendrá 363,000 habitantes. Esto implica que en solo 15 años se duplicará la población de 1995 (COESPO; 2001)⁸. Un suelo que ha sido usado para depositar basura, es altamente inestable, propenso a la subsidencia (hundimiento) y su capacidad de carga es mínima, por lo que las estructuras construidas sobre él invariablemente sufren deterioro.

También existe la posibilidad de que las autoridades enajenen el sitio a particulares, quienes a falta de una legislación apropiada podrían intentar urbanizarlo. En Monterrey ya se han dado casos de fraccionamientos situados sobre terrenos que se habían usado en el pasado como basureros (Col Garza Ayala en San Pedro y fraccionamiento Los Naranjos en San Nicolás).

5. ESTIMACION DE COSTOS

Para evaluar los costos que implica a la sociedad este sitio, se recurrió al análisis de los diferentes impactos y se esbozaron los posibles costos ambientales recurriendo a una serie de técnicas combinadas, teniendo cuidado de no contabilizar doblemente. No se contabilizó el valor del riesgo toxicológico, por falta de datos confiables. Debido a ello la valoración obtenida está por debajo de los costos reales que genera el sitio, pero los resultados son útiles para ofrecer una idea de la magnitud del problema.

Pérdida de valor de suelo para uso habitacional. Puesto que el terreno que se usó para el tiradero era de propiedad pública, administrado primero por el Gobierno del Estado y luego por FOMERREY, a nadie preocupó mucho que se usara para depositar la basura. Sin embargo, una vez contaminado y abandonado, crea una serie de externalidades. Para otorgarles un valor en

términos monetarios, se estimó cual sería el valor de ese suelo, si se hubiera destinado a vivienda. Catastro de Nuevo León asigna un valor de \$200.00 /m² para el suelo en el área alrededor de San Bernabé. Considerando que el 70% de las 34 ha pudieran haberse dedicado a vivienda, la pérdida de valor por este concepto sería de \$47,600,000.00 (pesos del año 2001).

Se usó este enfoque, aún cuando el método hedónico tradicional, relacionado con la pérdida de valor de suelo⁹ requiere la existencia de un mercado de bienes inmuebles maduro y competitivo, en donde los cambios en el valor de la propiedad se deban al efecto de la contaminación, manteniéndose todas las demás condiciones iguales (superficie de lote, calidad de construcción y servicios urbanos). En este caso, en realidad, la principal consideración para la compra de vivienda en la zona, son los bajos precios de adquisición.

La contaminación del agua subterránea, a diferencia de los malos olores y los residuos dispersos, no es evidente a simple vista y por ello las personas no la toman en cuenta al momento de la compra de una vivienda o terreno, a menos que exista ya una certeza pública y difundida de un problema de este tipo. Aparentemente, tampoco el aspecto antiestético de los residuos asomando por los lados del terreno, desanima a los compradores. Sin embargo, se encontró que en un radio de 4- 6 Km alrededor del ex tiradero, los precios del suelo son un 30% más altos. No hay que olvidar que si en lugar del ex tiradero se tuviera un área verde, el valor de las casas que lo rodean sería de 10% a 20% mayor y este es un costo de oportunidad que debe tomarse en cuenta.

Función del daño. Riesgo toxicológico. Los metales pesados como el cadmio, el arsénico y el zinc provenientes de los residuos y presentes en los lixiviados, constituyen los mayores factores de riesgo de contaminación al acuífero. En Noriega¹⁰ se estimó el análisis del riesgo toxicológico derivado de la ingestión de agua contaminada (proveniente de pozos) para los habitantes más cercanos al área, en un radio de 2 km. La EPA de Estados Unidos generalmente usa el radio de una milla como rango de análisis para definir el riesgo directo.

Se encontró que el cadmio es el elemento de mayor riesgo puesto que excede la dosis de referencia (RFD) oral que es de 5.0×10^{-4} , al existir la posibilidad de ser ingerido con el agua que se extrae del acuífero contaminado.. La EPA¹¹ considera que cuando el Índice de Peligro tiene un valor mayor a uno, supone un riesgo a la salud pública. En este caso, el Índice de Peligro, obtenido a través de la suma de los coeficientes de riesgo de niños y adultos de la zona de estudio sería de 354.24. No fue posible cuantificar el riesgo en términos económicos, ya fuera por el método de pérdida de ganancia (estimando las horas hombre de trabajo que se pierden por causa de enfermedades relacionadas con la ingestión de contaminantes), o mediante los gastos de defensa (estimados en costos médicos y hospitalarios).

Gastos de defensa. Costos de Remediación del Suelo. Como no es posible dejar el sitio sin ningún tratamiento, debido a los problemas sociales y ambientales ya mencionados, se evaluaron algunas alternativas de remediación. La elección del sistema más conveniente, depende del tipo de contaminantes y de las características del sitio. Es difícil que una sola técnica pueda remediar por completo todos los contaminantes, por lo cual con frecuencia se requiere la combinación de varias de ellas, con el aumento consiguiente en los costos de tratamiento. Entre las técnicas que se consideraron están:

- a) Atenuación Natural, Requiere de largos períodos de tiempo (hasta cientos de años) y aprovecha la capacidad de biodegradación de los microorganismos nativos del suelo
- b) Incineración Que implica la quema de los materiales a temperaturas adecuadas para su transformación a cenizas¹²

- c) Bioventing. Técnica utilizada para remediar la parte del suelo que se encuentra por encima de la capa de agua en el acuífero. Permite biodegradar hidrocarburos mediante la inyección de oxígeno, lo cual favorece la actividad de los micro organismos. No requiere remover el suelo, pero se tarda entre 2 y tres años
- d) Fitoremediación. Consiste en la introducción de especies vegetativas para remediar un sitio contaminado. Esta técnica aprovecha el hecho de que las raíces de las plantas, junto con los nutrientes, pueden absorber contaminantes (metales pesados o químicos¹³).
- e) Tratamiento externo del agua, mediante zeolitas y cloración¹⁴.

6. EVALUACIÓN AMBIENTAL

Para definir las técnicas de remediación más adecuadas, es necesario establecer la concentración y el tipo de contaminantes, a través de una serie de pozos de muestreo, cuyo número depende de la extensión del sitio y su complejidad geológica. Para una superficie de 32 ha se requiere como mínimo la perforación de 36 pozos de muestreo. El costo aproximado sería de \$200,000 (estimación hecha por el Laboratorio de Geofísica del ITESM Campus Monterrey, 2001). Una vez definida la caracterización final de los contaminantes y elegida la técnica de remediación, tendría que hacerse un muestreo anual para verificar el grado de avance del tratamiento. El costo anual sería alrededor de \$243,000. (\$3000/ muestra).

Si se tienen que realizar muestreos periódicos durante los treinta años que la EPA¹⁵ sugiere como el tiempo mínimo deseable de monitoreo, el costo total al cabo de este tiempo sería:

$$\text{Total de monitoreo por 30 años: } \$243,000.00 / (1 + .06)^{30} = \$3,344,853.97$$

(a valor presente, con una tasa de descuento del 6%, que es la diferencia entre la tasa nominal de 18% y la inflación anual esperada).

El agua es escasa en Nuevo León y las aguas subterráneas constituyen el 38% del suministro en el Área Metropolitana en la actualidad. Los pozos de la zona, que pertenecen al acuífero superficial, son muy susceptibles a la escasez de lluvia y sus gastos han descendido de 100 lps (1988-1992) hasta 22 lps (2000). En sólo dos de los pozos principales del área se extraen un total de 835,668 m³ / año¹⁶. Si se considera que algunos de ellos ya están contaminados y que se tiene que hacer un gasto adicional para purificar el agua y dejarla con calidad suficiente para uso humano, uno de los tratamientos más simples sería mediante el uso de arcillas y cloración con un costo inicial de \$3.00/ m³ (a una mayor concentración de metales pesados, la reposición de arcillas y el costo serían también mayores). Aplicando este costo de tratamiento durante 30 años se tendría:

$$\text{Costo mínimo de Potabilización } \$2,507,004 / (1 + .06)^{30} = \$34,508,486.76$$

La potabilización del agua se considera como gasto de defensa y se haría para reducir efectos indeseables en la salud pública. Se considera como una aproximación mínima de los costos ambientales de la contaminación. En realidad el tratamiento de las aguas subterráneas para reponer su estándar al nivel de agua potable no ha sido muy exitoso¹⁷ y esa es una razón crítica para evitar el depósito de los residuos en sitios donde se pueda contaminar un acuífero.

Remediación. En Noriega¹⁰, se hizo la comparación entre la bioremediación, la incineración y el bioventeo y se encontró que la mejor opción y la más económica es la fitoremediación. En la tabla 1 se resumen los costos de las diversas técnicas.

Tabla 1. Resumen de posibles costos de remediación

Muestreo Inicial	\$ 200,000
Monitoreo por 30 años	\$ 3,344,853.97
Costo de Potabilización por 30 años	\$ 34,508,486.76
Fito remediación	\$ 256 000. 00
Bioventing*	\$3,421,455,29531. 00
Incineración	\$ 7 680 000 000. 00

Nota: A todas las alternativas, excepto incineración, se les tiene que agregar el costo del muestreo inicial y el de monitoreo por 30 años: En el caso del bioventing el monitoreo es sólo por tres años. Al costo de Bioventing se le añade además el de fitoremediación.

El siguiente paso es revisar los beneficios de la fitoremediación, ya que desde el punto de vista de la eficiencia económica, el costo de remediación por lo menos debe ser igual al beneficio que proporciona.

Beneficios de la Fitoremediación. El primer beneficio sería la recuperación del acuífero para proporcionar agua a más de 1800 viviendas (con una dotación de 250 L /hab/día). El uso de suelo para vivienda deberá quedar descartado, por lo que se tienen que estimar beneficios de los servicios ambientales que puedan ser obtenidos a partir de la remediación. Para ello se utiliza la metodología de Costanza⁵ referente al Valor de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas. Dicho autor señala que es difícil establecer un valor para los servicios de un ecosistema y que éstos son sustituibles hasta cierto punto. También reconoce que las curvas de demanda para los servicios proporcionados por los ecosistemas son muy difíciles de construir. Su enfoque fue valorar la suma del surplus del productor y del consumidor, o la renta neta, o un proxy para el valor económico del servicio (según el caso), para cada tipo de servicio, para cada diferente ecosistema. Con ello arriba a una tabla que se adaptó al caso en estudio. Los valores están expresados en términos de dólares por hectárea, por año (ver tabla 2).

Tabla 2. Valor de los servicios prestados por ecosistemas aplicado al caso en estudio

Servicios	Función del ecosistema	Valor (US dólares /ha/año)
Regulación de emisión de gases	Regulación de la composición química de la atmósfera	\$3.30
Regulación del clima	Regulación de la temperatura global precipitación y otros procesos biológicos climáticos	\$158.50
Regulación de disturbios	Capacitancia de los ecosistemas a fluctuaciones ambientales	\$2.25
Regulación hidrológica	Regulación de flujos hidráulicos	\$2.25
Control de erosión y sedimentación	Retención de suelo al interior del ecosistema	\$108
Formación de suelo	Proceso de restauración y formación de suelo	\$11.25
Conservación de nutrientes	Almacenamiento y recirculación interna, procesamiento y	\$405

	adquisición de nutrientes	
Tratamiento de residuos	Remoción de nutrientes excesivos y de sustancias xenobióticas	\$97
Polinización	Movimiento de gametos florales	\$28
Control biológico	Regulación de la dinámica trófica de las poblaciones	\$2.25
Refugio	Hábitat para poblaciones residentes o en tránsito	No valorado
Recursos genéticos	Fuente de recursos genéticos únicos	\$16
Recreación**	Proporciona oportunidades para actividades recreativas	\$60**
Cultural	Espacios para usos no comerciales	No aplicable
Social	Favorece integración familiar y vecinal	No valorado
Total por hectárea		\$893.00

**SE estimó un precio de un peso por visitante, a un promedio de 50 visitantes por día: El valor puede ser mucho más alto, ya que en fines de semana y periodos vacacionales se pueden recibir hasta 1,500 visitantes.

Nota: los precios iniciales de Costanza se ajustaron calculando la inflación en Estados Unidos desde 1994 a la fecha.

El valor anual en dólares de los servicios que prestan los ecosistemas en las 32 ha sería de \$28,576.00. En pesos, a una tasa de cambio de \$9.50 el valor anual sería de \$271,472.00. Descontando los primeros 5 años que tarda la vegetación en establecerse y estimando una vida de 100 años para los árboles, el valor presente de los servicios para la zona tratada mediante fitorremediación sería de:

Valor de los servicios prestados por las 32 hectáreas de zona forestada: $\$271,472 / (1+.06)^{95}$
 = \$4,506,688.33

Una cantidad \$961,834.33 mayor que los \$3,544,854.00 que costaría la fitorremediación, complementada con el monitoreo durante 30 años. Al casi millón de pesos en servicios ambientales, habría que sumar el incremento del valor en las propiedades alrededor de la zona y el posible aumento en los impuestos prediales por esta causa, así como el ahorro en los gastos médicos y otros gastos de defensa que ya se mencionaron.

7. RESULTADOS

Tabla 3. Resumen de daños, costos de remediación y beneficios de fito remediación

Externalidades negativas		Remediación		Beneficios fito remediación
Gastos de defensa*	\$34,500,000.00	Costo incineración	\$ 7, 680,000,000.00	\$4,506,688.33
Pérdida de valor de suelo	\$47,600,000.00	Costo bioventing	\$3,558,053,340.73	
Total aproximado	\$82,100,000.00	Costos fito remediación	\$38,053,340.73	

- a) En la tabla 3 se presenta un resumen de los costos debido a externalidades. Hay que recordar que el valor real sería mucho mayor, debido al riesgo toxicológico. Se observa que los costos por pérdida de suelo para uso habitacional, serían de \$47, 600,000.00 (2001), lo cual implica que no se debe continuar inutilizando el suelo a través del uso de rellenos sanitarios. La recuperación de suelo para uso habitacional requeriría de la aplicación de otra técnica conocida como reclamación, que consiste en la remoción total de la basura y su incineración posterior. Solamente la incineración tiene un costo de 7,680 millones de pesos (2001)
- b) El Índice de Peligro que se obtuvo para el sitio es de 345.24 calculando tanto la dosis ingerida como la exposición dérmica. La EPA considera que un Índice de Peligro mayor a uno ya significa un riesgo de salud pública y justifica la inversión en remediación
- c) No es posible esperar cuando menos los 30 años que tarda el proceso de atenuación natural en biodegradar los residuos sólidos, debido a los problemas ambientales de contaminación al acuífero, a los potenciales problemas sociales y al riesgo toxicológico
- d) Las técnicas de remediación de suelo varían en eficiencia y costo, pero dentro de ellas la fitoremediación es la menos costosa, la más sencilla y la que a largo plazo generará mayores beneficios ambientales en conjunto. La estimación que se hizo de estos beneficios es de \$4,506,688.33, cantidad muy superior, a los costos de la fitoremediación.

8. CONCLUSIONES

La contaminación que genera un tiradero o relleno sanitario, prevalece por varias décadas después de que el lugar llega al final de su vida útil generando externalidades que no es posible medir directamente. Se tiene que recurrir a técnicas de valoración indirectas.

No es conveniente continuar usando superficies de suelo tan grandes, con periodos de vida tan cortos, para depositar la basura. El suelo en Monterrey tiene un costo cada vez más alto y se debe procurar manejarlo con criterios de desarrollo urbano sostenible.

Es necesario contar con legislación apropiada, aunada a mecanismo de mercado (impuestos, tarifas de dos partes entre otros) para obligar a la sociedad a reducir la producción de residuos y con ello los problemas asociados a la disposición final de residuos. Previamente se hará el análisis de costos de implementación y vigilancia de esa legislación. Un paso inicial sería hacer obligatoria la separación de residuos domésticos para facilitar su reciclaje. Otra alternativa serían tarifas de disposición final, que reflejen los verdaderos costos ambientales de los tiraderos y rellenos sanitarios. Estas instalaciones representan un riesgo para la salud y para el ecosistema, que prevalece por periodos de por lo menos 30 a 50 años y no son una solución definitiva a la disposición final

La legislación en nuestro país no contempla las medidas aplicables a un sitio destinado a relleno o tiradero al final de su vida útil.

Dentro de las técnicas de remediación más razonables en cuanto a su costo, se encuentra la fitoremediación. Esta técnica además tiene una serie de impactos ambientales positivos que abarcan periodos de tiempo considerables, por lo que desde el punto de vista de la eficiencia económica se justifica invertir en ella. Los beneficios de la fitoremediación pueden medirse a través de la voluntad de pago que tiene un individuo para tener un medio ambiente más sano, seguro, estable y estético, expresada como el valor de los servicios ambientales o capital natural.

Los costos económicos de la contaminación pueden ser medidos de manera indirecta, estimando los costos de los proyectos de remediación del agua y del suelo, la pérdida de valor de propiedades y el daño causado a la salud.

Bibliografía

- (1) Tchobanoglous, G., H. Theisen, and V. Samuel. 1993. Integrated Soil Waste Management. McGraw Hill, Inc.
- (2) Shechter, Mordechai. An anatomy of a groundwater contamination episode. Journal of environmental economics and management. Vol. 12, pp 72-88, 1983
- (3) Mendelson, Robert. Measuring hazardous waste damages with panel models. Journal of environmental economics and management. Vol 22, pp 259-271, 1991
- (4) Environmental Protection Agency (EPA). Guía del ciudadano. Medidas fitocorrectivas. Oficina de innovaciones tecnológicas. EPA 542-F-96-025, 1996
- (5) Costanza Robert et al, The Value of The World's Ecosystem services and Natural Capital. Nature. Vol 387, mayo 1997
- (6) Alva Niño Efraín. Estudio Geológico hidrogeológico de la Región Noreste de Monterrey Nuevo León. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Abril de 1997
- (7) Environmental Protection Agency (EPA). Report to Congress: Solid Waste Disposal in the United States. Vol I Tabla 3, 1998
- (8) COESPO. Comunicación personal, mayo 2001
- (9) Noriega Crespo Pilar. Metodología para la evaluación y corrección de un sitio destinado a la disposición final de residuos sólidos municipales. Tesis de Maestría. ITESM, 1999
- (10) EPA. Integrated Risk Information System. Environmental Protection Agency, USA, 2001
- (11) SEDUOP, Comisión de la Zona Conurbada. Plan Metropolitano 2021. Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada de Monterrey, septiembre 2000.
- (12) Munashinge Mohan Environmental Economics and Inflation in Development Decision Making. The World Bank, Environmental Department, Febrero 1992, pp 1-66
- (13) Miller R.R. Phytoremediation: Technology overview. Groundwater, 1996 Kolluru Rao, Consultants. Understanding the basics of risk assessment.. Chemical Engineering Process, vol. 87, pp 61-67, marzo 1991
- (14) Barrera Hipólito, Apuntes sobre Bioremediación. Apuntes. UNAM 1995
- (15) EPA. Solid Waste disposal criteria. Final Rule, 1991
- (16) Agua y Drenaje de Monterrey. Gasto mensual de pozos en el Área Metropolitana de Monterrey. No publicado, 2000
- (17) Eweis, Ergun. Bioremediation principles. McGraw Hill, 1996

La certificación ISO 9001 en centros de investigación del ITESM, Campus Monterrey: Implementación y beneficios

Adán López Miranda y Claudia Elízcago Sepúlveda • Campus Monterrey

Certificaciones ISO 9000 y QS 9000 en México

Javier Ruiz Nochebuena y Carolina Stark • Campus León e IAESTE, Universidad Tecnológica de Linköping, Suecia

Explotación de oportunidades de negocios: Experiencias del broker de negocios virtuales

Ricardo Mejía, Nathalie Galeano, Joaquín Aca y Arturo Molina • Campus Monterrey

Hacia una teoría de involucración, y los factores más importantes para el alto desempeño en organizaciones mexicanas, un enfoque inductivo

Antonio G. Castañeda Ríos y Ricardo Flores Zambada • Campus Querétaro y Campus Monterrey

El Instituto Electoral del Distrito Federal. Experiencias empíricas en el diseño institucional y el cambio organizacional

Angel Gustavo López Montiel • Campus Ciudad de México

Expresiones de la cultura gerencial mexicana en el contexto internacional. Un estudio de caso

Anabella Dávila y Edmundo García • Campus Monterrey y Vitro Flex

Uso de la clasificación internacional de patentes para la generación de marcos tecnológicos

Carlos Téllez Martínez • Campus Guadalajara

LA CERTIFICACIÓN ISO 9001 EN CENTROS DE INVESTIGACIÓN DEL ITESM, CAMPUS MONTERREY: IMPLEMENTACIÓN Y BENEFICIOS

Adán López Miranda¹, Claudia Elizondo Sepúlveda²

Recientemente dos centros de investigación del ITESM campus Monterrey lograron la certificación ISO 9001, el Centro de Calidad (Oct ' 99) y el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (Oct ' 00). Los motivos que impulsaron a los directivos para buscar dicha certificación, el proceso que se llevó a cabo y los beneficios percibidos por personal interno de los Centros de Investigación, forman el contenido principal de este trabajo. De la literatura se rescatan los beneficios que se reportan al obtener la certificación ISO 9000 y se comparan con los que se han percibido por el personal interno de ambos centros. Igualmente, las lecciones aprendidas se exponen para que otras entidades similares e interesadas en la certificación puedan apoyarse en esta experiencia para tomar mejores decisiones.

Palabras clave: ISO 9000, sistemas de aseguramiento de calidad, centros de investigación, beneficios.

1. Introducción

El sistema de aseguramiento de calidad basado en la norma ISO 9000 nace como una propuesta para mejorar y estandarizar los procesos y actividades en los que se ve involucrada la elaboración de productos y/o la prestación de servicios [1].

Las normas ISO 9000 son estándares de calidad reconocidos a nivel internacional que sirven de guía para definir, establecer, documentar y mantener un sistema para administrar y asegurar la calidad [2]. En ellas se especifican requisitos orientados principalmente para lograr la satisfacción del cliente y establecen que deben utilizarse cuando se necesite demostrar la capacidad de un proveedor para diseñar y suministrar productos conformes [3].

La certificación en las normas de calidad ISO 9000 es cada vez más frecuente [1,4], y se realiza por medio de organismos externos e independientes. En muchos casos su aplicación es un requisito indispensable para alcanzar la condición de proveedor "certificado", con las preferencias comerciales que esto implica.

Dentro de las razones principales por las que se lleva a cabo un proceso de aseguramiento de calidad hacia la certificación en estas normas se encuentran las siguientes [5]:

- Presión de clientes

¹ Ing. Adán López Miranda, Profesor de planta, Centro de Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM Campus Monterrey, adlopez@campus.mty.itesm.mx.

² Ing. Claudia Elizondo Sepúlveda, Asistente de investigación, Centro de Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM Campus Monterrey, al602789@mail.mty.itesm.mx.

- Anticipación a la solicitud de clientes por implementar la norma ISO 9000
- Ventaja competitiva en el mercado
- Acceso a nuevos mercados
- Mejorar la calidad del producto o servicio
- Evitar evaluaciones por parte de proveedores y otras partes interesadas

El objetivo de este trabajo es presentar la forma en que dos de los centros de investigación del ITESM campus Monterrey llegaron a obtener la certificación en la norma ISO 9001, el Centro de Calidad (CC) y el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (CSIM). También se dan a conocer los principales problemas encontrados, así como la forma de enfrentarlos. Finalmente se presentan los resultados de una encuesta exploratoria, donde se comparan los beneficios reportados en la literatura, contra aquellos percibidos por el personal interno de ambos Centros después de la certificación.

Es importante hacer notar que la literatura a nivel nacional e internacional reporta los esfuerzos de implantación y beneficios en empresas orientadas a la fabricación de productos. Sin embargo, no se encuentra abundante literatura acerca de la aplicación de las normas en Centros de Investigación. Esta coyuntura presentó un cuestionamiento interesante entre los directivos y profesores del Campus Monterrey por saber si los beneficios reportados por la certificación de la norma ISO, pueden también obtenerse en centros de investigación y desarrollo.

Como contribución de este trabajo, se pretende dar a conocer los procesos mediante los cuales se puede implementar un sistema de calidad en centros de investigación y obtener con éxito la certificación en la norma ISO 9001. Se describen los beneficios que hasta el momento se han identificado en los Centros de Investigación y se comparan con los descritos en la literatura. De esta forma, se busca compartir las experiencias de dos importantes centros de investigación del Tec de Monterrey, para que otros Centros, ya sea del mismo instituto o externos, tomen decisiones en cuanto a emprender este camino, que ofrece beneficios por una parte, pero esfuerzos e inversiones por la otra.

2. Metodología

El presente documento presenta un reporte de experiencias en la implantación y certificación de sistemas de calidad, así como una investigación de los beneficios obtenidos. En primer lugar, para documentar las experiencias se realizaron una serie de entrevistas con personal que trabajó durante la etapa de implementación del sistema de calidad en los dos centros. Entre las personas entrevistadas se encuentran: directivos, directores de los Centros, profesores y personal que de alguna manera participó en el proyecto. Las entrevistas fueron realizadas tanto en forma individual como en grupo, y el objetivo principal era obtener información sobre la forma en que los centros de investigación llegaron a obtener la certificación, así como para identificar problemas que se presentaron a lo largo del proceso de certificación, sus consecuencias y cómo se enfrentaron. Los autores de este artículo trabajaron directamente en la implantación del sistema de calidad en uno de los centros.

También se revisaron algunos documentos relacionados con el proceso de certificación, como son: planes de trabajo, informes de la dirección, reportes e información que los centros colocaron en publicaciones y páginas de internet.

En segundo lugar, se consultaron varias fuentes bibliográficas con el fin de determinar los beneficios que de acuerdo a estudios anteriores se atribuyen a la implementación de un sistema de aseguramiento de calidad basado en la norma ISO 9000. Para compararlos con los que hasta el

momento se han detectado en los Centros de Investigación se aplicó una encuesta exploratoria a 10 personas del Centro de Calidad, y a otras 27 del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura.

Entre las personas a quienes se aplicó la encuesta se encuentran: los directores de los Centros, profesores, técnicos, asistentes y coordinadores; todos ellos participaron en la implantación y colaboran actualmente en el sistema de aseguramiento de calidad. La encuesta era contestada individualmente y en las instrucciones se aclaraba que la llenaran de acuerdo a su percepción y experiencia particular con el sistema de calidad.

En la Tabla 1 se muestran algunos de los beneficios reportados por diversas fuentes bibliográficas [4, 6, 7, 8 y 9] y son atribuibles a la implementación de un sistema de aseguramiento de calidad basado en la norma ISO 9000. En la encuesta se realiza una comparación de estos beneficios con los encontrados en los Centros de Investigación, utilizando para ello una escala de valor que va desde beneficios nulos, hasta notables.

1. Se procura la calidad en forma continua	10. Establecimiento de la documentación
2. Mejora la imagen de la organización	11. Mejora el diseño del producto
3. Responsabilidades entendidas y definidas	12. Incremento en la productividad
4. Mejoras en el entrenamiento	13. Mejoran las relaciones con los proveedores
5. Mejora la comunicación interna	14. Mejora en los procesos
6. Mejora la calidad del producto	15. Reducción de desperdicios y retrabajos
7. Desarrollo de habilidades en los empleados	16. Incremento en la satisfacción del personal
8. Motivación del personal	17. Incremento en el nivel de satisfacción del cliente
9. Se adquiere ventaja competitiva	

Tabla 1. Beneficios obtenidos al implementar un sistema de aseguramiento de calidad haciendo uso de la norma ISO 9000.

De las entrevistas se desprende que los beneficios esperados por directivos del ITESM al iniciar el proceso de certificación en los Centros fueron principalmente: documentar y estandarizar los procesos, cubrir el requerimiento de contar con la certificación por parte de la solicitud de clientes y los ahorros económicos internos que resultan de la simplificación de procesos administrativos. También se consideraron otros beneficios, como lo son: trabajo en equipo, mejor comunicación interna y reducción de desperdicios. Como se puede ver, las expectativas no distan mucho de las reportadas en la literatura (Tabla 1).

3. Resultados y Discusión

3.1 Implementación en el Centro de Calidad

El Centro de Calidad es un centro de investigación que brinda asesoría y educación en las áreas de: sistemas de comportamiento humano y servicios, administración por calidad total, ingeniería estadística, aseguramiento de calidad ISO/QS 9000 y productividad y optimización de la cadena de valor. Laboran alrededor de 40 personas y constantemente reciben apoyo por parte del Director del Centro para implementar proyectos y prácticas de mejora [10].

La inquietud de implementar y trabajar bajo un sistema de aseguramiento de calidad en las normas ISO 9000 surgió en el año 1997 por parte del Director del Centro de Calidad, pues se deseaba aplicar

" en casa" lo que el Centro ofrece al público como área de asesoría a las empresas y también por la falta de sistemas administrativos internos controlados y estandarizados. Posterior a esto, la certificación de los centros de investigación del Campus Monterrey se adoptó como una estrategia competitiva por parte del rector del mismo campus.

El Director del Centro de Calidad decidió incorporar en el alcance de la certificación a los servicios de asesoría y capacitación en sistemas de calidad y productividad porque son las actividades principales que allí se realizan. La investigación no se incluyó porque conforma una pequeña parte de las actividades realizadas en el Centro, y tampoco se incluyó la actividad docente, pues está regida principalmente por políticas de la institución a la que pertenece el centro.

En el Centro de Calidad se nombró a un profesor como responsable para coordinar todo el proyecto e informar sobre los avances del mismo. Esta persona dedicaba aproximadamente medio tiempo a labores específicas del proyecto ISO 9000, y era apoyada por un asistente de investigación que dedicaba tiempo completo a este proyecto, ambas tenían conocimiento de la norma ISO y formalmente fue el equipo que administró los esfuerzos para lograr la certificación. Las etapas que se siguieron durante el proyecto de certificación fueron: diagnóstico, documentación, implementación, verificación y certificación. A continuación se describirá cada una de ellas.

Diagnóstico. Se realizaron una serie de entrevistas al personal que labora y ejecuta las actividades contempladas en el alcance, esto con el fin de identificar los requisitos de la norma ISO 9001 que se tenían que cubrir de acuerdo a la operación del Centro. Con esto, identificaron los procesos que tenían que documentar y se dieron cuenta también que contaban con algunas actividades documentadas y registros que les serían de utilidad.

Documentación. Consistió fundamentalmente en elaborar los procedimientos de las actividades cotidianas desempeñadas por el personal, así como otras requeridas para cumplir con el sistema de aseguramiento de calidad. Las personas que fueron responsables de redactar los documentos fueron el coordinador del proyecto y su asistente, ambos en conjunto con las personas que realizaban las actividades. Una vez elaborados los documentos, se validaban con el responsable del área y en caso de requerirse se hacían las correcciones necesarias. Adicionalmente dos personas de Qintec, Departamento de Mejora Continua del ITESM con experiencia en procesos de certificación se daban a la tarea de revisarlos, emitían sus comentarios respecto al cumplimiento de la norma ISO 9001 y en caso de requerirse se hacían modificaciones a los documentos y se informaba de los mismos a los involucrados.

Implementación. Esta etapa se comenzó conforme los documentos eran aprobados, cada persona era responsable de leer, entender y hacer uso de los documentos relacionados directamente con sus responsabilidades. En paralelo a esta fase, el personal asistía a cursos de capacitación que el centro impartía al público en general, dichos cursos eran de conocimiento de la norma o de auditoría interna.

Verificación. Esta fase consistió en realizar auditorías por parte de personal calificado como auditor interno, conformado por profesores, coordinadores y profesionistas de apoyo. Se revisó que lo documentado estuviera implementado efectivamente y que también se cubrieran los requisitos de la norma ISO 9001 en la documentación antes realizada. De estas evaluaciones surgieron ajustes y cambios que se requerían para pasar a la etapa de certificación.

Certificación. Finalmente había que prepararse y coordinarse para ser evaluados por un organismo externo. Para esto, se realizó una pre-auditoría por un auditor externo en donde se detectaron varias no conformidades que fueron solucionadas antes de la auditoría de certificación.

Algunas de las acciones que influyeron para concluir satisfactoriamente el proyecto fueron: la asignación de personal con experiencia y conocimientos del proceso de certificación para coordinar el proyecto, el apoyo proporcionado constantemente por parte del Director y el reducido número de personas involucradas en el proceso.

Uno de los principales problemas a los que se enfrentaron fue la lenta respuesta inicial de profesores y coordinadores de área al momento que se les asignaba la tarea de verificar lo descrito en los documentos, pues no dedicaban el tiempo suficiente para llevarlo a cabo en el tiempo establecido. La solución que propuso el Director para continuar con el proyecto y que dio resultado fue la elaboración de una carta compromiso por parte de cada uno de los responsables.

Otra característica importante que afectó el avance del proyecto fueron los constantes cambios organizacionales por los que pasó el Centro de Calidad, ya que el proceso de implantación inicio prácticamente a la par del nombramiento de un nuevo director.

A efecto de tener una dimensión aproximada del esfuerzo y monto de inversión, se puede mencionar que el tiempo que se demoraron en obtener el certificado fue aproximadamente de 2 años y el gasto directo fue del orden de 50,000 pesos asignados principalmente para la auditoría de certificación.

3.2 Implementación en el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura

El Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (CSIM) es un centro de investigación que brinda asesoría, educación y desarrolla proyectos en las áreas: desarrollo integrado de producto, ingeniería de producción y servicios, automatización e integración de empresas y materiales industriales y procesos de manufactura [11].

Contando con alrededor de 100 empleados, este centro comenzó a trabajar en el proyecto de certificación debido a la directriz del rector del Campus Monterrey. El alcance de la certificación se definió entre el Director del Centro y los profesores. Las actividades o procesos que inicialmente se querían contemplar en el alcance de la certificación eran: los servicios de laboratorio de maquinados, materiales industriales, el diseño e impartición de cursos y diplomados, y finalmente el desarrollo de proyectos de consultoría. De esta forma, al igual que el Centro de Calidad se excluían los procesos académicos, así como los proyectos internos y los patrocinados por organismos cuyo interés es la investigación científica.

Se comenzó a trabajar en la implantación del sistema en Septiembre del año 1998 nombrando a un profesor como responsable y se contrató a un asistente de apoyo para que se dedicara tiempo completo al proyecto. Tanto el profesor responsable, como el asistente contaban con experiencia previa en implementación de sistemas de calidad ISO 9000. Además, por el tamaño del Centro, se contrató a cuatro estudiantes de medio tiempo para que se encargaran de la tarea de entrevistar y documentar todos los procesos necesarios.

Para controlar el avance del proyecto se realizó un programa con las actividades y etapas principales que se deberían de cubrir para conseguir la certificación, que en general eran similares a las que siguió el Centro de Calidad: diagnóstico, documentación, implementación, verificación, y certificación. En el mismo programa se definieron los responsables y fechas en que las actividades deberían estar cubiertas, también para cada actividad se realizaron planes de trabajo. En la Figura 1, se muestra la estructura de la división del trabajo empleada para el proyecto y en las líneas siguientes se describen las etapas.

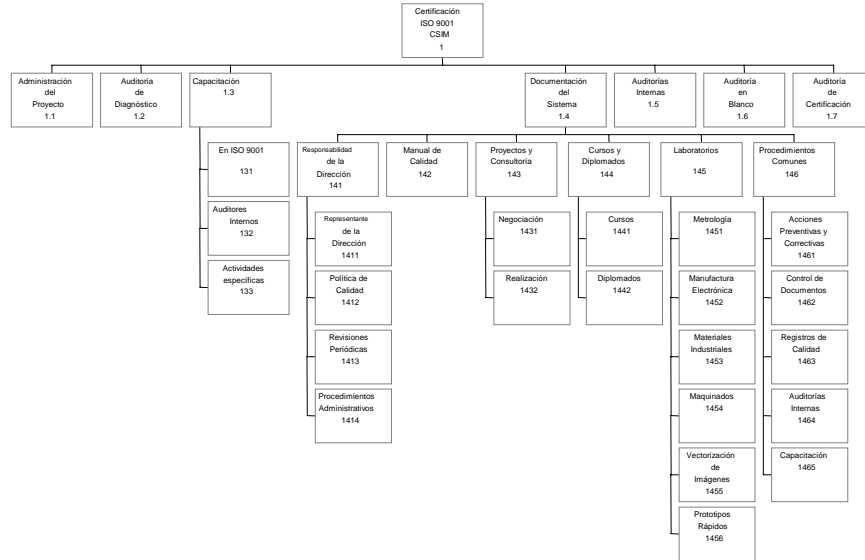


Figura 1. Estructura de la división de trabajo realizada para el proyecto de implementación de ISO 9001 en el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura.

Diagnóstico. Con apoyo de personal experto del Centro de Calidad, se revisó la documentación que se había desarrollado previamente para documentar algunos procesos o actividades y el nivel actual de cumplimiento con cada uno de los requisitos de la norma ISO 9001. Esto se llevó a cabo con el fin de enfocar los esfuerzos en el cumplimiento de los requisitos faltantes, sin embargo, los resultados del diagnóstico revelaron que gran parte de la documentación carecía de la orientación que especifica la norma ISO 9001.

Documentación. Se comenzó esta etapa dando instrucciones a los estudiantes para que documentaran los procesos de proyectos, cursos y diplomados. Los procedimientos necesarios para administrar el sistema de calidad fueron documentados por un asistente de investigación y el profesor responsable del proyecto se encargó de elaborar el manual de calidad. Los estudiantes comenzaron a realizar entrevistas con los responsables de las actividades, y con la información recolectada iban preparando los documentos, sin embargo, debido a la falta de experiencia, solamente se documentaban las actividades tal y como eran descritas por los entrevistados, sin cuidar que se estuvieran cubriendo los requisitos de la norma ISO 9001.

Lo anterior ocasionó retrabajo de gran parte de la documentación, porque además las personas describían el proceso de la manera en que particularmente cada quien lo hacía, complicándose las posibilidades de estandarizar. Esta situación se tuvo que corregir asignando a personas con experiencia y conocimiento de la norma para que se encargaran de realizar nuevamente los documentos.

Implementación. Esta etapa se refiere a la aplicación y uso de los documentos una vez autorizados y comenzó junto con la capacitación en los mismos. También se llevó a cabo una capacitación para los auditores internos y otra a todo el personal para que se sensibilizara y se preparara para la auditoría de certificación.

Verificación. Se llevaron a cabo auditorías internas para verificar el estado de cumplimiento con los documentos y con los requisitos de la norma ISO 9001. Estas evaluaciones fueron llevadas a cabo por auditores internos cuando toda la documentación estaba lista. El equipo de auditores internos estuvo integrado por profesores y personal de apoyo, quienes conformaban un grupo de siete personas en total.

Certificación. La auditoría de certificación fue programada después de concluida la capacitación y la pre-auditoría efectuada por un organismo externo, pues se tenían que corregir las no conformidades detectadas en la misma.

Las principales acciones efectivas que contribuyeron a lograr la certificación fueron el asignar a un profesor con experiencia para coordinar la implementación del sistema de calidad, el llevar un control adecuado del proyecto y la colaboración de personal del área de Calidad y Mejora Continua del Campus (Qintec), de los laboratorios y del staff de calidad, quienes participaron activamente en el proceso..

Algunos de los problemas que se detectaron durante el proyecto fueron igualmente la actitud del personal al interpretar que la implantación de este sistema los llevaría a realizar actividades adicionales de las que a diario realizaban, y no se percibían claramente los beneficios que se obtendrían al estandarizar y controlar las actividades clave del Centro. Ya se mencionó que la asignación de estudiantes sin conocimiento en la norma de calidad que se estaba aplicando fue otra situación que provocó retrabajo en la etapa de documentación y un atraso considerable en el proyecto.

La diversidad de opiniones para llegar a estandarizar los procesos fue un problema que se tuvo que enfrentar, pues algunas personas deseaban documentar la mejor forma de realizar la actividad, mientras que otras creían conveniente documentarla como siempre la habían hecho.

El tiempo que tomó obtener el certificado fue aproximadamente de 2 años y la inversión económica fue del orden de 350,000 pesos, distribuidos en mayor parte en la auditoría de certificación, compra calibración de equipo para laboratorios y pago de salarios para el personal contratado *ex profeso*.

3.3 Beneficios

La situación nacional de contracción económica, nuevos proyectos de mejora, cambios organizacionales y el breve tiempo que ha transcurrido después de la certificación, hicieron difícil encontrar evidencias que relacionen directamente los posibles beneficios económicos de la certificación. Es por ello que se decidió realizar una encuesta exploratoria al personal de ambos centros, para que a partir de una lista de beneficios reportados en la literatura, definieran la magnitud de los beneficios obtenidos (ver la sección de la metodología para información sobre la encuesta).

En las tablas 2 y 3 se muestran los resultados de las encuestas aplicadas. De la información que contiene se puede destacar en primer lugar un amplia dispersión en la percepción de beneficios que el personal interno señaló. También se puede concluir que los usuarios de ambos Centros consideran

como un beneficio notable el establecimiento de la documentación, es decir, el hecho de que ahora existan procedimientos de los procesos que se realizan. Un tercer elemento de aparente consenso en ambos Centros es que ha habido un beneficio escaso o apenas regular en lo que se refiere a incremento en la satisfacción de personal.

Beneficios Reportados en la Literatura	Beneficios identificados en el Centro de Calidad				
	Nulos	Escasos	Regulares	Notables	No sé
Se procura la calidad en forma continua			5	5	
Mejora la imagen de la organización		2	3	5	
Responsabilidades definidas y entendidas		1	3	6	
Mejoras en el entrenamiento		2	5	3	
Mejora la comunicación interna			6	4	
Mejora la calidad del producto		1	7	2	
Desarrollo de habilidades en los empleados		1	4	5	
Motivación del personal		4	6		
Se adquiere ventaja competitiva		2	3	5	
Establecimiento de la documentación				10	
Mejoras en el diseño de los cursos y diplomados		1	7	2	
Incremento en la productividad		2	8		
Mejoran las relaciones con los proveedores		1	5	3	1
Mejora en los procesos		1	5	4	
Reducción de desperdicios y retrabajos		2	3	5	
Incremento en la satisfacción del personal		5	5		
Incremento en el nivel de satisfacción del cliente		1	4	4	1

Tabla 2. Beneficios percibidos en el Centro de Calidad al implementar un sistema de aseguramiento de calidad con el estándar ISO 9000.

Beneficios Reportados en la Literatura	Beneficios identificados en el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura				
	Nulos	Escasos	Regulares	Notables	No sé
Se procura la calidad en forma continua	1	2	13	9	2
Mejora la imagen de la organización			5	22	
Responsabilidades definidas y entendidas		1	16	11	
Mejoras en el entrenamiento		4	14	7	1
Mejora la comunicación interna		4	14	8	1
Mejora la calidad del producto	2	4	11	11	
Desarrollo de habilidades en los empleados		6	14	5	1
Motivación del personal	3	4	17	4	1
Se adquiere ventaja competitiva		1	4	20	2
Establecimiento de la documentación			2	24	2
Mejoras en el diseño de los cursos y diplomados			4	8	15
Incremento en la productividad	1	4	10	4	9
Mejoran las relaciones con los proveedores		2	8	10	6
Mejora en los procesos		4	8	11	3
Reducción de desperdicios y retrabajos		4	12	14	7
Incremento en la satisfacción del personal	1	7	14	4	1
Incremento en el nivel de satisfacción del cliente	1	2	11	8	5

Tabla 3. Beneficios percibidos en el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura al implementar un sistema de aseguramiento de calidad con el estándar ISO 9000.

En el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura, utilizando el mismo criterio, destacan como beneficios: a) Mejora la imagen de la organización, b) Mejoras en el diseño de cursos y diplomados.

Además de los beneficios anteriores, que parecen ser los únicos de consenso, y diferenciando los resultados de ambos Centros, en la Tabla 2 podemos ver que de la muestra estudiada en el Centro de Calidad hay dos elementos que implican suficientes beneficios “Notables” y “Regulares” y además no tienen ningún señalamiento en el rubro de “Escasos”: a) Se procura la calidad en forma continua y, b) Mejora la comunicación interna

Se espera que en un futuro se lleguen a identificar y percibir más claramente los beneficios, pues el tiempo estimado para ello es mayor a los cinco años de trabajo con el Sistema de Aseguramiento de Calidad basado en el estándar ISO 9000 [5].

4. Conclusiones

La certificación ISO 9000 ha sido conseguida por dos Centros del Campus Monterrey. Como se ha mencionado, a nivel mundial se reportan cada vez más empresas certificadas de índole industrial, pero no se ha mostrado la misma tendencia en Centros de Investigación. Lo anterior presentó retos y cuestionamientos sobre los beneficios del proyecto, mismos que aún no se pueden evaluar cuantitativamente. Sin embargo, las lecciones aprendidas en el proceso y los beneficios percibidos por el personal interno de los Centros de Investigación permiten afirmar que esta “vivencia” fue por sí misma enriquecedora en muchos aspectos.

Contar con personas de experiencia o conocimientos en los sistemas de calidad, el compromiso del director y un esfuerzo constante en la labor de documentación se señalan como los puntos clave del éxito en el proceso de certificación de ambos Centros.

El proceso no fue sencillo, como todo esfuerzo de cambio generó resistencia o indiferencia de parte del personal. Se recomienda no cejar en el esfuerzo de convencer a los miembros de la organización de las ventajas que conlleva contar con un sistema de calidad documentado y certificado. Además, el trabajo en equipo y la capacitación durante el proceso complementan e influyen positivamente en la culminación de este tipo de proyectos [12].

Aún cuando no se pueden medir directamente, el personal interno del Centro de Calidad y del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura ha podido percibir beneficios a partir de la implantación del sistema de calidad y de la certificación ISO 9001 como consecuencia. Desafortunadamente es difícil cuantificar económicamente los beneficios de estos programas, porque no hay relación única entre los ingresos y la certificación. De tal manera que la organización que analice la posibilidad de certificarse deberá basar su decisión tomando en cuenta la inversión, el esfuerzo que representa y los beneficios cualitativos reportados.

5. Referencias

- [1] Fernández J, Alatorre B, ISO-9000 Implantación y verificación del sistema, Ed. Porrúa, (1999).
- [2] www.iso.ch

- [3] Norma Mexicana IMNC: Sistemas de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio (1995).
- [4] Simmons B, White M, The relationship between ISO 9000 and business performance: does registration really matter? , Journal of Managerial Issues, (1999).
- [5] Rayner, Porter, The experience of small and medium sized firms, International Journal of Quality and Reliability Management, (1991).
- [6] Beattie K, Sohal A, Implementing ISO 9000: a study of its benefits among Australian organizations, Total Quality Management, (1999).
- [7] DeAngelis Cynthia, ICI Advanced Materials Implements ISO 9000 Program, Quality Progress, (1991).
- [8] Beskese A, Cebeci U, Total quality management and ISO 9000 applications in Turkey, TQM Magazine (2001).
- [9] Fayawarna D, Pearson A, The role of ISO 9001 in managing the quality of R&D activities, TQM Magazine (2001).
- [10] <http://calidad.mty.itesm.mx/>
- [11] <http://csim.mty.itesm.mx/>
- [12] Babicz Gillian, Implementing ISO isn't easy, Quality Online, (2000).

CERTIFICACIONES ISO 9000 Y QS 9000 EN MÉXICO

Javier Ruiz Nochebuena, Carolina Stark

El incremento de la competencia mundial ha llevado a todas las organizaciones a enfrentarse con expectativas de los clientes, cada vez más demandantes. Para cumplir con estas expectativas, en los últimos años el aseguramiento de la calidad se ha convertido en una herramienta de gran valor, siendo ISO 9000 y QS 9000 los sistemas más extendidos. En México el registro de la certificación de sistemas de calidad no está desarrollado ni formalizado, por lo que la extensión de la información sobre este tema es limitada. En este trabajo, se muestran los resultados, estadísticas y análisis de una lista formada por empresas y datos correspondientes a certificaciones ISO 9000 y QS 9000. La meta de esta investigación es determinar el número de certificados emitidos en México, ilustrar la distribución actual y las tendencias futuras en procesos de certificación. Los resultados obtenidos indican que el número de las certificaciones en México es mayor que el que muestran las estadísticas y listas de fuentes existentes, nacionales y internacionales. Por lo tanto con base en la lista generada, se puede constatar que hasta noviembre de 2000, había 641 certificaciones ISO 9001, 2007 ISO 9002, 9 a ISO 9003 y 609 certificaciones QS 9000, la mayoría en los sectores manufactureros. En el caso del análisis por estados, se observa que el estado donde existen más certificaciones es el D.F, debido principalmente a las instituciones de servicios que están ubicadas en esta entidad, seguido por la frontera norte del país. Entre los organismos certificadores, SGS está a la cabeza con 438 registros emitidas, después siguen Calmecac, TÜV, ABS y UL. La conclusión de este trabajo es que aunque la situación en México en materia de Calidad ha evolucionado a lo largo de los últimos años, la penetración en la industria es todavía baja y en los siguientes años se podría esperar un crecimiento importante.

Palabras claves: Certificación, ISO 9000, QS 9000, certificadoras

1. Introducción

A partir de la Segunda Guerra Mundial, los sistemas y productos de calidad han ganado cada vez más importancia. Hoy día más y más empresas se dan cuenta de que la introducción de un sistema de calidad es una necesidad para ganar la lucha de los clientes en el mercado cada vez más competitivo. El incremento de la competencia mundial ha llevado a las organizaciones industriales, comerciales, de servicios y gubernamentales a enfrentarse con expectativas de los clientes o usuarios cada vez más exigentes. Para ser competitivas y mantener beneficios económicos, las organizaciones han recurrido a la calidad, que les permite no solo competir en un determinado mercado, sino ganar dicha competencia al obtener contratos, aumentar ventas y obtener el reconocimiento de los consumidores [1].

El esfuerzo que han realizado las empresas al implementar un sistema de calidad, les asegura que sus productos y servicios mantengan un nivel de calidad permanente y que cumpla con las expectativas del cliente e inclusive las superen. Lograr esto no es fácil, implica un cambio en la forma de ser de las empresas enfocando sus esfuerzos al cliente y armonizando adecuadamente las actividades de la misma.

El sistema de calidad más extendido hasta ahora, es el estándar de ISO 9000. La certificación es el comprobante, entregada por un organismo con autoridad internacional, de que las exigencias de la norma se están aplicando. Ésta da confianza al cliente sobre la capacidad de la empresa para proveerlo con artículos conforme a lo contratado. ISO no realiza actividades en el campo de la certificación, ni mantiene ningún control sobre las entidades que certifican las normas que esta organización elabora. Los organismos, que entregan las certificaciones, son independientes y acreditados y tienen la capacidad y fiabilidad para participar en un sistema de certificación en el que los intereses de todos los involucrados en el funcionamiento del sistema están representados. Para evaluar este cumplimiento, los diferentes países cuentan con sistemas de acreditación, a nivel nacional por medio de entidades acreditadoras. La acreditación se basa en la evaluación de la competencia técnica del solicitante por un equipo independiente de profesionales que cumplen con los requisitos reconocidos internacionalmente. [2, 3]

A nivel internacional la cantidad de organismos independientes que ofrecen sus servicios de certificación ha aumentado en forma considerable y actualmente están firmando acuerdos de reconocimiento entre ellos y con los organismos nacionales, con el objetivo de bajar el costo de la certificación a las empresas que requieran certificados reconocidos en diferentes países. A partir de Enero de 1999 la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) cumple con la función de acreditar organismos certificadores en México, función que anteriormente realizaba la Dirección General de Normas. Empresas certificadoras que están acreditadas de EMA son Asociación Nacional de Normalización y Certificación del sector Electrónico (ANCE), Calidad Mexicana Certificada (Calmecac), Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC), Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación (Normex), Société Generale de Surveillance (SGS) , Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE), International Certification of Quality Systems (QMI), Quality Management Institute (QMI), Factual Services y Bureau Veritas Quality International, Mexicana (BVQI).[1, 4]

La familia de normas ISO 9000, poseen un equivalente a la norma NMX-CC y consta de los siguientes versiones de aseguramientos de la calidad: ISO 9001 corresponde a NMX-CC-003, ISO 9002 a NMX-CC-004 y ISO 9003 a la NMX-CC-005. Estos estándares son útiles para demostrar la capacidad de la empresa para controlar sus procesos desde el diseño y producción, hasta el servicio postventa. Por otro lado, desde que las normas ISO 9000 fueron introducidas en 1987, el número de empresas que tienen la certificación en estos estándares ha aumentado pues a finales de 1999, el número de certificaciones conforme a ISO 9000 emitido mundialmente era 343 643, un aumento sobre el año anterior del 26,4 % , es decir 71 796 emisiones. [5, 6]

En el caso de la industria automotriz, se cuenta con el modelo de aseguramiento de la calidad QS 9000, basado en las normas ISO 9000 pero con exigencias adicionales. La primera edición de los Requerimientos de Sistema de Calidad QS 9000 para la industria automotriz, se publicó en agosto de 1994 en Detroit, Estados Unidos, como resultado de una colaboración entre los tres más grandes fabricantes de automóviles en Estados Unidos, Chrysler, Ford y General Motors quienes introdujeron este programa a su proveedores [7].

Claramente el lenguaje de la norma ISO 9001 es el tradicional de la manufactura, que es donde la calidad ha sido y sigue siendo el foco de atención del negocio. Sin embargo, en los años recientes el sector servicios ha pasado a primer plano como un producto de valor agregado y tanto las compañías manufactureras como las de servicios se están dando cuenta que un enfoque proactivo de servicios puede contribuir eficazmente a crear la lealtad de los clientes por medio de la satisfacción de sus necesidades. Actualmente se reconoce una clara tendencia mundial hacia la certificación de los sistemas de calidad en el sector servicios. Según el artículo "Tendencias del Mercado de la Certificación" de Stewart Anderson de Agosto 2000, la certificación ISO 9001/2/3 de organizaciones puramente de servicios representa aproximadamente el 20 % del total dado en la Región América del Norte y puede esperarse que esta participación crecerá, ya que la demanda de certificaciones en el sector servicios sigue a la alza. [8]

En México, la certificación de ISO 9000 no está tan desarrollada como en la Unión Europea y los otros estados Norteamericanos, debido a esto la extensión de las estadísticas y información sobre este tema es limitada. La meta de esta investigación es ilustrar la situación actual en México, analizando las posibilidades de desarrollo, la tendencia de las certificaciones y proporcionar información de las empresas y sectores que tienen un sistema de calidad certificado bajo el estándar.

2. Metodología

La investigación fue realizada en el ITESM Campus León. La base de la investigación es el listado que fue publicado en la revista "Contacto" n° 115 de Junio del 2000, como listas de SECOFI, Quality Digest y empresas certificadoras; Société Generale de Surveillance (SGS), Underwriters Laboratories (UL), Bureau Veritas Quality International (BVQI), ABS Quality Evaluation (ABS), Quality Management Institute (QMI), Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Calidad Mexicana Certificada (Calmecac), TÜV América y TÜV Rheinland (TÜV), Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación (Normex). La información fue extraída de las paginas web de los distintas organizaciones cuyas direcciones están en el apartado bibliográfico del presente reporte.

Por otro lado, debido a las fuentes de variación que intervienen, existe una posibilidad de que los datos de las empresas reportadas no sean correctos. Para determinar esta posibilidad y el error en los mismos, 97 empresas fueron elegidas aleatoriamente y revisados contra los datos de empresas certificadoras, es decir una vez determinada la empresa a verificar, se investigó telefónicamente que los datos registrados fueran los correctos con relación a nombre, giro y estándar acreditado en la organización seleccionada. El resultado de este estudio muestra que, con un nivel de confianza de 90 %, los errores están dentro 6 y 16 %. Así mismo, las fuentes de variación identificadas son:

- (a) Las empresas certificadoras expresan sus resultados de forma heterogénea de manera que no utilizan los mismos criterios.
- (b) Una misma empresa puede tener una certificación para varios sitios o procesos.
- (c) Procesos de una misma empresa con diferentes certificaciones.
- (d) Las certificaciones encontradas como expiradas y retiradas, emitidas entre Mayo del 1994 y Septiembre del 2000 pues esta investigación no considera vigencia de los certificados emitidos.

Los sectores económicos que se mencionan en el siguiente texto están basados en las divisiones consideradas en el Producto Interno Bruto mexicano y son: A) Primario (Productos minerales, minas, industrias metálicas básicas), B) Producción y distribución de energía eléctrica y de gas, C) Construcciones, D) Industria manufacturera; Sector tradicional (Productos metálicos, maquinaria y equipo, productos alimenticios, bebida y tabaco), E) Industria manufacturera; Sector Química (Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico), F) Industria manufacturera; Sector Electrónica (Productos de electrónico de radio, de televisión, comunicaciones y computadoras, productos de electrodomésticos) y G) Industria manufacturera; Sector Automotriz, y H) Servicios (Comercio, restaurantes y hoteles, servicios bancarios imputados, financieros seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler, transporte, almacenaje y comunicaciones, servicios comunales, sociales y personales), en este sector se incluyó al Sector Gobierno. En aquellos casos en los que falta información referente a las actividades y localización de las empresas y que no es posible su ubicación se ha clasificado en los diagramas bajo la clave "No Datos". Es importante señalar que en el caso de las actividades o giro el 1 % no se puede identificar y en el caso de la localización geográfica falta un 9 % para considerar datos completos en todos los casos. En otros casos por contrato de confidencialidad, algunas empresas certificadoras no pueden facilitar todos los datos requeridos, lo que da lugar también al uso de esta clave.

3. Resultados y Discusión

Con los datos coleccionados se han estudiado áreas diferentes para identificar características del desarrollo de certificación de ISO 9000 y QS 9000 en México. Los resultados, presentados en diagramas y tablas, están explicados y discutidos en el siguiente texto.

Certificaciones por norma: La Tabla 1 muestra el número de certificaciones para cada estándar. Se puede constatar que el número de certificaciones emitidas en ISO 9002 excede considerable a las demás certificaciones de ISO 9000. Dentro la norma ISO 9001 se halla 641 certificaciones emitidas mientras que en la norma ISO 9002 se ubican 2,007. Las certificaciones de

ISO 9003 solamente son 9 y por otro lado las de QS 9000 suman 609. Con relación a la proporción del total de certificados (Figura 1), las 2,007 certificaciones de ISO 9002 representan el 75 % de los certificados emitidos, el estándar ISO 9001 tiene un 24% e ISO 9003 participa con menos del 1% del total. La gran cantidad de certificaciones de ISO 9002 refiere a que la mayoría de las empresas en México eligen certificar los procesos que no requieren diseño y desarrollo.

Normas	Número
ISO 9001	641
ISO 9002	2007
ISO 9003	9
QS 9000	609

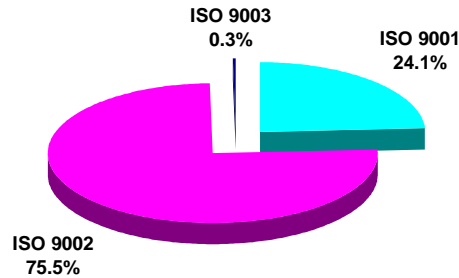


Tabla 1. Número de certificaciones

Figura 1. Porcentaje de las normas de ISO 9000

Las normas por sectores económicos: La distribución de las normas de ISO 9000 por sectores económicos se encuentra en la figura 2 y la proporción de la distribución en la figura 3. Dentro el sector D) Industria Manufacturera Tradicional, se encuentran 893 certificados representando el 27.9 %, número considerablemente superior al obtenido en los demás sectores. Así mismo, en el sector E) Química se tienen 440 el 14.2%, y en el F) Sector Electrónica 475 certificados representando el 15%. Por otro lado, en el área automotriz el número de certificaciones en la familia ISO 9000 es menor pues representa el 12.8%, debido al uso preferente del estándar QS 9000 que constituye 284 certificaciones de un total de 625. En el sector servicios se encontraron 541 certificados, haciendo una proporción del 19.8%.

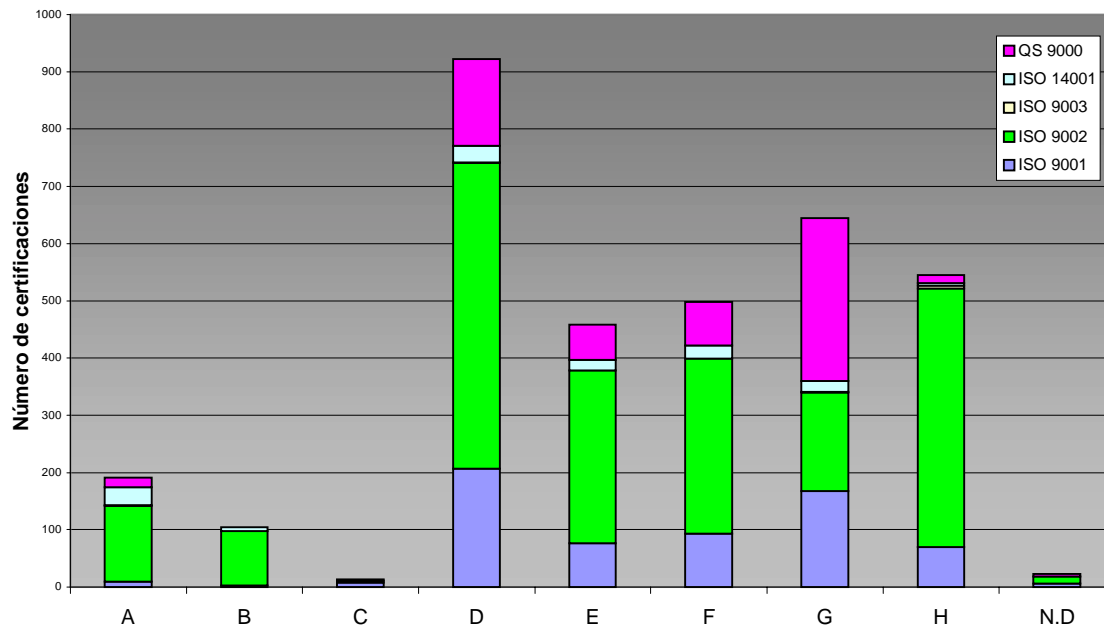


Figura 2. Certificaciones por sectores económicos: A) Primario, B) Producción de gas y energía eléctrica, C) Construcción, D) Industria tradicional, E) Química, F) Electrónica, G) Automotriz, H) Servicios, N.D) Datos no identificados

Certificaciones en el sector servicios: La distribución de las certificaciones dentro del sector servicios se encuentra en la figura 4. Según datos de World Preferred Canadá, el porcentaje total de certificaciones de Servicios en México es 10.2 %, sin embargo el presente reporte presenta un porcentaje de 19.8 %. Por otro lado, según la gráfica de la figura 4 el 86 % del sector servicios está conforme al estándar ISO 9002, 13 % al ISO 9001 y 1% al ISO 9003. La gran parte de organizaciones conforme a la norma ISO 9002 sugiere que la mayoría de las organizaciones certificadas proporcionan servicios que requieren poco esfuerzos de diseño, o adaptación para cumplir con las expectativas del cliente. [8]

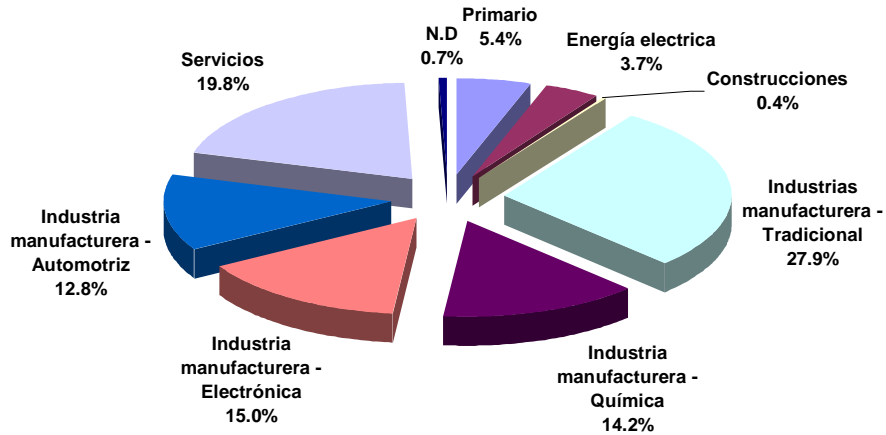


Figura 3. Certificaciones de ISO 9000

Certificaciones QS 9000: Un estudio de la distribución de las certificaciones de QS 9000 (figura 5) muestra que casi la mitad de las certificaciones del sistema QS 9000 se halla en la industria automotriz y la otra proporción en otros sectores manufactureros. En los otros sectores manufactureros se encuentran empresas con los procesos dirigidos tanto a la industria automotriz como a otros sectores industriales. Este dato demuestra por otro lado, la profundidad en la aplicación y aceptación de sistemas de calidad dentro de la cadena de proveedores para la industria automotriz.

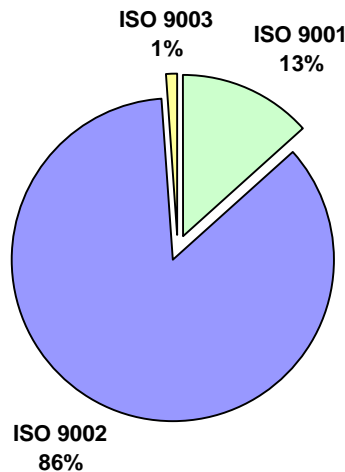


Figura 4. Porcentaje de las normas ISO 9000 sector Servicios

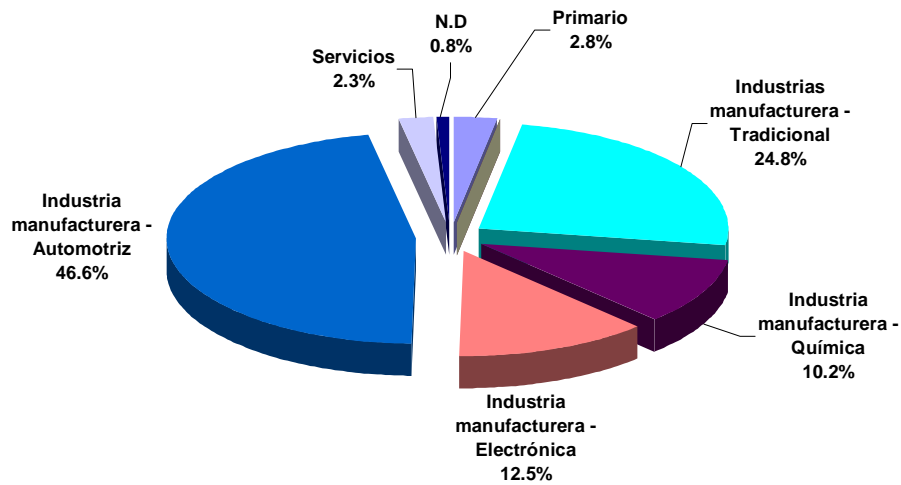


Figura 5. Certificaciones de QS 9000

Empresas Certificadoras: La figura 6 presenta las organizaciones certificadoras y el número de certificaciones que por sector estas han otorgado. Se observa que 438 certificaciones han sido emitidas por SGS, 308 por Calmecac, 274 por las divisiones de TÜV y 257 en el caso de UL. Las certificaciones de SGS son superiores en número, especialmente en los sectores manufacturera tradicional, química y primario. En el sector primario, casi todas las certificaciones son emitidas por SGS. Calmecac tiene una gran parte de sus emisiones en el sector servicios así como IMNC y ABS. UL es la organización con relativamente más certificaciones dentro los sectores manufactureros, considerando el porcentaje y junto con QMI han otorgado una cuarta parte de las certificaciones dentro del sector electrónico.

Una observación importante es que una comparación entre los resultados del presente reporte y los de Stewart Anderson, Vicepresidente de Registry Operation de World Preferred Canadá con relación a empresas certificadoras en México, marca una diferencia cuantitativa desde el punto de vista de la proporción. Lo anterior puede explicarse al analizar la manera de contabilizar las certificaciones, pues en este trabajo se consideran los certificados emitidos. Adicionalmente a esto, en la lista de World Preferred no se consideran algunas organizaciones certificadoras mexicanas, como son: Normex, ANCE, Calmecac y BVM. Estas organizaciones nacionales tienen una participación importante en el número de certificaciones, pues especialmente Calmecac ha otorgado más certificados dentro el sector servicios que ningún otro organismo en México. [9, 10]

En los primeros años después de la introducción del sistema ISO 9000, existía en México el problema que muchas empresas acudieron a los organismos internacionales por no confiar en los mexicanos. Esta desconfianza aún puede reflejarse en estadísticas como la figura 6 donde las organizaciones que cuentan por muchas de las certificaciones emitidas, tal como SGS, TÜV, UL y ABS, todos son organizaciones internacionales y líderes mundiales de certificación de sistemas de calidad. [11]

Certificaciones por estados: La figura 7 muestra el número de certificaciones por sectores económicos en cada entidad federativa de la República Mexicana. En el Distrito Federal se contabilizan 341 certificados, inmediatamente es seguido por los estados Nuevo León y México con 330 y 326 registros de aseguramiento de calidad respectivamente. Los estados de la frontera norte, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Baja California Norte y Sonora tienen cada uno entre 100 y 175 certificaciones. Por otro lado, Jalisco acumula 141 y Querétaro 117 certificaciones de sistemas de calidad bajo el estándar ISO 9000.

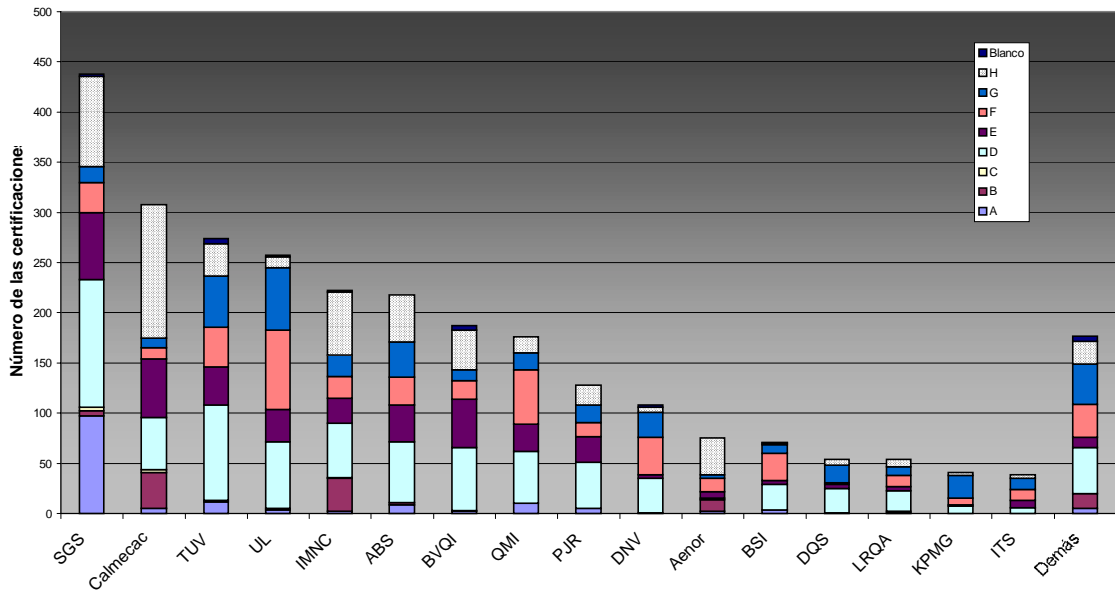


Figura 6. Certificaciones por empresas certificadoras (A Primario, B Producción de gas y energía eléctrica, C Construcción, D Industria tradicional, E Química, F Electrónica, G Automotriz, H Servicios, N.D No datos)

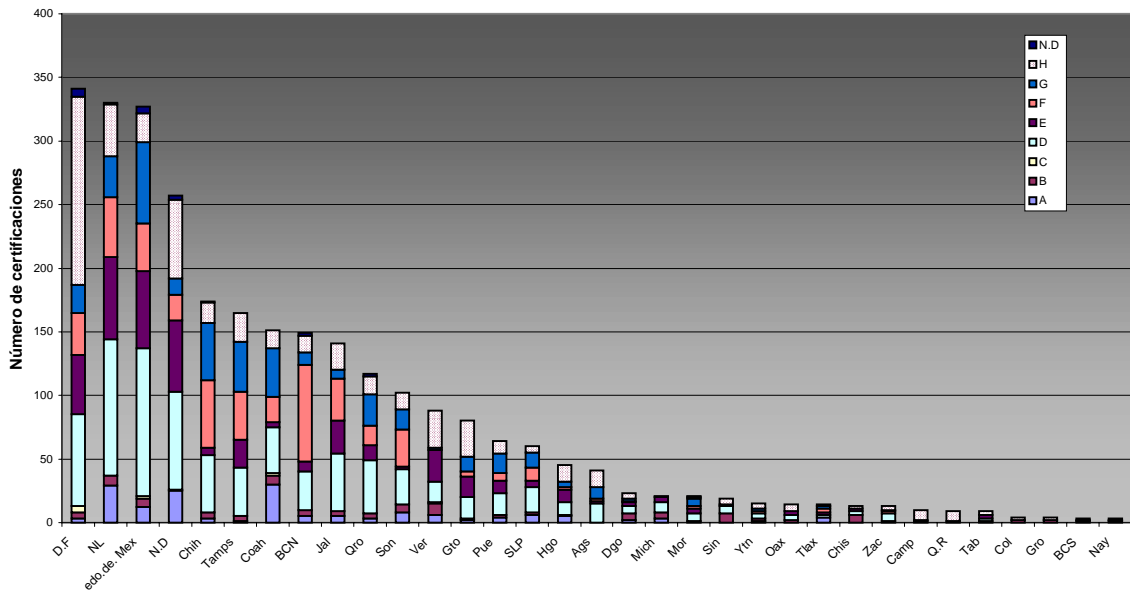


Figura 7. Certificaciones por estados. Sectores económicos: A) Primario, B) Producción de gas y energía eléctrica, C) Construcción, D) Industria tradicional, E) Química, F) Electrónica, G) Automotriz, H) Servicios, N.D) No datos

Es interesante observar que todos los estados de la frontera norte de México están a la cabeza entre las entidades con más de cien certificaciones. Si se reflexiona con relación a las maquiladoras y los certificados de calidad y se conecta esta situación al fenómeno de que normalmente las maquilas son plantas hermanadas con organizaciones en el lado norteamericano, se llega a la conclusión de que esta es una razón que orienta el perfil y desarrollo de estas organizaciones y enfoque hacia la estandarización de operaciones así como la certificación internacional de sistemas de calidad

Es importante señalar que las maquiladoras constituyen una gran parte de la industria en la frontera y que el comercio entre México y Estados Unidos ha crecido a raíz de los tratados internacionales. México es ahora el segundo asociado más grande de Estados Unidos después Canadá y por lo tanto no es sorprendente que se encuentren a una gran parte de las certificaciones en esta región del país. [12]

En otra latitud, la gran cantidad de certificados detectados en el Distrito Federal podría resultar sorprendente considerando que el número de las certificaciones del sector manufacturero, que normalmente es el sector donde se exige aseguramiento de calidad, no es tan ampliamente extendido. Debido al número de organizaciones de servicios públicos y empresas que tienen su administración ubicadas en la capital, la cantidad de certificaciones aumenta de manera significativa y progresiva. La importancia del sector servicios es especialmente evidente en esta zona, donde los organismos gubernamentales son presentados en mayor extensión así como los servicios financieros.

Finalmente, con relación a otras áreas de la actividad económica, Nuevo León y el Estado de México son las zonas con mayor cantidad de certificaciones en los sectores manufactureros. Al mismo tiempo en los estados de México, Chihuahua, Tamaulipas y Coahuila, la industria de transformación representa una proporción considerable en el origen de las certificaciones registradas.

4. Conclusiones

Los resultados de este trabajo muestran que en México existen 2657 certificaciones conforme a ISO 9000 y 609 conforme a QS 9000 hasta Noviembre de 2000, número superior al de otras fuentes como World Preferred, ISO, SECOFI y la revista Contacto en su edición n° 115 de Junio del 2000. Esta situación es ocasionada principalmente por variaciones entre listas oficiales y listas de empresas certificadoras, dado que no existe un registro completo que concentre y actualice esta información, situación que hace difícil identificar y compilar datos sobre certificaciones ISO 9000 en México.

El número total de certificados es mayor en el sector manufactura que en el de servicios, debido principalmente a presiones del cliente y de contrato. Las certificaciones dentro el sector servicios no son tan numerosas, pues la presión para obtener un certificado dentro de este sector no es tan fuerte, ya que en la mayoría de los casos el cliente no exige una certificación como un requisito para comprar y recibir el servicio.

En el caso de organismos certificadores, las empresas con más certificados emitidos son principalmente empresas transnacionales, que se caracterizan por operar en el país desde hace algunos años y cuentan con un reconocimiento y prestigio internacional. Esto nos lleva a la conclusión de que en la medida en que las nacionales sean acreditadas por organismos internacionales como RAB en Estados Unidos, tengan mayor experiencia de trabajo en diversos sectores económicos y extiendan su participación fuera del país, podrían posicionarse en el gusto de los clientes y competir con las mismas condiciones que las grandes empresas internacionales.

Las certificaciones en el D.F y en los estados de Nuevo León, México, Chihuahua, Tamaulipas y Coahuila ascienden a más del 50 % de las certificaciones emitidas. Esto refleja que el desarrollo de los sistemas de calidad se concentra en las áreas geográficas norte y centro del país, observándose un franco retraso en las entidades del sureste. Indica también que el tipo de empresas que se encuentran en estos estados (norte y centro) tiene mayor organización y desarrollo en los sistemas de calidad, lo que indirectamente refleja mayor profesionalización y una economía orientada al cliente y las exportaciones, pues es frecuentemente el cliente extranjero quien exige algún tipo de certificado

internacional. Es importante señalar, que las empresas en los estados menos desarrollados tendrían que enfocarse entre otras cosas, en la implantación de sistemas de calidad para alcanzar a las empresas líderes.

Por otro lado, el análisis realizado en 1999 por World Preferred [10] muestra que el índice de la difusión de ISO 9000 en la industria de América del Norte es todavía muy bajo, por lo tanto si seguimos las tendencias internacionales, el potencial para un crecimiento en los siguientes años es enorme. En México, la difusión de sistemas de calidad tiene un gran futuro pues a pesar de que en los estados fronterizos, Estado de México y el D.F es relativamente mayor, el rezago observado en el resto del país sugiere que estas regiones tendrían que integrarse completamente a la economía global y entonces sería necesario imprimir esfuerzos para aumentar el nivel de implementación de sistemas de calidad. [9]

Desde que México participa en el comercio internacional con la forma del Acuerdo General Sobre Aranceles y Comercio (GATT) y del Tratado de Libre Comercio (TLC) en 1994, la posición internacional de sus empresas ha mejorado considerablemente. Si embargo, con negocios aumentando dentro de un mercado global, las organizaciones están obligadas a implementar sistemas de calidad reconocidos en todo el mundo, pues además leyes locales a menudo exigirán estándares especiales y en zonas como la Unión europea las demandas son altas. [13, 6, 5]

5. Referencias

- [1] www.secofi.gob.mx/normas/home.html 09/11/2000
- [2] Laudoyer, G. La certificación ISO 9000. (1993)
- [3] www.iso.ch/infoc/intro.htm 08/10/2000
- [4] www.secofi.gob.mx/normas/ISO_9000/Organismos_siscal/organismos_siscal.html
- [5] Lourdes Morales. ISO 9000. Puerta al comercio mundial. Mundo Ejecutivo. Marzo (1997)
- [6] ISO 9000 Survey. www.iso.ch/...09/11/2000 (2000)
- [7] González, C. ISO 9000, QS 9000, ISO 14000. McGraw-Hill, México pag. 5-7 (1998).
- [8] Anderson, S. Tendencias del Mercado de la Certificación: La Industria del Servicio en Carrera para Alcanzar a Manufacturera. The Informed Outlook. Vol. 4, N° 38 (2000).
- [9] Anderson, S. Business thrives in North America for ISO's management system standards. ISO 9000/ISO 14000 News N°2 (2000).
- [10] www.worldpreferred.com
- [11] Goodman, D. Thinking export? Think ISO 9000. World Trade Vol. 11 N° 8 Pag. 48-49 (1998)
- [12] Hall, K.G. New Mexico crossing lures Texas border trade. www.joc.com/...13/10/2000
- [13] <http://www.worldpreferred.com/pub/LatestPressRelease.asp?pressid=5> 09/11/2000

Empresas certificadoras:

www.bureauveritas.com
www.tuv.com
www.aenor.com
www.qmi.com
www.bsiamericas.com
www.calmecac.com.mx
www.abs-QE.com
www.sgsgroup.com
www.normex.com.mx
www.tuvmex.com.mx

EXPLOTACIÓN DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS: EXPERIENCIAS DEL BROKER DE NEGOCIOS VIRTUALES

Ricardo Mejía, Nathalie Galeano, Joaquín Aca, Arturo Molina

En el marco de referencia para los negocios globales virtuales propuestos por la red COSME, los Brokers de Negocios Virtuales y los Clusters Virtuales Industriales forman una organización virtual. El objetivo principal de una organización virtual es el de crear empresas virtuales para explotar las oportunidades de negocio identificadas por el Broker de Negocios Virtuales usando las competencias claves destacadas por aliados dentro de los diferentes Clusters Virtuales Industriales. Los Brokers de Negocios Virtuales (BNVs) necesitarán hacer más que la identificación de las necesidades del mercado. El BNV está a cargo de la identificación, selección y calificación de los mejores aliados para la empresa virtual. Así mismo la responsabilidad será la de administrar las competencias de los aliados. El objetivo de este paper es de proponer un modelo de negocio para explotar las oportunidades de negocio a nivel global por el BNV a través de cuatro etapas principales que son: Desarrollo del Mercado, Desarrollo del Proyecto, Ejecución del Proyecto y Seguimiento. Al mismo tiempo se identifican las oportunidades de negocio basadas en cuatro procesos principales: Ideación, Desarrollo básico, Desarrollo avanzado y Lanzamiento. Estos procesos describirán todas las actividades y tareas que deberán ser ejecutadas por el BNV con el fin de cumplir satisfactoriamente los requerimientos del mercado a través del concepto de Empresas Virtuales. Finalmente se presenta un caso de estudio basado en la experiencia del Broker de Negocios Virtuales con el fin de demostrar como se comparten y destacan las competencias de las compañías usando los Clusters Virtuales Industriales con el fin de satisfacer las demandas del mercado.

Palabras clave: Brokers de Negocios Virtuales, Empresas Virtuales, Clusters Virtuales Industriales, Competencias clave, Procesos Clave, Proceso de vinculación.

1. Introducción

Un marco de referencia fue desarrollado por la red COSME [1] para entender de mejor manera como funciona una empresa virtual. El marco de referencia para los Negocios Globales Virtuales está compuesto por tres principales entidades de negocio: Clusters Virtuales Industriales (CVI's), Broker de Negocios Virtuales (BNV) y Empresa Virtual (VE). Cada uno de estas entidades ha sido definida como se muestra a continuación [2]:

Ing. Ricardo Mejía, Asistente de Investigación del CSIM, ITESM, Campus Monterrey. rmejia@tamayo.mty.itesm.mx

Ing. Nathalie Galeano, Asistente de Investigación del CSIM, ITESM, Campus Monterrey. ngaleano@tamayo.mty.itesm.mx

Ing. Joaquín Aca, Asistente de Investigación del CSIM, ITESM, Campus Monterrey. jaca@tamayo.mty.itesm.mx

Dr. Arturo Molina Gutiérrez. Profesor Titular del CSIM, ITESM, Campus Monterrey. armolina@campus.mty.itesm.mx

- 1.- Clusters Virtuales Industriales (CVI): agregación de compañías de diversos giros industriales, con competencias muy bien definidas y enfocadas, con el propósito de obtener acceso a nuevos mercados y oportunidades de negocio a través de la nivelación de sus recursos.
- 2.- Broker de Negocios Virtuales (BNV): Esta entidad de negocio es responsable por la búsqueda de oportunidades en el ambiente global y facilita la creación de Empresas Virtuales. El Broker de Negocios Virtuales lleva a cabo el proceso de búsqueda y selección de aliados, y configura infraestructuras adecuadas para la formación/compromiso (Físico, Legal, Social/Cultural, Información). Para cumplir su objetivo el BNV usa los servicios proveídos por los Clusters Virtuales Industriales.
- 3.- Empresa Virtual (VE): Redes temporales de compañías independientes ligadas por tecnologías de información que comparte competencias, Infraestructura y Procesos de negocio, con el propósito de cumplir un requerimiento específico del mercado.

Este paper describe las diferentes oportunidades de negocio que un Broker de Negocios Virtuales podrá encontrar en un mercado global. Los procesos y competencias claves que la entidad Broker de Negocios Virtuales requerirá para entender estas oportunidades de negocio serán también presentados. Finalmente se ilustrará un caso de estudio para demostrar la importancia del rol que el BNV tiene en la explotación de las oportunidades de negocio.

2. La Entidad de negocio Broker de Negocios Virtuales

El Broker de Negocios Virtuales (BNV) explota las oportunidades de negocio a través de la creación de Empresas Virtuales (EVs). Para este fin el BNV debe ser capaz de desarrollar productos usando las competencias de las compañías que pertenecen a los Clusters Virtuales Industriales (CVI). Por consiguiente El Broker de Negocios Virtuales tiene un producto clave: Empresas Virtuales que diseñarán y/o manufacturarán productos para satisfacer oportunidades de negocio.

Para cumplir este objetivo el BNV debe usar información proveída por los CVIs. Basado en esta información el BNV es capaz de buscar y seleccionar aliados con las competencias correctas para la formación de las EVs. El éxito del BNV confía en cómo muchas Empresas Virtuales exitosas han sido creadas y cómo muchas oportunidades de negocio han sido generadas por Clusters Virtuales Industriales específicos.

Con el fin de crear EVs, los procesos claves del BNV están relacionados a la organización y el despliegue de competencias de los miembros de los CVIs con el fin de crear, organizar e integrar aliados en una EV. El BNV tiene también la responsabilidad de configurar la infraestructura adecuada para la exitosa operación y disolución de las EVs.

La competencia clave más importante que debe poseer un BNV es la habilidad de integrar las competencias de los aliados, en Empresas Virtuales exitosas que cumplan con los requerimientos de los clientes. Con el propósito de ser exitoso en el ambiente de negocios global, el BNV tiene que construir sus propias competencias concernientes a ventajas competitivas, enfoque estratégico o capacidades tecnológicas. El BNV debe decidir cómo una EV se diferenciará de sus competidores, como por ejemplo proveyendo completamente procesos de la cadena de producto, Tomando ventaja geográfica de los proveedores, procurando mejores prácticas de negocio o tecnología especializada (Conocimiento de ingeniería, tecnología de punta).

Asuntos importantes que se tienen que resolver con el fin de clarificar el rol del Broker de Negocios Virtuales en un ambiente virtual de negocios global, son:

- Cómo identificar oportunidades de negocio en un ambiente global?
- Cómo relacionar oportunidades de negocio con las competencias de los Clusters Virtuales Industriales?
- Cómo analizar los requerimientos del cliente para encontrar las competencias necesitadas para formar una Empresa Virtual?
- Cómo diseñar, configurar e integrar compañías en Clusters Virtuales Industriales para crear Empresas Virtuales?

En las secciones siguientes estos aspectos han sido dirigidos y explicados con el fin de entender mejor el importante papel del BNV para la explotación de oportunidades de negocio.

2.1 Oportunidades de negocio para el Broker de Negocios Virtuales

Para el Broker de Negocios Virtuales es importante analizar oportunidades de negocio a través del Ciclo de Vida del Producto (CVP). Este análisis proveerá entendimiento dentro de la dinámica competitiva de los productos. La curva del CVP está típicamente dividida en cuatro etapas [3]:

1. **Introducción:** Cuando el producto recién se introduce en el Mercado, y las ventas y el crecimiento son bajos.
2. **Crecimiento:** Período de rápida aceptación del Mercado y mejora substancial en las utilidades
3. **Madurez:** Período de desaceleración en el crecimiento de las ventas porque el producto ha alcanzado aceptación por la mayoría de los clientes potenciales. La utilidad se estabiliza o comienza a disminuir debido al incremento en los costos de mercadeo para diferenciar el producto de la competencia.
4. **Declive:** Período en que las ventas muestran una tendencia descendente y hay una disminución en las utilidades.

Usando el CVP como referencia para el análisis de las oportunidades de negocio que quizá sucedan en un ambiente de negocios global. BNVs podrá identificar lo siguiente [4]:

1. Si un producto existente manufacturado por una OEM (Original Equipment Manufacturer) está en su etapa de madurez, entonces una oportunidad puede ser satisfecha por el BNV a través de la creación de una empresa virtual, donde un proveedor bajo-costos puede ser buscado en los CVI, y después incorporado dentro de la cadena de proveeduría de la OEM. Estas oportunidades de negocio se enfocarán en **reducción de costos**.
2. **reposicionamiento en nichos de mercado** sucede cuando un producto está a punto de alcanzar su etapa de declive, por consiguiente existe la necesidad de identificar nuevos mercados, probablemente en otro lugar del mundo, donde el producto puede ser introducido exitosamente y un nuevo ciclo de vida del producto puede comenzar. En este nuevo mercado el producto estará entonces en la etapa de introducción. Esto se puede hacer, puesto que en esta economía globalizada, cuando un producto está en su etapa de declive, puede ser introducido exitosamente en otro Mercado donde la necesidad es identificada.
3. Si un producto existente se encuentra en su etapa de crecimiento, una oportunidad de negocio se puede relacionar con la obtención de mejores atributos y funcionalidad con el fin de hacer frente con los cambios del producto, mientras un diseño dominante es alcanzado. Esta oportunidad de negocio se puede clasificar como **mejoramientos al producto**.
4. Si una oportunidad de negocio o un nuevo producto es completamente nuevo en el mercado global, entonces estará en la etapa de introducción. El BNV estará a cargo de desarrollar y entregar este **nuevo producto para el mundo**.

Se puede afirmar que las Empresas Virtuales pueden ser creadas por BNVs para satisfacer estos cuatro tipos de oportunidades de negocio, y que su éxito potencial está ligado al Ciclo de Vida del Producto (figura 1). La tabla 1 propone una definición para cada una de estas oportunidades de negocio y sugiere diferentes maneras de explotarla [5].

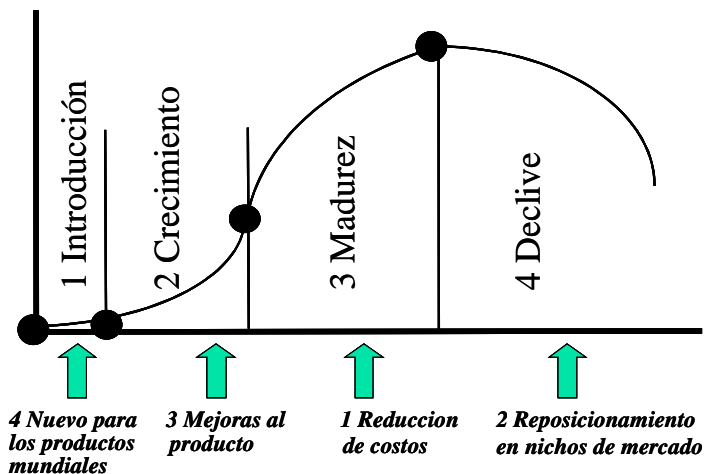


Figura 1. Oportunidades de negocio a ser explotadas por el BNV y su relación con el Ciclo de Vida del producto

Tabla 1 Tipos de Oportunidades de Negocio a ser explotadas por BNV [5]

Tipo de oportunidades de negocio	Definición	Ejemplo de explotación de oportunidades de negocio
1. Reducción de costos	Estas oportunidades de negocio crecen porque las OEM's están constantemente buscando por proveedores de bajo-costo. Por consiguiente la oportunidad está en encontrar en diferentes Clusters Virtuales Industriales aliados que puedan cumplir el costo objetivo especificado por las OEMs.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer Outsourcing de procesos de manufactura a economías emergentes con menores costos de recursos humanos Identificar diferentes procesos de manufactura para producir el mismo producto a menor costo
2. Reposicionamiento en nichos de mercado	El BNV irá tras estas oportunidades de negocio buscando nuevos mercados para productos que están en su última etapa del ciclo de vida del producto (madurez-declive).	<ul style="list-style-type: none"> Buscar nuevos mercados cuando los productos están en su etapa de declive.
3. Mejoras al producto	Estos productos ofrecen mejoras en funcionamiento o mayor valor agregado sobre los productos existentes. Frecuentemente involucran innovación incremental a un producto existente con el fin de alcanzar un diseño dominante de producto.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar similitudes con productos existentes y realizar cambios en el producto/servicio para mejorar su desempeño Rediseñar el producto, con menos partes o materiales diferentes para incrementar su funcionalidad y cambiar su imagen Mejorar la configuración de los productos con el fin de crear una arquitectura dominante (diseño)
4. Nuevo al mundo	Introducción de productos completamente nuevos al mercado.	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar un producto desde el comienzo, crear un prototipo, averiguar por la aceptación del mercado y su nuevo lanzamiento al mercado

2.2 Los procesos claves del Broker de Negocios Virtuales

La figura 2 muestra el flujo del proceso de explotación y ejecución de las oportunidades de negocio, representado a través de cuatro etapas principales que son: Desarrollo del Mercado, Desarrollo del Proyecto, Ejecución del Proyecto y Seguimiento. Al mismo tiempo se muestra la interacción con el Recurso humano, que se explicará en la siguiente sección.

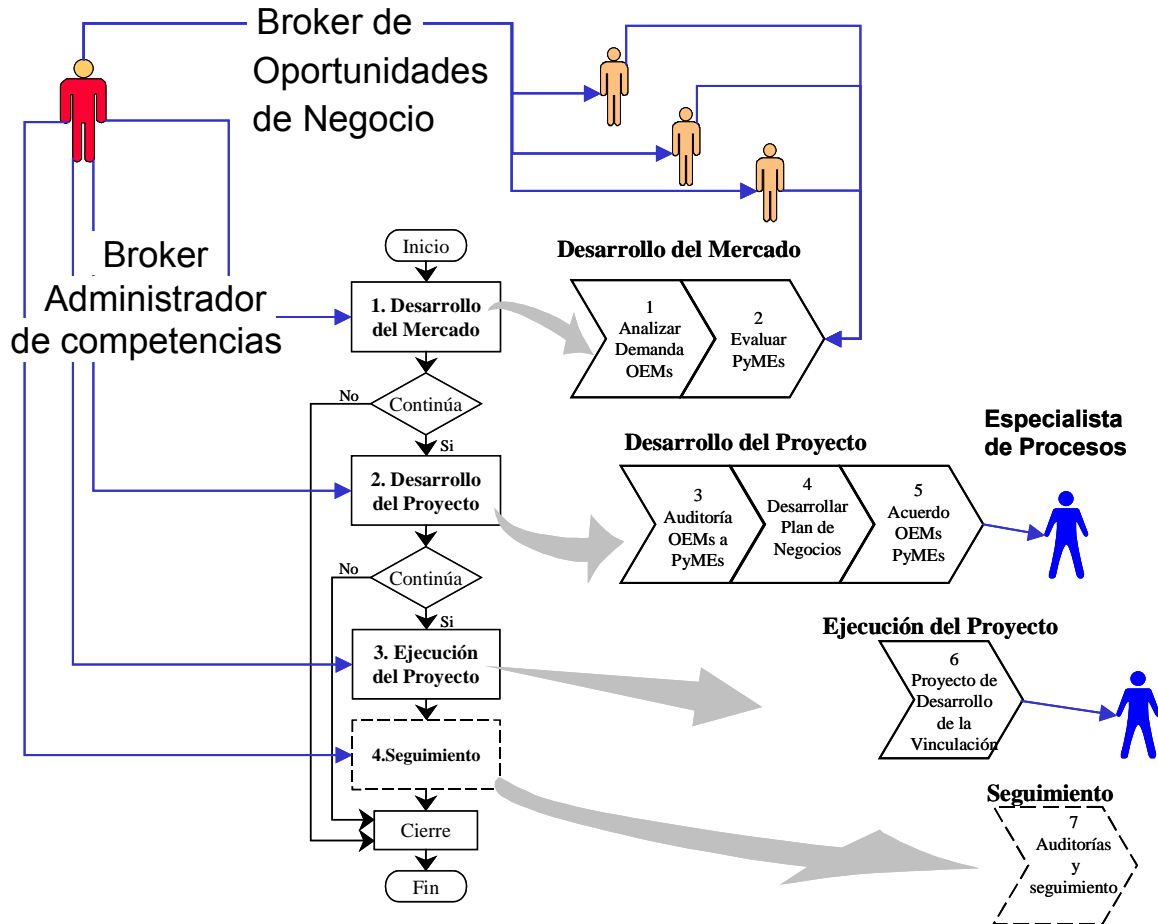


Figura 2. flujo del proceso de explotación y ejecución de las oportunidades de negocio, y su relación con el Recurso Humano

En la primera etapa el BNV se encarga de buscar las oportunidades de negocio basándose en el concepto de Ciclo de Vida del Producto, explicado en la sección 2.1, para determinar las áreas de oportunidad que se detectan en el mercado. Al mismo tiempo en esta primera etapa, el BVN busca los aliados potenciales cuyas competencias claves les permitan satisfacer la necesidad específica del mercado. En la segunda etapa se lleva a cabo la negociación potencial de la oportunidad de negocio, donde se lleva a cabo el plan de negocios y los acuerdos correspondientes según el tipo de proyecto.

En la etapa de Ejecución del Proyecto el BNV requiere realizar cuatro sub-procesos claves relacionadas con el concepto de Desarrollo de Nuevos Productos, el modelo propone los siguientes: Ideación, Desarrollo Básico, Desarrollo Avanzado y Lanzamiento. La tabla 2 muestra las entradas principales, actividades a ser realizadas y salidas en cada sub-proceso.

Tabla 2 Entradas, Actividades y salidas para la Ejecución del Proyecto de un BNV[4]

	Ideación	Desarrollo Básico	Desarrollo avanzado	Lanzamiento
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas ideas o tendencias para los negocios • Oportunidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Idea con alto Potencial de negocios para desarrollar 	<ul style="list-style-type: none"> • Concepto aprobado y aliados potenciales identificados dentro de los CVI's 	<ul style="list-style-type: none"> • Prototipo del Nuevo producto
Actividades principales del BNV	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar necesidades y tendencias del Mercado y generar ideas para oportunidades de negocio continuamente • Clasificar las ideas de acuerdo a su relación con el ciclo de vida del producto • Seleccionar las ideas con mayor Mercado potencial • Identificar los procesos y las tecnologías para el desarrollo de la idea, su complejidad y riesgo de ser producido y lanzado • Definir un costo de producción preliminar 	<ul style="list-style-type: none"> • Trasladar la idea a un Nuevo concepto: identificar atributos principales y especificaciones • Contactar los CVI para identificar los posibles aliados en los clusters (productos, procesos o tecnologías) para transformar el concepto en un producto • Crear el plan de negocio del concepto • Realizar un análisis de riesgo para el concepto • Contactar los aliados potenciales de los diferentes CVI's 	<ul style="list-style-type: none"> • Negociar con los aliados potenciales • Evaluar los aliados potenciales dentro de los CVI's y seleccionar los mejores • Integrar los aliados y crear una nueva Empresa Virtual • Terminar el plan de negocio del concepto integrando las capacidades de los aliados, costos y tiempos de entrega • Desarrollar el primer prototipo con los aliados seleccionados • Crear un plan de producción detallado • Manufacturar el primer lote de producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Producir el volumen de producto requerido por el mercado • Evaluar nuevo comportamiento o del producto en el mercado • Evaluar los aliados y darles retroalimentación • Medir el desempeño de la empresa virtual e identificar puntos clave de aprendizaje y áreas de oportunidad
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> • Ideas seleccionadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Concepto aprobado • Diseño conceptual y prototipo • Aliados potenciales identificados dentro de los diferentes CVI's 	<ul style="list-style-type: none"> • Prototipo del nuevo producto • Empresa Virtual creada • Plan de producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad de negocio lanzada al mercado por la empresa virtual

En esta etapa de Ejecución del Proyecto es donde se lleva a cabo la obtención de “El producto” que satisface la necesidad del mercado que es lo que busca el BNV. En este punto se ejecutan las labores de Ingeniería y manufactura del producto y es donde se termina el proceso. Sin embargo, puede suceder que el negocio tenga continuidad por un tiempo prolongado, es decir, que no sea una necesidad puntual y temporal. En este caso se entra en la última etapa opcional que es la de Auditorías y Seguimiento, la cuál busca supervisar y dar seguimiento a los proyectos que ya están en la etapa de ejecución y manufactura con el fin de cubrir todas las etapas del proyecto y garantizar la satisfacción de las necesidades de los clientes.

2.3 Competencias claves del Broker de Negocios Virtuales

El concepto de competencias claves ha sido definido como: “Las competencias claves son el aprendizaje colectivo en la organización, especialmente de cómo coordinar las diversas habilidades de producción e integrar múltiples líneas de tecnología...” [6]. Las competencias claves son recursos y capacidades que sirven como fuente de ventaja competitiva para una empresa sobre sus rivales [7]. Estas competencias claves emergen con el tiempo a través de un proceso de acumulación y aprendizaje de cómo utilizar los diferentes recursos y capacidades. Como una capacidad de tomar acción, las competencias claves son la esencia de lo que hace a una organización única en su habilidad de proveer valor a los clientes por un largo período de tiempo [8]. Hamel (1994) definió tres niveles de abstracción relacionados a las competencias claves:

- **Meta-Competencias:** Es el nivel más alto de abstracción para una competencia y es normalmente por la que se reconoce una compañía, por ejemplo: Logística en el caso de FedEx, Innovación en el caso de 3M o Excelencia en Ingeniería de Daimler-Benz.
- **Competencias claves:** Este es el nivel sistemático de una competencia donde la agrupación de habilidades elementales conforman una competencia. Por ejemplo el rastreo de paquetería de FedEx, la cultura de innovación de 3M y el conocimiento de ingeniería multi-funcional de Daimler-Benz.
- **Capacidades Clave:** Estas son las capacidades básicas de una compañía que cuando se unen pueden formar competencias claves: Tecnologías de distribución de FedEx (Ej. Código de barras), La práctica de la regla del 15% en 3M, Tecnologías de Información de Daimler-Benz.

La definición del supernivel es a un nivel de abstracción donde se vuelve difícil trabajar cuando hay una necesidad de definir una estructura funcional de competencias claves requeridas por el BNV. Por lo tanto esta investigación se ha concentrado en la representación de los dos últimos niveles de abstracción: Competencias claves y Habilidades elementales (llamadas en este artículo: Capacidades tecnológicas claves).

Por lo tanto, las competencias claves requeridas por el Broker de Negocios Virtuales se relacionan con sus habilidades de:

- Crear Empresas Virtuales que harán productos que exploten oportunidades de negocio.
- Realizar un conjunto de procesos de negocio para diseñar, configurar y crear Empresas Virtuales.
- Aplicar o tener acceso a capacidades tecnológicas claves (Recursos Humanos, Organización y recursos tecnológicos) para el desarrollo y creación de Empresas Virtuales, que diseñarán y manufacturarán productos para explotar oportunidades de negocio.

En consecuencia, un conjunto de capacidades tecnológicas claves necesarias para desarrollar Empresas Virtuales por el BNV, son:

- **Recursos Humanos:** Personas con conocimiento y experiencia para identificar las competencias requeridas en las compañías para desarrollar productos, y también personal con habilidades Técnicas/Administrativas y de liderazgo para crear empresas virtuales.

- **Aspectos Organizacionales:** Estructuras organizacionales y métodos requeridos para mejor uso del conocimiento aptitudes y habilidades del equipo de brokers.
- **Recursos Tecnológicos:** Herramientas computacionales que pueden ser usadas para apoyar el desarrollo de Empresas Virtuales.

La diferenciación de los Brokers de Negocios Virtuales surgirá por la integración de las competencias claves requeridas para crear Empresas virtuales usando los mejores métodos, herramientas computacionales y estructura organizacional.

2.3.1 Recursos Humanos y Organización del Broker de Negocios Virtuales

Con el fin de administrar la entidad de negocio BNV, se necesitarán tres diferentes roles [4]:

- 1) **El Broker Administrador de Competencias**, coordinará todas las actividades del BNV, dará retroalimentación al Broker de oportunidades de negocio y tendrá toda la responsabilidad de la entidad de negocio BNV.
- 2) **El Broker de Oportunidades de Negocio**, estará a cargo de una oportunidad de negocio específica a través de sus cuatro sub-procesos: Ideación, Desarrollo Básico, Desarrollo Avanzado y Lanzamiento. Este tipo de Broker dentro de la organización BNV, tendrá el contacto directo con el cliente o mercado que necesite nuevos productos. Es importante mencionar que el Broker de Oportunidades de Negocio puede desarrollar varias oportunidades al mismo tiempo.
- 3) **Especialista de Procesos o Técnico**, estará a cargo en el cumplimiento de las actividades de un sub-proceso específico, 1) ideación, 2) Desarrollo Básico, 3) Desarrollo Avanzado o 4) Lanzamiento. Este Broker necesitará enviar sus salidas al Broker de oportunidad de negocio que está a cargo del desarrollo de la oportunidad de negocio por completo y enviará estas salidas al siguiente especialista. Finalmente, para el desarrollo exitoso de las oportunidades de negocio, varios Especialistas pueden trabajar en el mismo proceso, formando así un equipo multidisciplinario.

En la Figura 2, como se había mencionado anteriormente, se muestra las relaciones entre estas tres diferentes personas, dentro de la entidad de negocio Broker de Negocios Virtuales.

2.3.2 Recursos tecnológicos del Broker de Negocios Virtuales

La tercera capacidad tecnológica necesitada en la entidad de negocio BNV son las herramientas que permitirán la colaboración conjunta de estos tres Brokers y los aliados en los Clusters Virtuales Industriales. Se identificaron las siguientes cuatro herramientas principales:

- Herramientas de coordinación para ayudar al Broker Administrador de Competencias a coordinar otros Brokers los desarrollos de oportunidades de negocio.
- Herramientas de comunicación para ayudar a los Brokers y especialistas a compartir datos/información requerida para el desarrollo de Empresas Virtuales.
- Herramientas de cooperación para ayudar a los Brokers y especialistas a organizar sus tareas y actividades.
- Aplicaciones para soportar actividades especializadas para ayudar a los especialistas a realizar sus actividades relacionadas al producto y desarrollo de Empresas Virtuales.

La Tabla 3 muestra las diferentes herramientas que pueden ser usadas por los diferentes Brokers dentro de la organización BNV y varios ejemplos de herramientas..

Tabla 3. Recursos Tecnológicos necesarios en la entidad de negocio BNV.

Tipo de Broker	Herramientas a utilizar	Ejemplos de Herramientas
Broker Administrador de competencias	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas de Coordinación Herramientas de Comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> Software de administración de proyectos Groupware and workflow
Broker de Oportunidades de Negocio	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas de Cooperación Herramientas de Coordinación Herramientas de Comunicación Aplicaciones para soportar actividades especializadas 	<ul style="list-style-type: none"> Computer supported co-operative work Software de administración de proyectos Groupware and workflow Web agents, information databases, data mining software, case based learning tools, configuration and planning tools
Broker Especialista de Procesos	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas de Cooperación Herramientas de Comunicación Aplicaciones para soportar actividades especializadas 	<ul style="list-style-type: none"> Computer supported co-operative work Groupware and workflow Web agents, information databases, data mining software, case based learning tools, configuration and planning tools

3. Caso de estudio: Explotación de las oportunidades de negocio para los CVI en México

Actualmente en México se encuentran en funcionamiento siete Clusters Virtuales Industriales, que pretenden dar una solución alternativa a las necesidades del mercado global, a través de agrupaciones de empresas del mismo giro industrial, y al mismo tiempo participar en nuevas oportunidades de negocio por medio de la nivelación de los recursos de las empresas y de sus competencias. En la actualidad los sectores a los que se enfocan los CVI son el sector metalmecánico y plástico siendo los Clusters conformados por Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) que están interesadas en participar en la explotación de oportunidades de negocio para lograr su desarrollo empresarial.

Con el fin de satisfacer las necesidades de las compañías Grandes como OEMs (Original Equipment Manufacturer) y la industria Maquiladora de México, El Broker de Negocios Virtuales (BNV) se encarga de detectar estas oportunidades de negocio, aprovechando la constante búsqueda del desarrollo de proveedores y la administración de la cadena de abastecimiento por parte de estos grandes sectores industriales. Para tal fin, se está llevando a cabo con las empresas pertenecientes a los CVI, un proceso de búsqueda y explotación de estas oportunidades de negocio, llamado "Proceso de vinculación", que busca brindar a las PyMEs la oportunidad de vincularse a cadenas de proveeduría de clase mundial o de nuevas oportunidades de negocio que les permita ventas adicionales y ampliación de sus mercados.

Para este caso de estudio nos enfocaremos en el paso tres del proceso clave del BNV (Ejecución del proyecto) donde se pueden identificar las diferentes oportunidades de negocio que puede ofrecer la Industria de OEMs y Maquiladora, basado en las cuatro etapas principales del desarrollo de productos: Ideación, Desarrollo Básico, Desarrollo Avanzado y Lanzamiento, donde se han identificado tres tipos de oportunidad de negocio: Transferencia de Producto, Transferencia de Tecnología y Desarrollo de nuevos productos, para las cuales el BNV debe buscar dentro de los CVI la/las empresa(s) (aliadas) que esté(n) en capacidad de desarrollar y cumplir las necesidades del cliente:

- **Transferencia de Producto:** Uno de los casos más comunes en la industria OEM y Maquiladora es cuando se pasa al proveedor potencial la información necesaria para la manufactura de un componente o parte. Este grado de avance en el Ciclo de Vida del Producto ubica este tipo de transferencia en la etapa de Desarrollo Avanzado dentro de los procesos claves de la etapa de ejecución. Esto se debe a que el diseño por parte del proveedor es nulo y solo faltan algunos detalles de producción, pero que prácticamente la necesidad consiste en “producir”. Solo resta diseñar el proceso, secuencia de producción, planes detallados, etc. y finalmente el Lanzamiento o entrega al cliente.
- **Transferencia de Tecnología:** Otro caso es cuando una OEM o Maquiladora pretende hacer Outsourcing de alguno de sus procesos. Para este caso normalmente hay un proceso de desarrollo de proveedores y la empresa transfiere el proceso completo al proveedor (Maquinaria, proceso, etc.). En este caso la etapa en la que entrarían dentro de los procesos clave es nuevamente en la de Desarrollo Avanzado pues aunque ya está definido el proceso y el producto, aún quedan actividades de implementación por desarrollar.
- **Desarrollo de nuevos productos:** Este tipo de transferencia se presenta cuando las empresas cliente necesitan el desarrollo de un producto o la satisfacción de alguna necesidad específica. En este caso la ubicación dentro de los procesos clave depende del tipo de requerimiento del cliente. Si el concepto ya está definido, entonces esta oportunidad de negocio de ubicaría a partir del Desarrollo Básico. La manera para que una transferencia se ubique desde la etapa de Ideación es cuando los proveedores proponen cambios en el diseño o si la empresa cliente requiere la satisfacción de una necesidad y solicita todo el desarrollo al proveedor, pero esta última opción difícilmente sucede debido a que normalmente las empresas OEMs o Maquiladoras hacen todo el diseño y desarrollo de sus componentes y partes.

Basados en la experiencia de las actividades realizadas con los Clusters Virtuales Industriales en México, mostraremos varios casos de estudio que ejemplifican diferentes oportunidades de negocio:

1. Caso 1 (OEM-PyME, Transferencia de producto):

El primero de ellos fue una Empresa del sector automotriz que presentaba problemas con la importación de un juego de componentes por lo que buscaba principalmente proveeduría local para minimizar costos de transporte. En este caso el BNV identificó, dentro de uno de los Clusters, las empresas que estaban en capacidad de cumplir con los requerimientos del cliente. Después de seleccionada una de ellas, la Empresa grande le Transfirió la información técnica referente al componente que requería y la PyME solo tendría que diseñar su proceso productivo como la Maquinaria a utilizar, la forma de la materia prima para optimizar el proceso, la secuencia de operaciones y subcontratación de proceso especiales. Esta oportunidad de negocio representa el caso donde el producto llega a la etapa de Desarrollo Avanzado. En el proceso de negociación se realizaron todas las pruebas y prototipos necesarias y actualmente esta empresa mediana ha sido vinculada a la cadena de proveeduría de la compañía grande.

2. Caso 2 (OEM-PyMEs, Desarrollo de nuevo producto):

Otro de los casos que se ha presentado, fue la necesidad de una OEM de buscar un nuevo proveedor de cierta referencia de lámpara, pues tenía problemas con su proveedor actual tanto en calidad como en entrega. Para este caso la empresa cliente sólo proveía 4 de los 7 componentes que componían el producto (mas el empaque), por lo que fue tarea del Broker buscar proveedores de componentes estándar y empresas de los CVI que pudieran producir y ensamblar dicho producto. Este caso cae en la etapa de Desarrollo Básico porque hubo que realizar muchas actividades de desarrollo del producto, además porque dos de los componentes que no proveía la OEM fueron críticos en el proceso debido a los costos. Uno de ellos era una parte plástica que básicamente era el cuerpo del producto y la otra era un componente estándar para el cual hubo que buscar proveedores. El costo del producto entonces, era definido por la parte plástica, que implicaba costos de diseño de producto y de herramental, más costos de los componentes estándar (de los cuales uno de ellos era de alto costo) y sumado a esto era necesario la implementación de una línea de ensamble. En este caso el proyecto se

encontró no-factible, debido a que el precio objetivo planteado por la OEM era muy bajo con respecto a los costos de producción que los CVI podía cubrir. En este caso no se pasó a la etapa tres del proceso de vinculación (Ejecución del proyecto) y se procedió a la etapa de cierre por no ser factible.

3. Caso 3 (OEM-PyMEs, Transferencia de Tecnología):

Finalmente mencionaremos una OEM, que por decisiones corporativas desea ser únicamente “ensambladora” y pretende hacer Outsourcing de todos los componentes posibles de sus productos. En este caso la empresa está dispuesta a desarrollar proveedores y pretende incluso hacer transferencia de maquinaria y proceso a los proveedores potenciales. Este es un caso que llega a la etapa de Lanzamiento y donde hay una gran oportunidad de negocio que el Broker debe explotar. En este caso las PyMEs son proveedores potenciales de esta OEM y solo resta evaluar y seleccionar las empresas que puedan ejecutar los procesos productivos que la empresa cliente requiere.

4. Conclusiones

La entidad de negocio del Broker de Negocios Virtuales (BNV) ha sido presentada, y su relevancia para explotar las oportunidades de negocio ha sido explicada. Las oportunidades de negocio han sido descritas basadas en el concepto de Ciclo de Vida del Producto, el cuál permite poner criterios de referencia para el BNV con el fin de seleccionar los aliados para las empresas virtuales. Los procesos claves y competencias claves requeridas por el BNV para la creación de Empresas Virtuales han sido descritas detalladamente y discutidas. Varios casos de estudio se presentaron con el fin de demostrar la aplicabilidad de los conceptos descritos en este paper. Las próximas etapas en esta investigación se enfocaran en el desarrollo modelos de proceso detallados y herramientas de software requeridas para apoyar las actividades y tareas del BNV.

5. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Ing. Myrna Flores y al Ing. Daniel Caballero, por su contribución a este proyecto.

6. Referencias

- [1] Molina A., Bremer C., Eversheim W. “Achieving critical mass: a global research network in systems engineering”, foresight Vol. 3, No 1, February 2001
- [2] Molina A., Ponguta S., C. Bremer, Eversheim W., “A Framework for Global Virtual Business”, Journal of Agility and Global Competition, 1998.
- [3] Levitt, T, “Exploit the Product Life Cycle”, Harvard Business Review, Noviembre-Diciembre 1965, pp. 81-94
- [4] Molina, A. Flores, M. Exploitation of Business Opportunities: the role of the Virtual Enterprise Broker. E-Business and Virtual Enterprises: Managing Business-to-Business Cooperation, L.M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, Rabelo (Eds.), Kluwer Academic Publishers, 2000, pp. 269-280
- [5] Copper G. Robert, Winning at new products, accelerating the Process from Idea to Launch, Eddison-Wesley Publishing Company, Second Edition, 1998.
- [6] Prahalad, C.K. y Hamel G. The core competence of the corporation. Harvard Business Review, Mayo-Junio, Pág. 82, 1990
- [7] Day G.S., Maintaining the competitive edge: Creating and sustaining advantages in dynamic competitive environments, en G.S Day y D.J. Reinstein Eds., 1997, Wharton on Dynamic Competitive Strategy (New York: John Wiley & Sons), 1997, Pág. 48-75.
- [8] Barton L., Bowen, Clark, Holloway and Wheelwright, 1994, How to integrate work and deeper expertise, Harvard Business review 72, no 5:124.
- [9] Hammel G. (1994), “The Concept of Core Competence”, In G. Hamel and A. Heene (Eds.), Competence based competition. John Wiley & Sons.

HACIA UNA TEORIA DE INVOLUCRACION, Y LOS FACTORES MAS IMPORTANTES PARA EL ALTO DESEMPEÑO EN ORGANIZACIONES MEXICANAS, UN ENFOQUE INDUCTIVO.

Dr. Antonio G. Castañeda Ríos y Dr. Ricardo Flores Zambada (Asesor)
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro

El propósito de esta investigación es crear conocimiento y entendimiento de los procesos psicológicos a través de los cuales las personas llegan a un estado de involucración, proponiendo un modelo de Administración por Involucración en el contexto mexicano.

Resultado de nuestra investigación definimos Involucración como un estado psicológico de adhesión dinámica del sujeto a una organización, caracterizado por una participación activa, responsable y comprometida que implica interesarse y superarse, tener iniciativa y convencimiento para trabajar más, y para trabajar mejor en la organización.

Lo anterior está determinado por factores sociales como el ambiente agradable y de apoyo en el trabajo, así como por factores personales como la valoración, capacitación, crecimiento, logro de metas y paga justa.

Esto hace que las personas se sientan bien, satisfechas, felices, alegres y contentas, orgullosas, optimistas y emocionadas, dispuestas a contribuir al buen desempeño organizacional.

Los datos para esta investigación exploratoria-inductiva fueron obtenidos de 526 trabajadores de la iniciativa privada de tres niveles jerárquicos y de los sectores: agrícola, industrial y de servicios de la región centro de nuestro país en las ciudades de: Querétaro, Qro., San Juan del Río, Qro., Puebla, Pue., y Cortazar, Gto.

Dos hipótesis de investigación fueron sometidas a prueba con resultados positivos.

La primera hipótesis plantea que existen factores de involucración que son comunes a todos los miembros de la organización.

La segunda hipótesis plantea que hay factores de involucración que son característicos del trabajador mexicano y que no existen o no están suficientemente desarrollados en el modelo representativo de involucración de Edward E. Lawler III, escogido como punto de comparación de lo que significa involucración en México y en Estados Unidos.

Se proponen dos modelos: "Dinámica del Comportamiento del Trabajador Mexicano", y "Modelo de Involucración" en el contexto mexicano.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mayoría de los trabajos de manufactura el mejor trabajador produce 2 o 3 veces más que el peor trabajador, en otros trabajos existen diferencias incluso de mayor magnitud¹.

Además de ser afectados por la motivación, el desempeño es afectado por la habilidad de los trabajadores y por un gran número de situaciones del ambiente, como: descompostura de máquinas, baja calidad en materiales, inadecuado suministro de materiales, mala relación con el jefe, mala relación con compañeros, etc.

Actitudes de rechazo de los empleados en una organización pueden resultar en huelgas, tortuguismo, ausentismo y rotación de los empleados. Puede dar lugar a conflictos laborales, bajo desempeño, mala calidad de los productos y descuidado servicio al cliente, robo por parte de los empleados y problemas disciplinarios. Los costos organizacionales pueden reducir la competitividad organizacional.

Por el contrario las actitudes favorables tienden a relacionarse con algunos resultados positivos, como: Alta productividad, satisfacción de los empleados, interés por el medio ambiente, responsabilidad social, etc.

Queriendo contribuir en los aspectos que favorecen el buen desempeño organizacional nos proponemos realizar una investigación en torno a la actitud de involucración en el contexto de trabajadores mexicanos.

1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

Los objetivos que perseguimos en esta investigación son tres:

- 1.- Encontrar los factores de involucración más importantes para los trabajadores en organizaciones empresariales mexicanas.
- 2.- Construir el concepto de involucración como resultado de la investigación bibliográfica y de campo.
- 3.- Proponer un modelo de administración por involucración que sirva especialmente en organizaciones mexicanas.

II. ¿ QUÉ SON LAS ACTITUDES ?

De entre los diversos temas que estudia el Comportamiento Organizacional existe un apartado dedicado a las actitudes, y una entre otras actitudes, es la actitud de Involucración, tema principal de nuestra investigación.

Cook y Sellitz² consideran la actitud como una disposición fundamental que interviene junto con otras influencias en la determinación de una diversidad de conductas hacia un objeto o clase de objetos, las cuales incluyen declaraciones de creencias y sentimientos acerca del objeto y acciones de aproximación- evitación con respecto a él .

Según el punto de vista de Katz, Stotland³ y Krech⁴ una actitud consiste en tres componentes: a) Cognoscitivo, b) Emocional, y c) De tendencia a la acción.

- En el componente cognoscitivo se incluyen las creencias que se tienen acerca de un objeto, descripciones, información acerca del objeto. Hay una comprensión muy profunda del orden normativo de la sociedad en el componente cognoscitivo de la actitud.

- El emocional es conocido algunas veces como el componente sentimental y se refiere a las emociones o sentimientos ligados con el objeto de la actitud. Los adjetivos bipolares usados frecuentemente al estudiar los elementos de este componente son: amor-odio, gusto-disgusto, admiración-desprecio y otros que denotan sentimientos del tipo favorable o desfavorable.

- El componente de tendencia a la acción incorpora la disposición conductual del individuo a responder al objeto. Se acepta generalmente que hay un lazo entre los componentes cognoscitivos, particularmente las creencias evaluativas y la disposición a responder al objeto.

Las manifestaciones conductuales que revelan la disposición del individuo a actuar hacia un objeto, ya sea positiva o negativamente, pueden usarse como bases provisionales de inferencia con respecto a la actitud.

Steven J. Breckler⁵ hace una validación experimental del modelo de actitud de tres componentes (cognoscitivo, afectivo y conductual).

Para el estudio que aquí realizamos sobre la actitud de involucración, este modelo validado de los componentes de la actitud sirve de marco teórico del cuestionario para la recolección de datos, que como lo veremos más adelante explora las experiencias positivas y negativas del trabajador mexicano en sus aspectos cognoscitivos, afectivos y conductuales.

Una persona puede tener miles de actitudes, pero el Comportamiento Organizacional enfoca su atención en un número limitado de actitudes relacionadas con el trabajo; y de entre ellas la revisión de literatura nos ha permitido seleccionar seis actitudes que tienen en común el ser "Formas de Adhesión Organizacional".

Estas formas capturan las evaluaciones positivas o negativas que los empleados mantienen acerca de sus experiencias de trabajo.

Nos encontramos aquí con seis formas de adhesión organizacional seleccionadas:

1) La Actitud de Compromiso⁶ que enfatiza la voluntad de seguir participando en la organización.

2) El Contrato Psicológico⁷ que detalla las expectativas mutuas de lo que la administración espera de los trabajadores y viceversa.

3) La Ciudadanía Organizacional⁸ que se interesa por la responsabilidad social interna y externa a la empresa

4) El Empowerment⁹ como un proceso que ofrece mayor autonomía a los empleados compartiendo información relevante y dando control sobre los factores que influyen en su desempeño laboral.

5) La Participación¹⁰ (Involvement), que toma dos vertientes: como sistema de sugerencias y como enriquecimiento del trabajo.

6) La Alta Participación¹¹ (high Involvement), que propone a nivel de organización una mezcla de información, conocimiento, poder y recompensas para lograr la competitividad organizacional.

La Participación y Alta Participación, son el punto de partida para construir el concepto de involucración en el contexto mexicano y para confrontar el modelo norteamericano de involucración de Edward E. Lawler III, y el que resulte de esta investigación.

III. DEFINICION DEL TIPO DE INVESTIGACION.

La investigación que se presenta es un tipo de investigación exploratoria, porque busca obtener información fresca sobre la actitud de involucración, preguntando directamente a trabajadores mexicanos.

Hay la convicción de que se puede saber acerca de la actitud de involucración como estado psicológico de adhesión dinámica del trabajador a su organización, si se va a las experiencias de trabajo positivas y negativas de los trabajadores encuestados.

La presente investigación además de exploratoria es también descriptiva, ya que tiene como función describir como se manifiestan los diversos factores de involucración en trabajadores mexicanos, midiendo estos factores y señalando los más importantes. De esta manera se podrá predecir aunque sea rudimentariamente el comportamiento futuro.

III.1 FORMULACION DE HIPOTESIS.

Las hipótesis que planteamos son las siguientes:

- 1.- Existen factores de involucración que son comunes a todos los miembros de la organización.
- 2.- La segunda hipótesis plantea que hay factores de involucración que son característicos del trabajador mexicano y que no existen o no están suficientemente desarrollados en el modelo representativo de involucración de Edward E. Lawler III, escogido como punto de comparación de lo que significa involucración en México y en Estados Unidos.

III.2 DISEÑO DE INVESTIGACION NO EXPERIMENTAL.

Nuestro diseño de investigación es no experimental. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. De hecho los sujetos encuestados describieron libremente sus apreciaciones en relación a las preguntas, y sus respuestas fueron totalmente respetadas.

La investigación se realizó en una fecha determinada y los datos son referidos a ese momento (Del 14 de Junio al 24 de Oct. del 2000), por eso nuestra investigación es considerada como transeccional-descriptiva.

III.3 MUESTRA NO PROBABILISTICA.

Para seleccionar una muestra lo primero es definir nuestra unidad de análisis, que en nuestro caso está constituida por trabajadores que laboran actualmente o han laborado en alguna organización privada sea del sector agrícola, industrial o de servicios de la economía mexicana.

Estos trabajadores pueden estar en cualquier nivel jerárquico de la organización. Nuestra muestra es no probabilística, a este tipo de muestra también se le llama dirigida. Por decisión propia no se eligió para este estudio a organizaciones públicas por considerar que de entrada tenían ciertas variables que las hacían diferentes a las organizaciones privadas a las que nos enfocamos en un primer momento.

El número de sujetos encuestados tomados de tres niveles jerárquicos -En el tercer nivel a los operarios, en el segundo nivel a los mandos medios y en el primer nivel a la alta gerencia-, está dentro de los márgenes establecidos para un estudio regional o estatal, que es entre 400 y 700 sujetos según Sudman.¹²

Nuestra muestra es de 526 sujetos. Los lugares de investigación fueron todos de la región centro del país, en las ciudades de Querétaro, Qro., San Juan del Río, Qro., Puebla, Pue., y Cortazar, Gto., los sujetos encuestados del tercer nivel sumaron 230. Los sujetos encuestados del segundo nivel sumaron 148. Los sujetos encuestados del primer nivel sumaron 109.

Esto suma 487 sujetos que contestaron qué puesto tenían, hubo 39 personas que no dijeron su puesto.

III.4 DATOS ESTADISTICOS DE LA POBLACION ENCUESTADA.

1.- HOMBRES Y MUJERES: De los 526 trabajadores de ambos sexos que respondieron la encuesta, encontramos que 274 eran hombres y 250 mujeres, no respondieron a esta pregunta 4 personas.

2.- EDAD: La mayoría de los trabajadores (278) resultaron tener entre 22 y 32 años, los trabajadores entre 33 y más de 44 años sumaron 120, mientras que aquellos que tenían entre 16 y 21 años sumaron 84. La pregunta relativa a la edad no la respondieron 44 personas.

3.- ESCOLARIDAD: En cuanto a la escolaridad las personas con nivel de secundaria o comercio, y aquellas con profesión resultaron ser la mayoría (342), de los cuales 152 son de nivel secundaria o comercio y 190 que han terminado profesional.

La gente con nivel de primaria sumó 47, con prepa 82 y con posgrado 30, en total 159. No contestaron a esta pregunta 25.

4.- ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA.

Los trabajadores encuestados en su inmensa mayoría (417) tienen una antigüedad en la empresa de 1 a 5 años. Las personas que tienen una antigüedad de 6 a 15 años fueron 67, sólo 8 personas tenían una antigüedad de más de 16 años. No respondieron a esta pregunta 34.

III.5 RECOLECCION DE DATOS.

Recolectar los datos que son la materia prima de toda investigación, implica seleccionar un instrumento de recolección. En nuestro caso decidimos crear nuestro propio instrumento de recolección de datos, dada la naturaleza exploratoria de nuestra investigación.

El instrumento que se elaboró se hizo considerando que debería de ser lo suficientemente amplio, como para captar el mayor número de elementos que nos permitiera luego seleccionar los más relevantes, en torno al tema de la involucración.

Se pensó que lo más sensato era hacer preguntas abiertas, donde pudieran entrar cualquier tipo de consideraciones.

El marco teórico que sirvió de guía para la elaboración de nuestro instrumento fue la validación del modelo tripartita de la actitud que hiciera Steven J. Breckler, del cual ya hablamos en el apartado de las actitudes y donde se reafirma que las actitudes tienen un componente cognoscitivo, otro afectivo y otro conductual, que pueden interrelacionarse.

Fundados en lo anterior se generó un cuestionario con dos preguntas abiertas, pero que se responden de un modo tripartita.

En este cuestionario se le pide al trabajador encuestado que se tome unos momentos para representarse en su mente la mejor experiencia de trabajo que ha tenido en su vida, esta experiencia puede haber sido en la empresa en la que actualmente trabaja, pero puede haber sucedido en cualquier otra.

Una vez que el sujeto se representa esa experiencia se le pide que nos diga dónde tuvo lugar, cuándo fue, en qué situación o contexto se dió.

Luego se le pide que del modo más espontáneo posible nos cuente :

a) Qué aspectos o qué cosas había ahí, que hicieron que aquella experiencia fuera tan positiva. Aquí puede describir, informar libremente sobre las cosas que hicieron que la experiencia positiva se diera. Qué había ahí que hizo que esa experiencia fuera tan positiva, etc.

b) Cómo se sintió en esa experiencia positiva, cuáles fueron sus sentimientos, sus emociones en el contexto de la experiencia, y

c) Cómo actuó; qué comportamientos o conductas ejerció en el contexto de esa experiencia positiva.

La segunda pregunta cuestiona lo mismo en el contexto de una experiencia negativa.

Se le pide al trabajador que ahora haga un esfuerzo y se represente la experiencia más negativa que haya tenido en su vida de trabajo, que nos diga dónde fue, cuándo fue, en qué situación sucedió.

Se le pide luego que del modo más espontáneo nos cuente:

- a) Qué aspectos o elementos había ahí que hicieron que fuera tan negativa esa experiencia. Describir, informar acerca de esos aspectos o cosas.
- b) Cómo se sintió en esa experiencia negativa. Cuáles fueron los sentimientos, las emociones de diverso tipo que experimentó en esta experiencia negativa. Y
- c) Cómo se comportó en el contexto de esa experiencia.

El punto de partida para investigar en relación a la actitud de involucración, son las experiencias de trabajo concretas, positivas y negativas de los trabajadores encuestados reportadas en las respuestas del cuestionario.

Se fueron recogiendo poco a poco las encuestas hasta completar 526, las cuales están debidamente numeradas y archivadas como la materia prima de esta investigación, de donde se derivan los resultados posteriores.

III.6 ANALISIS DE CONTENIDO.

El análisis de contenido es una técnica para estudiar y analizar la información de una manera objetiva sistemática y cuantitativa¹³.

Los datos recibidos en cada encuesta fueron clasificados de acuerdo a una matriz realizada ex profeso para empezar a ordenar las respuestas, de donde posteriormente se podrían inducir los factores de experiencias positivas y negativas de trabajo.

De los datos de primera mano dados por los trabajadores en cada encuesta, empezamos a clasificar la información de acuerdo con la matriz; en este momento la información se obtiene en la forma de “narrativas” o relatos, que se resumen y clasifican en dicha matriz.

En la figura 1 tenemos la representación de la matriz que realizamos para ir clasificando los datos obtenidos directamente de las encuestas donde estaban las respuestas de los trabajadores.

MATRIZ DE LA BASE DE DATOS DEL CUESTIONARIO DE EXPERIENCIAS DE TRABAJO POSITIVAS Y NEGATIVAS							
EMPRESA 1=MARS 2=CAMELINAS 3=HARADA 4- CARTEC 5- UNIFOOD 6- C. BIENESTAR 7- AGRO PRO 8- POSGR. ITESM. QRO. 9- GRADUANDOS UAQ 10.- POSGRADO UAQ 11.-ADMVA. ITESM QRO. 12.- NEW HOLLAND	GIRO	SUJETO	GENERO	EDAD	ESCOLAR.	NIVEL JERARQ.	ANTIG EN EMP.
	1=AGRICOLA 2=INDUSTRIAL 3=SERVICIOS.	1 2 526	1=MASC 2=FEM	1=16-21 2=22-26 3= 27-32 4=33-37 5=38-43 6=44+	1=PRIM 2=SEC-COM 3=PREPA 4=PROF 5=POSG	1=GTE 2=JEFE-SUP 3=OPER-ADMVO	1=1-5 2=6-15 3=16+
COGNOSCITIVO POSITIVO	AFECTIVO POSITIVO	CONDUCTUAL POSITIVO	SITUACION POSITIVA	COGNOSCITIVO NEGATIVO	AFECTIVO NEGATIVO	CONDUCTUAL NEGATIVO	SITUACION NEGATIVA

Fig. 1: Matriz de la Base de Datos del Cuestionario de Experiencias de Trabajo Positivas y Negativas

El camino hacia la Teoría de la involucración empieza en el relato -narrativa- de las mejores experiencias positivas y las peores experiencias negativas de los trabajadores, éstas se clasifican de acuerdo a la matriz en la forma de resúmenes hechos con las palabras de los trabajadores dados en sus respuestas al cuestionario y acomodados en los casilleros de la matriz. De acuerdo a las respuestas, se van colocando como información cognoscitiva, afectiva y conductual positiva y negativa.

De la lectura atenta de esta información clasificada, se van induciendo los factores de tipo cognoscitivo, afectivo y conductual que arrojan las respuestas.

El número de factores inducidos de este modo es grande, entre los tres aspectos llegamos a 86 factores positivos y a 93 negativos, un total de 179 factores.

Los factores se miden de acuerdo a sus frecuencias. Los factores al tener un número van revelando su relativa importancia, podemos decir en general que de acuerdo a la frecuencia nos vamos dando cuenta de qué tan importante es un factor.

Viene en seguida, en un esfuerzo de abstracción mayor, el formar categorías de factores, las cuales nos resultaron en número de 4 categorías por cada aspecto (cognoscitivo, afectivo, conductual).

Así el total de categorías de factores positivos fueron 12 y la misma cantidad se obtuvo de categorías de factores negativos, en total 24 categorías de factores.

Después de esto, de acuerdo con el método inductivo de ir de lo particular a lo general, consideramos la situación global en la cuál se dio la experiencia de trabajo que favoreció la serie de factores positivos y negativos encontrados.

Las situaciones positivas fueron 23, mientras que las situaciones negativas encontradas fueron 33.

Entre positivas y negativas obtuvimos un total de 56 situaciones globales en donde se dio la experiencia de trabajo positiva y negativa.

Acto seguido clasificamos en categorías.

Obtuvimos 4 categorías de situaciones positivas y 4 categorías de situaciones negativas, 8 categorías de situaciones en total. (Al ser estas situaciones marcos de referencia de la experiencia éstas no tienen aspectos afectivo y conductual)

Toda esta serie de factores y categorías son la materia prima para generar el modelo de: "Dinámica del Comportamiento del Trabajador Mexicano", y para llegar luego al "Modelo de Involucración".

IV. ESTRATEGIA PARA LLEGAR A LAS CONDUCTAS DE INVOLUCRACION.

Nuestro punto de partida son las 27 conductas obtenidas en nuestra investigación en experiencias de trabajo positivas.

Se les pidió a ocho personas, -6 profesionistas y 2 estudiantes de diversas áreas-, que escogieran de las 27 conductas que se les daban, aquellas conductas que a su juicio mostraban de un modo más claro, la idea de adhesión dinámica y activa que son características de la idea de involucración a la organización.

Las conductas que se les dieron son las siguientes, con sus respectivas frecuencias:

Trabajar mejor (109), Compromiso y responsabilidad (73), Echarle más ganas (57), Persona positiva (45), Buen o mejor comportamiento (38). Estimulado (36), Superarse, interesarse (35), Dar apoyo (26), Conseguir retos (17), Participación activa (16), Convencimiento, iniciativa (12), Ser natural (11), Buscar capacitarse (10), No faltar, ser puntual (10), Hacer equipo (8), Valorar la amistad (7), Entusiasmo (6), Respetar (5), Preguntar si hay dudas (3), Todo a su tiempo (3), Agradecer (3), Llegar temprano (3), Dispuesta a cambiarse (3), Serio (2), No presionarse (2), Resolver problemas (1), Vivir valores (1)

El resultado fue que obtuvimos seis conductas que mejor se relacionaban con la idea de adhesión dinámica y activa.

Las conductas que resultaron más ligadas a la idea de involucración fueron: Trabajar mejor (con calidad), compromiso y responsabilidad, echarle más ganas (cantidad, intensidad), interesarse y superarse, participación activa, e iniciativa y convencimiento.

Una vez encontradas estas conductas como manifestaciones de involucración, nuestro siguiente paso fue localizar en nuestras bases de datos a los sujetos que presentaban esas conductas. Después de localizar a los sujetos que tenían estas conductas, buscamos a qué aspectos cognoscitivos y afectivos se ligaban esas conductas, sabiendo que los factores que resultaran ligados a esas conductas, estarían directamente relacionados con la actitud de involucración.

Estudiando cada una de las conductas de involucración sujeto por sujeto, el paso siguiente es encontrar la relación de las conductas de involucración con las situaciones en cuyo contexto se dan. Con los datos anteriores tenemos los elementos para proponer el Modelo de Involucración.

V. MODELO DE INVOLUCRACION.

El Modelo de Involucración fruto de esta investigación propone una Administración por Involucración, significando con esto, que el proceso administrativo (Planear, organizar, dirigir y controlar) se ejerce teniendo en cuenta los factores más importantes de involucración.

Para lograr ésto lo primero es crear contextos o situaciones a favor de: Ser valorado, un clima de compañerismo y cooperación, promociones y ascensos, crecimiento, conseguir metas, ser facultados, trato igualitario, dar planta y dinero.

Estas situaciones procesadas internamente por los sujetos, permiten estar en el estado psicológico de adhesión a la organización que llamamos involucración, lo cual va a tener repercusiones externas a través de conductas.

Los factores cognoscitivos propios de la involucración son: Ambiente agradable, valoración, capacitación, apoyo, crecimiento, logro, paga justa.

Los estados afectivos ligados a las conductas de involucración más importantes son: La satisfacción, el sentirse feliz y alegre, contento, sentirse bien, orgulloso, optimista y emocionado.

Las conductas específicas manifestadoras de involucración son: Trabajar mejor, actuar con responsabilidad y compromiso, echarle más ganas, interesarse y superarse, participación activa, iniciativa y convencimiento.

Todo lo anterior tiene relación con el desempeño organizacional. En la figura que ponemos a continuación, tenemos la representación del modelo de Involucración.

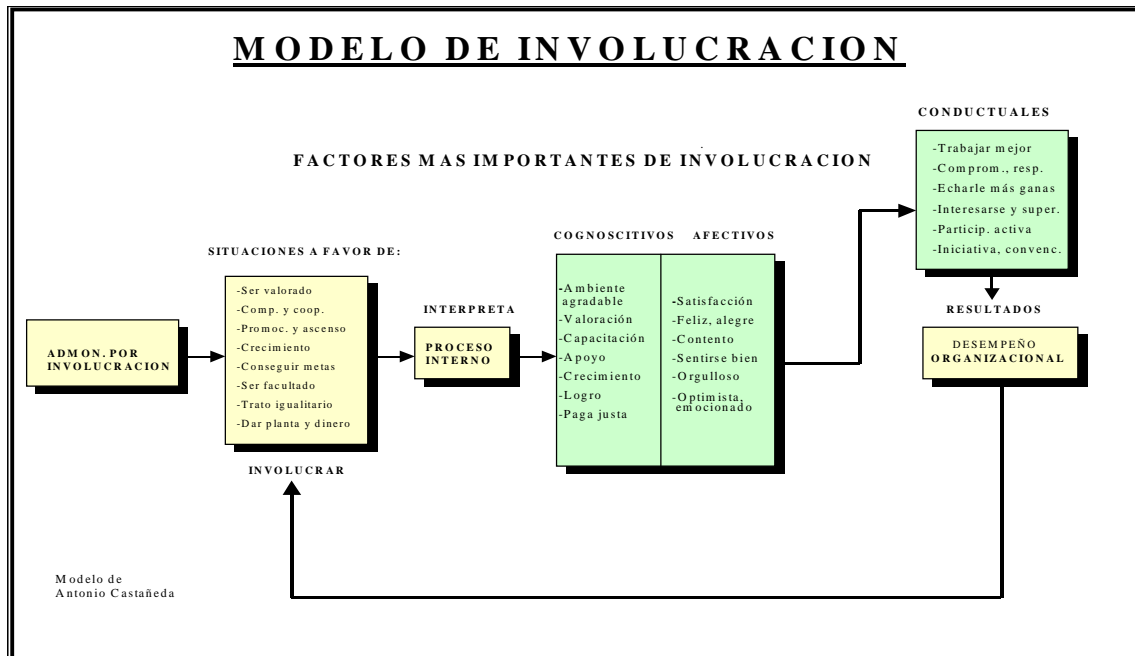


Fig. 2: Modelo de Involucración de Antonio Castañeda

El estado de involucración es un estado psicológico al que llega el sujeto como resultado de diversos factores que se procesan en el interior del sujeto y que tienen como resultado la adhesión dinámica del sujeto a la organización, lo cual tendrá repercusiones en el desempeño organizacional. Los resultados obtenidos en este modelo confirman la primera hipótesis del presente trabajo, que planteaba el hecho de que existen factores de involucración que son comunes a todos los miembros de la organización.

V.1 DEFINICION DE INVOLUCRACION.

El Hacer teoría de Involucración, supone un concepto de Involucración. La definición de Involucración que se va a proponer ahora, ha surgido de la investigación que se ha presentado en este trabajo, y trata de sintetizar todos los aspectos que han resultado más importantes para caracterizar el estado psicológico del sujeto que llamamos Involucración.

Es un estado psicológico de adhesión dinámica del sujeto a una organización, caracterizado por una participación activa, responsable y comprometida que implica interesarse y superarse, tener iniciativa y convencimiento para trabajar más (echarle más ganas), y para trabajar mejor en la organización.

Lo anterior está determinado por factores sociales como el ambiente agradable y de apoyo en el trabajo, así como por factores personales como la valoración, capacitación, crecimiento, logro de metas y paga justa.

Esto hace que las personas se sientan bien, satisfechas, felices, alegres y contentas, orgullosas, optimistas y emocionadas, dispuestas a contribuir al buen desempeño organizacional.

V.2 CONFRONTACION DEL MODELO ESTADOUNIDENSE DE ALTA PARTICIPACION Y EL MODELO MEXICANO DE INVOLUCRACION

El modelo de Alta Participación de Edward E. Lawler presenta 4 factores de efectividad organizacional: Información, conocimientos, poder y recompensas. Estos factores son de tipo cognoscitivo.

Si comparamos estos factores con los encontrados en nuestra investigación nos damos cuenta de significativas diferencias.

-En el modelo mexicano además de factores cognoscitivos, se presentan los factores de tipo afectivo y conductual ligados a la actitud de involucración.

-Los factores más importantes de involucración que tienen cierta coincidencia con el modelo de Lawler son capacitación (ligada a conocimientos), paga justa (recompensas), Valoración (Dar poder, puesto que valorar implica responsabilizar). Se tiene una notable diferencia con este modelo en relación a los factores sociales que no considera, y que en el contexto mexicano son notablemente relevantes.

Factores como Ambiente Agradable (Con la mayor frecuencia 273), y Apoyo (132) son característicos del modelo de involucración mexicano.

- El modelo de Alta Participación de Lawler no se interesa por lo que sucede en el interior del sujeto, y prefiere hacer un estudio longitudinal sobre las prácticas de involucración en 1000 empresas de la revista Fortune.

En cambio el modelo mexicano de involucración que aquí se presenta estudia los aspectos cognitivos y conductuales que definen a la involucración como un estado psicológico de adhesión del sujeto a la organización.

Con todo lo anterior se confirma la segunda hipótesis que planteaba el hecho de que hay factores de involucración que son característicos de los mexicanos, y que no existen o no están lo suficientemente desarrollados en el modelo representativo de involucración escogido como punto de comparación de lo que significa involucración en México y en Estados Unidos.

REFERENCIAS

- ¹ LAWLER III, Edward., "Motivation in Work Organizations", San Francisco, Jossey-Bass Inc., Publishers, 1994, Pág. 1.
- ² COOK, S.W. y Claire SELLITZ., "A multiple Indicator Approach to Attitude Measurement", Psychological Bulletin 62, Pags. 36-55, 1964.
- ³ KATZ D. Y E. STOTLAND., "A Preliminary Statement to a Theory of Attitude Structure and Change", en la obra de Sigmund Koch, Psychology: A Study of a Science, New York, Mc. Graw Hill, 1959
- ⁴ KRECH, David., "Individual in Society, New York, Mc Graw Hill, 1962
- ⁵ BRECKLER, Steven., "Empirical Validation of Affect, Behavior and Cognition, as Distinct Components of Attitude"., Journal of Personality and Social Psychology, Vol 47. No. 6, 1984.
- ⁶ FINEGOLD, David., "Factors Effecting the Organizational Commitment of Technical Knowledge Workers" CEO Publications G 99-3 (362) USC, Feb 1999.
- ⁷ ROBBINS, Stephen., "Comportamiento Organizacional", 8ª. Edición, México, Prentice Hall, 1999, pág. 253.
- ⁸ MAIGNAN , Isabelle, OC. FARREL, Y Thomas M. HULT., "Corporate Citizenship: Cultural Antecedents and Business Benefits". Academy of Marketing Science. Journal Greenvale; Fall 1999.
- ⁹ JOHNSON, Allen., "Real Empowerment", Executive Excellence; Provo, Sep. 1999.
- ¹⁰ LAWLER III, Edward., "High Involvement Management", San Francisco, Ed. Jossey-Bass Inc. Publishers, 1986.
- ¹¹ SHADUR, Mark, Rene KIENZLE y John J. RODWELL., "The Relationship Between Organizational Climate and Employee Perception of Involvement. Group and Organization Management; Thousand Oak; Dec. 1999.
- ¹² SUDAMAN, S., "Applied Sampling", Nueva York, Academic Press, 1976.
- ¹³ BERELSON, B., "Content Analysis in Communication Research", New York, Free Press, 1952.

EL INSTITUTO ELECTORAL DEL DISTRITO FEDERAL. EXPERIENCIAS EMPÍRICAS EN EL DISEÑO INSTITUCIONAL Y EL CAMBIO ORGANIZACIONAL

Angel Gustavo López Montiel*

Los institutos electorales en México, han sido creados como instrumentos de transición política, lo que se refleja en las estructuras y marcos jurídicos que los regulan, así como en la sustantividad de su trabajo. Para que estos institutos puedan consolidarse como organizaciones fuertes, es necesario que más allá de sus atribuciones legales, se sometan a un proceso cotidiano de cambio que les permita sobrevivir a su lógica transicional, y los proyecte en un ámbito de normalidad democrática. La consecuencia más importante de esto es que los contribuyentes se ahorrarían una buena cantidad de recursos que actualmente se gastan en exceso, debido a la irracionalidad administrativa y organizacional que se presenta en este tipo de organizaciones.

Palabras clave: organizaciones electorales, cambio organizacional, democracia, Distrito Federal.

1. Introducción

La reforma del gobierno ha sido una de las metas más pretendidas por parte de los principales actores políticos de diversos países, en por lo menos los últimos diez años [1]. En el caso de México, dicha reforma se ha instrumentado de manera parcial y con alcances limitados. Sin embargo, han existido áreas de la acción gubernamental, donde se dio impulso a la conformación de organizaciones novedosas, y en algunos casos sin precedentes, para tratar de garantizar la eficiencia y eficacia, además de la construcción de canales de legitimidad gubernamental y de poder político.

Tal es el caso de la reciente creación de agencias especializadas en el área electoral, como el Instituto Federal Electoral (IFE) e institutos electorales locales a lo largo de México, cuyas estructuras parecen ser novedosas entre las entidades gubernamentales, y que cuando son capaces de realizar su trabajo con eficiencia y eficacia, proyectando una imagen de transparencia e imparcialidad, generan amplia legitimidad en un ámbito que en el pasado era fuertemente conflictivo.

Usualmente el gobierno es visto como un ente homogéneo y consolidado, que funciona de acuerdo a objetivos establecidos, con estructuras diseñadas para el cumplimiento de los mismos, con altos niveles de racionalidad, y cuya actuación se da de manera lineal y articulada. En la práctica sin embargo, ese no es el caso. Los gobiernos no necesariamente son entes articulados y homogéneos, por el contrario, en diversas ocasiones las agencias que forman parte de ellos se confrontan, sus objetivos y metas pueden diferir, y su acción racional no está garantizada.

*Profesor de Ciencia Política en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México. anlopez@campus.ccm.itesm.mx

El gobierno es una gran organización de organizaciones, cuyos intereses, objetivos, acciones, procedimientos, componentes, actores, recursos y discursos tienden a ser integrados en una lógica similar [2]. Las organizaciones que lo componen están diferenciadas entre sí, adquiriendo características diversas que las dotan de identidad, cohesión, procedimientos, usos y costumbres. Por ende, cualquier intento de cambio gubernamental debe tomar en cuenta estos aspectos, para tener una visión global del gobierno y su orientación, pero también para no perder de vista las particularidades de cada una de las organizaciones que lo componen.

De la misma forma, el sentimiento de que los fines se consiguen con eficiencia y eficacia, y la manera en que esto es comunicado y proyectado a los actores y al público, genera insumos de legitimidad. Así, podemos decir que existen dos elementos que constituyen los aspectos más relevantes de legitimidad. Por un lado, el apego a la legalidad en la realización de los actos de poder, y por el otro, la aceptación que los mismos generan tanto al interior como al exterior de la organización. Recientemente el IFE ha sido la organización electoral más exitosa en ese sentido, mientras que el Instituto Electoral del Distrito Federal ha tenido un éxito limitado en sus intentos por desarrollar una política de comunicación que lo posiciona en la mente de los ciudadanos y lo distingue del IFE.

En este sentido, ubicaremos a las organizaciones electorales en dos vertientes, que no implican autoexclusión: como sistemas racionales [3] y como sistemas flojamente acoplados [4]. Las organizaciones electorales basan buena parte de su legitimidad en la racionalidad que la estructura organizacional les otorga. El comportamiento de los individuos que las integran está orientado hacia el desarrollo de medios y la consecución de fines, y constreñido por las limitantes expuestas en la misma ley, que es base de esa racionalidad. Las actividades más relevantes se dan en un esquema de cálculo racional elaborado por los cuerpos directivos y de toma de decisiones en los diversos niveles que componen la organización, mientras que los cuerpos técnicos operan las decisiones bajo supuestos de eficiencia, optimización, planeación y diseño. Teóricamente, la información fluye a través de canales igualmente racionales, complejos y estructurados, cuyo fin es la toma de decisiones [5].

Como lo mencionamos, este esquema de racionalidad está plasmado en el marco jurídico que rodea a las organizaciones electorales. Diversos principios regulan el comportamiento de sus integrantes, a partir de un sistema de premios, recompensas y castigos. Con ello, involucra a los individuos en los procesos de racionalidad establecidos por la misma ley y la estructura organizativa que surge de ella, tratando de restringir la capacidad individual por acumular poder e incertidumbre al interior de la organización.

Sin embargo, en la práctica las organizaciones electorales parecen ser sistemas poco acoplados donde la racionalidad otorgada por la ley y la estructura que se deriva de ella se ve limitada por dos aspectos esenciales. Por un lado, las decisiones que se toman en los órganos directivos obedecen usualmente a supuestos políticos y no necesariamente técnicos. Como los clientes esenciales de las organizaciones electorales son los partidos políticos, las decisiones se toman a partir de una amplia red de negociaciones donde se ven involucrados consejeros y partidos fundamentalmente y, en ocasiones, funcionarios de las áreas ejecutivas y técnicas. Es de suponerse entonces que las decisiones tengan un alto contenido político. Aunque esto puede no ser la principal causa de irracionalidad, es factible que al modificar aspectos de los diseños que se presentan a aprobación de esos órganos, cambie también la lógica interna de los procesos propuestos.

En segundo lugar, los individuos que integran a la organización tienen objetivos y generan medios para lograrlos que en ocasiones se contraponen a los oficialmente adoptados, y pueden desarrollarse en ambientes poco claros, altamente conflictivos e inciertos, donde muchas veces la principal causa es la estructura organizacional misma. Por ser entidades altamente técnicas, los individuos que las integran desarrollan habilidades, prácticas y redes de comunicación que terminan por

orientar algunos aspectos estructurales de la organización, imponiendo así una racionalidad e identidad propias que pueden entrar en conflicto con aquella oficialmente adoptada por la organización. Esto se hace más evidente puesto que los individuos desarrollan márgenes de maniobra dentro su propio ámbito de trabajo, controlando información e incertidumbre, que se traduce en poder adicional al interior de la organización. Si a esto añadimos las pugnas por el poder que se distribuye y comparte a lo largo y ancho de la organización, el esquema se complica.

El presente estudio pretende ubicar aquellos aspectos del funcionamiento interno del IEDF, que pueden ser sujeto de cambio debido a que han generado irracionalidad y por lo tanto gasto excesivo en los recursos humanos, administrativos, económicos, etc., con que esta organización cuenta. Corregir estos aspectos en futuras reformas, ayudaría a consolidar la presencia del IEDF más allá del proceso de transición política que se vive en el Distrito Federal, y a hacer más eficiente el uso de sus recursos. De esta forma, la necesidad de cambio se ubica tanto en la irracionalidad de su funcionamiento interno como en la predecible modificación del ambiente en que el IEDF interactúa [6].

El impacto más importante de este trabajo tiene que ver con la necesidad de hacer más eficientes y eficaces a los órganos de gobierno, específicamente aquellos de reciente creación. En el caso particular de las organizaciones electorales, podemos ver que existe una relación característica de un órgano de transición, donde las decisiones se toman en un cuerpo político, mientras que las acciones son eminentemente técnicas. Esa relación político-técnica es aceptable en un momento de cambio, pero no en un ámbito de "normalidad" democrática, por lo que se debe pensar sobre la pertinencia de generar un proceso de cambio organizacional.

2. Metodología

Para la obtención y análisis de la información que sustenta a este trabajo, se realizaron visitas a las sesiones del Consejo General del IEDF, entrevistas a funcionarios de varios niveles, así como la revisión de los documentos que sustentan los acuerdos del Consejo General, mismos que se encuentran en la página de internet del IEDF así como en el Centro de Documentación de la propia organización.

En una segunda etapa y con base en el esquema de funcionamiento que proviene de la ley y reglamentos que rigen al IEDF, se analizó y determinó la lógica en que la organización debería realizar su trabajo, y se contrastó con la información obtenida en la observación y entrevistas. Ambas vertientes nos llevaron a las conclusiones reportadas al final.

3. Resultados y discusión

Las organizaciones electorales, como la que aquí analizamos, son parte de la compleja red que conforman al gobierno, y que actúan en espacios altamente conflictivos, a pesar de que paradójicamente su trabajo es principalmente técnico. A pesar de su autonomía, son instancias que mantienen una estrecha relación, así como actividades de negociación, con los poderes ejecutivo, legislativo y judicial, puesto que el origen de sus recursos, operación y decisiones necesariamente interactúan con ellos.

En México, la organización de las elecciones no se circunscribe únicamente a generar y desarrollar los procedimientos para que los ciudadanos elijan gobernantes, sino que implica también la construcción de la legitimidad que rodea a la elección y sus resultados. De esta forma, la necesidad de realizar elecciones transparentes y legítimas, llevó a la consolidación de organizaciones electorales que

dependen de los tres poderes, y que funcionan como empresas, con consejos directivos y administrativos que regulan la actividad al interior y las representan al exterior.

El IEDF fue creado por la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, a partir de la aprobación del Código Electoral de la misma entidad, el 5 de enero de 1999 [7]. El objeto fue la instauración de un Instituto cuya misión es la organización de las elecciones locales y de los procedimientos de participación ciudadana que la ley local establece. Asimismo, tratan de contribuir al fortalecimiento de la cultura democrática en la capital del país.

Por otro lado, el IEDF ha sido diseñado como una organización de transición, en un contexto político en el que el estatus y condición final del Distrito Federal al interior de la Federación no se ha decidido aún. Es por ello que en un ámbito de “normalidad” democrática, el IEDF no podría continuar con el diseño actual, ni con la forma en que las decisiones se construyen y la manera en que se ejecutan. De hacerlo, el IEDF se volvería poco funcional y no avanzaría en el desarrollo tanto de sus áreas como en su papel al interior del Distrito Federal y sus procesos políticos.

Como se mencionó anteriormente, el problema del cambio organizacional puede ubicarse en dos vertientes. Por un lado, los problemas directamente relacionados con la organización formal del IEDF, es decir, con el conjunto de procedimientos que le dan cohesión orientación y cuerpo, incluyendo estructuras, funciones y marco legal. Por el otro, existen elementos que podríamos llamar de la organización informal, que son sentimientos, pasiones, actividades individuales y grupales que moldean lo que se conoce como cultura organizacional, y que inciden de manera determinante en el desarrollo de la organización tal y como se concibe de manera teórica y formal.

La relevancia de hacer esta anotación es que buena parte de los vicios e irracionalidades que las organizaciones desarrollan tienen su origen en la influencia que la organización informal tiene sobre la formal. Conocer dichos aspectos es entonces determinante para diagnosticar y prevenir los principales obstáculos que se pueden derivar del cambio organizacional.

El IEDF se estructura y funciona de acuerdo a lo establecido en el Código Electoral del Distrito Federal, el Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, y el Estatuto del Servicio Profesional del mismo [8, 9]. En su diseño, los ingenieros trataron de diferenciarlo de la estructura del IFE, al asignarle una conformación distinta, a pesar de que las funciones genéricas son las mismas. Esto nos puede llevar a la conclusión de que la ley da el sustento pero no define las actividades específicas de la organización, otorgando cierto margen de negociación a la toma de decisiones.

Por ejemplo, las funciones de organización y capacitación electoral se fusionaron a nivel distrital en una misma dirección, mientras que a escala central se mantuvo la separación en direcciones ejecutivas diferenciadas. En el IFE tanto a nivel central como distrital, las funciones se mantienen separadas con funcionarios especializados en ambas vertientes, optimizando recursos. En el IEDF un funcionario distrital realiza dos trabajos distintos al mismo tiempo: seleccionar a los funcionarios electorales y capacitarlos, y organizar la votación en las distintas secciones. Recibe órdenes de dos direcciones ejecutivas, a través de una unidad de coordinación, misma a la que reporta los resultados obtenidos. En este ir y venir de información, se genera incertidumbre e irracionalidad en el diseño e instrumentación de los programas.

La estructura del IEDF en sí misma parece no tener mayor problema en el papel, y si los procedimientos estuvieran institucionalizados y perfectamente ensayados. Sin embargo, el primer gran

conflicto aparece cuando se cruzan las actividades de los cuerpos directivos y técnicos, y dentro de ellos a lo largo de los niveles que los componen.

El Consejo General. El principal órgano de toma de decisiones se encuentra en el Consejo General, integrado por seis consejeros electorales y un consejero presidente, designados por la Asamblea Legislativa y con derecho a voz y voto, así como por los representantes de los partidos políticos quienes no tienen derecho a voto. El secretario ejecutivo es también secretario del Consejo. Del Consejo General se derivan comisiones de trabajo que aligeran las actividades del Consejo, pero que además supervisan las actividades realizadas por las áreas ejecutorias. El Consejo funciona como un órgano directivo de cualquier empresa, sin embargo en la práctica su operación es complicada puesto que sus decisiones son eminentemente políticas, por lo tanto su carácter.

Para que una decisión sea tomada en el seno del Consejo, el tema habrá sido previamente discutido intensamente en alguna comisión del Consejo, o fuertemente consensado por y entre los consejeros y los partidos políticos. Temas altamente controversiales se ventilan en la sesión del Consejo, con debates que en ocasiones han generado malestar entre los mismos consejeros. El carácter de este órgano es altamente político, por lo que la orientación de una decisión es más relevante que los procedimientos e instrumentos a partir de los cuales se aplica. Este es el primer elemento que reduce la racionalidad de las decisiones que el Consejo toma.

Usualmente, en las organizaciones las decisiones están ligadas a cálculos de costos y beneficios en función del interés de la organización. Sin embargo, el dilema más relevante en el funcionamiento del Consejo se ubica en el tipo de racionalidad que se aplica al tomar una decisión. Cuando el carácter de la organización es altamente político, esa racionalidad tiende a modificarse combinando no únicamente los costos y beneficios de la organización, sino también aquellos de sus clientes, en este caso los partidos políticos. Cualquier decisión que el Consejo tome, estará ligada a distintos cálculos que corresponden a los distintos actores que interactúan al interior, impactando la potencialidad de los órganos ejecutores, quienes se ven constreñidos por el carácter mismo de las decisiones previamente tomadas.

En ese sentido, la racionalidad que se deriva de las decisiones que el Consejo General toma, impacta la racionalidad que la organización tiene a partir de su diseño estructural y las funciones que se desarrollan en cada área. Esto que pareciera no ser relevante, lo es en el sentido de que las decisiones del Consejo son políticamente trascendentes, mientras que los procedimientos para ejecutarlas no necesariamente lo son debido a su carácter técnico.

Si analizáramos este problema desde el punto de vista de la toma de decisiones [10], podríamos afirmar que el IEDF está limitado por los mismos procedimientos a partir de los cuales se toman las decisiones más relevantes. En ese contexto, el carácter del Consejo General se convertiría en el principal limitante de la racionalidad y la potencialidad de otras estructuras del IEDF para cumplir con los programas y objetivos del mismo. Obviamente existe una razón por la cual el Consejo no puede dejar de ser un órgano político en las condiciones presentes, y se debe al carácter conflictivo de las elecciones en México. A los principales actores que son los partidos políticos, no les conviene por el momento dejar de estar presentes en los órganos que tienen a su cargo la organización de los procesos electorales, hasta que éstos no dejen de ser igualmente conflictivos y su organización sea únicamente un problema técnico.

Sin embargo, este problema que sería superable en la práctica, se expande debido a la presencia de organismos adicionales con capacidades y atribuciones escasamente definidas. Son aquellas subestructuras del Consejo General o comisiones, las que ejercen de manera más recalcitrante dicha limitante. Las comisiones se conforman usualmente por tres consejeros, de los cuales uno preside

los trabajos. A pesar de lo señalado por el artículo 62 del Código Electoral del Distrito Federal [11] donde se afirma que sus funciones son eminentemente de supervisión de los órganos ejecutivos y técnicos, se han convertido en órganos de decisión previa a la decisión final del Consejo General. En la práctica el control de una comisión implica en buena medida el control de las actividades ejecutivas y técnicas que se desarrollan en el área de dicha comisión. Esto añade capacidad de decisión y poder a los consejeros que integran el Consejo. En otras palabras, el Consejo General se ha convertido en un órgano ejecutivo bajo circunstancias diversas. Estudiaremos el caso de las comisiones más adelante.

Secretaría Ejecutiva. Esta irracionalidad se exhibe de mayor manera en la relación que existe entre las áreas ejecutivas y el Consejo General, y cuyo elemento más importante es la secretaría ejecutiva. En este contexto podemos introducir el elemento de responsabilidad, comprendida como la rendición de cuentas por actos hechos o no hechos a partir del carácter que el puesto otorga a un individuo o grupo de individuos al interior de una organización.

El Consejo General y sus integrantes son responsables políticamente ante las decisiones que toman, pero no lo son de los procedimientos administrativos que se siguen para ejecutar esas decisiones. Este es el principal punto de conflicto e irracionalidad en la relación entre el Consejo General y las áreas ejecutivas del IEDF, específicamente para organizaciones de este tipo.

El presidente del Consejo General es al mismo tiempo el presidente del IEDF. Su función es tanto política como administrativa, por lo cual es uno de los actores de mayor influencia dentro de la organización, a pesar de que puede verse limitado no únicamente por las estructuras, sino también por los otros actores con poder dentro del IEDF. Es él quien establece las principales redes de comunicación y negociación entre los consejeros, los partidos, y entre ambos. Al mismo tiempo que influye de manera relevante en la orientación que toman los programas, los canales de información y la ejecución e instrumentación de las decisiones en todos los niveles del IEDF. Asimismo, su influencia en el nombramiento de los funcionarios más relevantes del Instituto es determinante, sin embargo eso se convierte en un elemento de negociación adicional con el resto de los consejeros puesto que bajo condiciones de incertidumbre, todo se hace negociable. Es decir, el apoyo de los consejeros a los nombramientos y al mantenimiento de los funcionarios de primer nivel, es resultado de la correlación de fuerza e influencia que existe entre ellos en momentos específicos de la negociación sobre distintos aspectos del funcionamiento del IEDF, así como del esfuerzo por mantener un equilibrio de poder al interior del Consejo.

Un poco más abajo de la figura del consejero presidente, existe la secretaría ejecutiva, quien es también la secretaría del Consejo. Sus funciones se asemejan a aquellas del director de una empresa, en quién recae la representación legal de la organización. En ese sentido el secretario ejecutivo es el enlace formal entre el Consejo y sus decisiones, y la ejecución de las mismas. Pero en el secretario ejecutivo recae un doble elemento de responsabilidad, por un lado la responsabilidad política sobre la ejecución de las decisiones que el Consejo toma, al mismo tiempo que la responsabilidad administrativa sobre esa ejecución y sus resultados.

De esta forma, el secretario ejecutivo debe funcionar a partir de una racionalidad doble o ambigua dentro de la organización. Es decir, al mismo tiempo que debe entender la racionalidad y las negociaciones que se ubican detrás de una decisión que el Consejo toma, debe ajustar esa decisión a la racionalidad de los procedimientos administrativos y de ejecución que están bajo su mando. Si ese ajuste falla, introducirá en las estructuras del IEDF elementos que romperán con los procesos de operación que se viven cotidianamente en él.

Sin embargo, la responsabilidad parece no ser el punto importante para diversos actores dentro del IEDF, sino primordialmente las áreas de influencia y poder, así como de modelamiento de las decisiones y procedimientos que se toman y ejecutan. Lo anterior parece ser más evidente cuando en la práctica, el Consejo ejerce sus funciones de supervisión sobre las decisiones tomadas, a partir del trabajo que llevan a cabo sus comisiones.

En el sentido estricto de la racionalidad administrativa, las áreas ejecutivas dependen del secretario ejecutivo. Las órdenes que reciben lo hacen a través del mismo, y reportan los resultados y conflictos únicamente a él. Sin embargo, como lo mencionamos anteriormente la ley faculta al Consejo a conformar comisiones sobre las áreas que realizan actividades sustantivas para el IEDF, que al mismo tiempo tienen invariablemente a un área ejecutiva funcionando bajo su supervisión.

En ocasiones, las actividades de supervisión se convierten en actividades de decisión sobre las funciones que realizan las áreas ejecutivas. A pesar de que en la forma la autoridad del secretario ejecutivo no se ve amenazada, en la práctica es recurrente observar a los directores ejecutivos acordando o negociando programas y procedimientos con los consejeros. Pero más frecuente puede ser la oposición y bloqueo del mismo secretario ejecutivo a dichas decisiones acordadas previamente entre Consejeros y directores, cuando en el proceso no se le tomó en cuenta, su participación fue marginal, o cuando está en desacuerdo con la decisión. Un aspecto adicional es que el secretario ejecutivo se convierte en un supervisor más de las actividades que las áreas ejecutivas realizan, imprimiendo mayor irracionalidad y presión a una estructura de por sí fuertemente amenazada por conflictos distintos a la naturaleza de sus funciones, así como por las características de la cultura organizacional que se conforma al interior del IEDF.

Esto hace del Consejo General un órgano decisorio pero en la práctica también administrativo y ejecutivo. A través de la “mesa de consejeros”, los miembros del Consejo tienden a ampliar su capacidad de acción al interior del Instituto. Esto es producto de que no existe un órgano que funcione como consejo de administración, donde se tomen y legitimen decisiones sobre rutinas y procesos en la vida interna del IEDF, que no tienen que ver con las actividades de decisión política que los consejeros desarrollan. Este consejo existe en el IFE como la Junta General Ejecutiva, donde se toman decisiones particularmente de operación de la organización. Al ejercer esta función, los consejeros amplían su poder al interior del IEDF, a costa de la racionalidad organizativa del mismo.

Áreas ejecutivas y técnicas. Las direcciones ejecutivas son las responsables de instrumentar las políticas y programas establecidos por la ley o acordadas por el Consejo General. Están bajo el mando del secretario ejecutivo, a quien reportan y frente a quien sus titulares son responsables. Las unidades técnicas sirven de apoyo en las actividades sustantivas y también reportan y son responsables ante el secretario ejecutivo.

Sin embargo, en la práctica existe un funcionamiento conflictivo de las direcciones con respecto al secretario ejecutivo y las comisiones del Consejo. Cada dirección cuenta con la supervisión de una comisión del Consejo. A diferencia del IFE donde el director ejecutivo es al mismo tiempo secretario técnico de la comisión que lo supervisa, en el IEDF no se cumple dicha función. De acuerdo a la misma ley, las comisiones pueden funcionar y tratar asuntos relevantes aún sin la presencia del director ejecutivo del área en cuestión. Estos últimos se colocan en una posición de indefensión por lo que buscan incrementar el control y costo de la información que sus áreas generan, para tener mayor capacidad de negociación tanto con los presidentes de las comisiones, y las comisiones mismas, como con el secretario ejecutivo y el presidente del IEDF. Esto introduce fuerte presión no únicamente a las áreas ejecutivas, sino también a las decisorias puesto que se pierde mucho tiempo negociando aspectos entre todos los actores, aún cuando el carácter técnico de los puntos en cuestión debería simplificar el tiempo de deliberación y de la toma de decisiones.

A pesar de que no existe una relación formal entre el presidente de la Comisión y el director ejecutivo de área, en la práctica y en algunas comisiones dicha relación se hace evidente. En ocasiones, los directores ejecutivos acuerdan los mecanismos e instrumentos de las políticas o programas que la comisión aprueba, con los presidentes de las comisiones, conformando relaciones de control y ordenamiento que enfrentan la racionalidad de los procesos de toma de decisiones, así como las líneas estructurales y de funcionamiento establecidas en el diseño institucional. Los consejeros presidentes de las comisiones se convierten en superdirectores ejecutivos de facto, al controlar casi todos los aspectos del funcionamiento de las áreas ejecutivas.

Las comisiones entonces dejan de ser espacios de discusión y consenso de políticas y programas institucionales, para ser espacios que legitimen decisiones previamente acordadas y negociadas entre los actores. Esto no es en sentido estricto malo ni condicionante de irracionalidad, pero es parte de los elementos de la organización informal que si persisten, como seguramente lo harán, deberán institucionalizarse a partir de una reforma al contexto legal del funcionamiento de las áreas ejecutivas y las comisiones, estableciendo límites y alcances claros de la acción de cada uno de los actores involucrados.

Por otro lado, está la relación de dichas áreas, con los órganos desconcentrados. Las áreas ejecutivas y decisorias están ubicadas en un mismo edificio, por lo que se han llamado comúnmente oficinas centrales para diferenciarse de aquellos que “no están” ubicados en la sede del Instituto y que se llaman órganos desconcentrados. En realidad, estas direcciones ejecutivas son áreas primordialmente de planeación e instrumentación de decisiones tomadas en el Consejo o sus comisiones. Las direcciones no son áreas ejecutorias en el sentido estricto. Los órganos que ejecutan y operan son los desconcentrados, puesto que en ellos recae la responsabilidad de llevar a la práctica lo que dichas áreas han planeado.

Esto genera un elemento adicional de conflicto al interior de la estructura del IEDF. Es frecuente escuchar las quejas de los miembros de los órganos desconcentrados, en el sentido de que las áreas ejecutivas no están en contacto con la operación, por lo que no saben los pormenores o las externalidades que pueden crear con los instrumentos que proponen, o incluso las decisiones que las mismas comisiones toman.

Esto se convierte en un elemento de irracionalidad en el sentido de que instrumentos propuestos por las direcciones y aprobados por las comisiones, no necesariamente son aplicables u operables, obstaculizando la consecución de los fines de la organización. El problema puede no ubicarse en el personal que labora en oficinas centrales, pues independientemente de su experiencia electoral en órganos desconcentrados, su condición de entes alejados de las áreas de operación y ejecución los condiciona y limita. Si a esto añadimos que los canales de comunicación formal entre las áreas desconcentradas y las oficinas centrales no es directa, sino que pasa por una unidad de coordinación de órganos desconcentrados dependiente del secretario ejecutivo, veremos que la planeación y la operación están desligadas significativamente.

Al incluir a un tercer actor, que es nuevamente el secretario ejecutivo, el análisis se hace más complejo. Tanto las direcciones ejecutivas como los órganos desconcentrados y su unidad de coordinación, funcionan bajo la autoridad formal del secretario ejecutivo, quien establece un puente de comunicación a través de la unidad de coordinación de órganos desconcentrados. Sin embargo, los puntos de mayor conflicto se dan en esa relación entre direcciones ejecutivas y órganos desconcentrados, generando mayor irracionalidad en esta parte de la estructura organizacional.

Bajo estas condiciones, la pregunta obvia que cualquier empleado del IEDF se haría es: ¿quién es el jefe? ¿El secretario ejecutivo al que se reportan las actividades, o el consejero presidente de la comisión que ordena, o el coordinador de órganos desconcentrados que supervisa y con quien se tiene mayor contacto, o el presidente del Instituto que da el visto bueno? Esta pregunta no es menor, puesto que la respuesta a ella orienta la lealtad y apoyo individuales que los integrantes de la organización construyen, y por ende repercute en la eficiencia y eficacia con que desarrollan su trabajo. Sin embargo, todos esos actores son quienes influyen en el trabajo cotidiano de los miembros del instituto.

4. Conclusiones

Como hemos visto en este breve análisis, el IEDF presenta un serio problema de racionalidad cuya solución puede ser la clave para comprender la inserción de dicha organización en un ambiente de “normalidad” electoral. En este caso, entender la complejidad de las relaciones al interior de la organización, e iniciar un proceso de cambio organizacional resulta una acción fundamental para consolidar el trabajo del IEDF.

Las acciones deben orientarse no únicamente hacia la modificación del organigrama y de las relaciones de poder que se generan bajo la estructura actual, sino que también se debe tomar en cuenta la cultura organizacional que sus miembros han desplegado a lo largo de los distintos niveles y áreas dentro del IEDF.

La Asamblea Legislativa del Distrito Federal debe revisar la conformación y funcionamiento del IEDF para modificar su carácter de órgano de transición. Se debe consolidar la estructura y lógica funcional de esta organización para que la racionalidad interna genere un trabajo más eficaz y eficiente, y los insumos de legitimidad producto de ese trabajo se consoliden.

Como producto de todo lo anterior, y con el objeto de ahorrar recursos provenientes de las finanzas públicas, y para consolidar su estructura organizativa, el IEDF tendrá que hacer una profunda revisión de sus procedimientos en la implementación de las decisiones tomadas en los órganos de dirección.

Entre las líneas de acción que siguen a esta investigación podemos abrir dos vertientes principales. Por un lado, el análisis de los procedimientos específicos que el IEDF tiene regularmente para su administración cotidiana, y la forma en que dichos mecanismos pueden ser reducidos y orientados a una mayor eficiencia en el uso de recursos. Por el otro un análisis comparativo entre los recursos utilizados por el IEDF, tanto humanos como materiales y económicos, con las prácticas de funcionamiento descritas, para estar en capacidad de estimar los montos que los contribuyentes podrían ahorrarse de existir una organización más eficiente y racional en su funcionamiento.

5. Referencias

- [1] Osborne, David. Ted Gaebler. Reinventing Government, International Creative Management, New York, 1992.
- [2] Arellano, David. Enrique Cabrero, Reformando al gobierno, CIDE, México, 2000
- [3] Scott, W. Organizations, Rational, Natural and Open Systems, Prentice Hall, New Jersey, 1981

- [4] Goodman. P. Management of Organizational Change in organizations, Jossey-Bass, New York, 1982
- [5] Garnett, James. Communicating for results in Government, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1992.
- [6] Mintzberg, H. La estructura de las organizaciones, Ariel, Barcelona, 1991.
- [7] Asamblea de Representantes, Ley Electoral del Distrito Federal, Distrito Federal, 1999
- [8] Asamblea de Representantes, Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, 1999
- [9] IEDF. Estatuto del Servicio Profesional Electoral, y empleados administrativos, eventuales e interinos, Distrito Federal, 1999.

EXPRESIONES DE LA CULTURA GERENCIAL MEXICANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL. UN ESTUDIO DE CASO

Anabella Dávila¹ y Edmundo García²

La comprensión de la cultura gerencial mexicana en su proceso de internacionalización es ampliada al estudiar desde una perspectiva simbólica la cultura organizacional en una coinversión mexicana-estadounidense. El estudio de campo duró cuatro meses e incluyó extensas observaciones y análisis de documentos. Los resultados demuestran que el funcionamiento de la coinversión crea y recrea una serie de símbolos que conforman una red de significados ante los cuales los miembros reaccionan organización. La vida diaria de esta coinversión ocurre en las reuniones de trabajo y de aquí se desprenden símbolos que forman una red de significados. Los miembros de la organización manifestaron un sentido de autocrítica, un sentido de orden, un sentido de negocio, un sentido de urgencia y un sentido de unidad. Podemos concluir que el funcionamiento de la coinversión presenta rasgos no tradicionales de la administración en México.

Palabras Clave: Cultura gerencial mexicana; Coinversiones México – Estados Unidos.

1. Introducción

En este trabajo presento los resultados de un estudio de caso sobre la cultura gerencial mexicana en el contexto internacional—en una coinversión mexicana 70% - estadounidense 30%. A pesar de que existe un avance considerable en el conocimiento sobre la cultura laboral mexicana, la mayoría de los trabajos científicos siguen basándose en lo que para Robles [1] son una serie de estereotipos dominantes con los que se interpretó la cultura del trabajo en México inmediatamente después de la Revolución Mexicana. Generalmente—argumentó Robles—la formulación de estereotipos se basa en ensayos o reflexiones que privilegian la intuición, la especulación o experiencia propia en la búsqueda de material empírico para sustentar las tesis. Dado esto, se puede errar al intentar entender la cultura laboral en México debido a la complejidad de su naturaleza y, más aún, ignorar las transformaciones que se experimentan en nuestros días.

En este sentido, estudios analizados por De la Cerda y Núñez [2] y Robles [1] así como por autores extranjeros [3, 4, 5, 6, 7] retratan al gerente o trabajador mexicano como ajeno a los procesos de modernización industrial y hasta en oposición abierta a ellos. Una posible explicación a esto es que el diseño de estas investigaciones se basa principalmente en las dimensiones para el estudio de culturas de trabajo de las naciones propuestas por Hofstede [8]; y, dado esto, las investigaciones

¹ Profesora Asociada, ITESM, Campus Monterrey, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N. L., México 64849, Tel. (52) 8625-6150, Fax (52) 8625-6098, C-Electrónico: adavila@campus.mty.itesm.mx

² Gerente General, Vitro Flex, Carretera a García, Km 10.5, García, N. L., México 66000, Tel. 8329-3702, Fax 8329-3799, C-Electrónico: egarciap@vto.com

dejan de lado el concepto de cultura organizacional con todo y sus debates teóricos [9] y se enfocan a identificar cómo la cultura nacional influye en las prácticas administrativas de las empresas. Por lo tanto, los estudios nos muestran una cultura laboral mexicana descrita en función de la cultura nacional de países desarrollados.

En suma, aparece la necesidad de preguntarse si existe la posibilidad de generar nuevos constructos teóricos sobre la administración y funcionamiento de las organizaciones mexicanas en el marco de la globalización. En esta investigación, rompo con la tradición que la literatura presenta para el estudio de la cultura del trabajo en las organizaciones mexicanas al utilizar la perspectiva simbólica de la teoría cultural y así pretendo descubrir cómo se construye e interpreta la cultura gerencial mexicana en una coinversión. El estudio de los símbolos culturales puede ser particularmente útil en contextos organizacionales en que la identidad cultural es problemática—como lo son las coinversiones.

Las preguntas de investigación de este trabajo son: ¿Cuáles (si se dan) son los símbolos centrales que permiten la construcción e interpretación colectiva de los principios organizacionales que guían la acción gerencial mexicana en una coinversión? ¿Qué significado se deriva de esos símbolos centrales que proporciona las normas culturales en que se basa el funcionamiento de la coinversión? Para contestar a esto, inicio este trabajo con una breve descripción de la perspectiva simbólica de la organización y su influencia en la interpretación de la cultura organizacional. Después, presento los elementos más comunes con que se define a la administración de empresas mexicanas y que tienen base cultural y, a través del estudio de caso, discuto las formas de los símbolos y significados que definen la cultura en esta coinversión.

2. Simbolismo y Cultura Organizacional

Del paradigma interpretativo de las ciencias sociales y de su relación con la teoría de la organización [10], emerge la perspectiva simbólica de las organizaciones [11]. Schultz [12] definió la pregunta fundamental que se hace desde esta perspectiva: ¿qué significa la organización para sus miembros? Y, el supuesto central es que los miembros de la organización crean el significado de la realidad organizacional y la definen para reaccionar ante ella. De esta forma, el objetivo en esta perspectiva es entender los símbolos y significados mientras son creados por los miembros de la organización.

De acuerdo a esta perspectiva, las organizaciones se mantienen en existencia porque sus miembros comparten una cultura en vez de objetivos y políticas. Las creencias culturales son transmitidas a través de rituales, ceremonias, historias o mitos y no por medio de reglas, autoridad del liderazgo o regulaciones. Por lo tanto, la definición de cultura es que ésta es un patrón de símbolos y significados contruidos socialmente por los miembros de la organización. El simbolismo, a diferencia de otras perspectivas de la organización—como lo es el racionalismo o el funcionalismo—permite definir a las organizaciones como sistemas humanos que se expresan a través de patrones de acciones simbólicas. El simbolismo asume que los seres humanos definimos y creamos, a través de la acción, nuestra realidad. Las acciones humanas no ocurren como consecuencia de una relación mecánica de causa-efecto o por la necesidad de que una organización sobreviva, en vez de eso, ocurren como resultado de la construcción social de lo que significan. La realidad es una construcción social en donde los seres humanos actuamos al utilizar nuestra definición de la situación. Estas construcciones sociales se derivan de la creación colectiva del significado en donde las mismas acciones pueden tener diferentes significados [12]. Por lo tanto, el investigador analiza a una organización con la intención de identificar el patrón de significados a través de varios símbolos.

Schultz [12] recomendó que el proceso de interpretación de la cultura se inicie al distinguir entre símbolos—físicos, conductuales y verbales—y expresiones simbólicas más generales constituidas por las redes de significados. Un objeto o acción se convierte en símbolo cuando los

miembros de la organización le adjudican un significado más allá de su naturaleza [13]. Algunos significados son creados de forma consciente para obtener un efecto deliberado; otros, pueden ser generados más sutilmente y a pesar de esto, decir mucho de la vida organizacional. Es más, diferentes significados pueden ser asociados con el mismo fenómeno y, diferentes fenómenos pueden tener el mismo significado. De esta forma, Schultz [12] reconoció la multiplicidad de la realidad organizacional.

En contextos donde la realidad organizacional se compone de múltiples identidades—como son las coinversiones—la creación colectiva del significado se altera y se vuelve problemática la identificación de los símbolos. A las coinversiones se les define comúnmente, como organizaciones formadas por la unión de dos capitales no relacionados entre sí. Desde el punto de vista estratégico, este tipo de inversión se recomienda para obtener, principalmente, acceso a mercados nuevos y a tecnologías de punta [14]. Generalmente, los capitales que se unen pertenecen a sociedades de distinto nivel de desarrollo y dado esto, los estilos de administrar esta clase de organizaciones son de naturaleza diferente. La literatura en coinversiones señala que éstas son un tipo de organización de alto riesgo por el índice tan alto de fracasos a corto plazo, dado los problemas que emergen durante la administración de la organización y, específicamente, por las diferencias culturales [15]. Son pocos los estudios que reconocen que las coinversiones son por naturaleza problemáticas dada la multiplicidad de su identidad cultural. Como antecedente al estudio de caso, a continuación presento los elementos más comunes con que se define a la administración de empresas mexicanas y que tienen base cultural.

3. Cultura Gerencial Mexicana

Es indudable que las descripciones sobre la cultura mexicana del trabajo son limitadas y dispersos. Al nivel gerencial o administrativo están los estudios que trazan las características de la administración mexicana [16, 2] y que, indudablemente reflejan rasgos de la cultura gerencial. Asimismo, están los estudios que parten de una perspectiva internacional sobre la cultura de trabajo mexicana [8] y sobre prácticas administrativas en donde se asume que éstas tienen base cultural [3, 4, 5, 6, 7].

De la Cerda y Núñez [2] realizaron una reinterpretación de más de cuarenta estudios que compararon a la administración mexicana con la estadounidense y encontraron las siguientes caracterizaciones: a) Tienen a tener una dirección familiar; b) sus estructuras son jerárquicas y autocráticas; c) existe una gran separación entre los miembros de la alta jerarquía con los de niveles más bajos; d) la ejecución del trabajo se basa en tradiciones y costumbres; e) escasean los sistemas de administración de recursos humanos; f) las decisiones son centralizadas en los niveles superiores de la organización; g) no se dan las relaciones horizontales; h) se respeta de una forma rígida las normas y figuras de autoridad; i) bajo sentido de auto-desarrollo y superación; j) desconfianza en el trabajo en equipo; k) visión pasiva del tiempo; l) desinterés por informar a los empleados de los planes y prácticas de la organización; m) existe poca conciencia de productividad y eficiencia.

Por otro lado, tanto Lindsley [4], Martínez y Ricks [5], Morris y Pavett [6] como Sargent y Matthews [7] encontraron en las relaciones de superiores hacia subordinados lo que Lindsley [4] le llamó *patronage relationships* (relaciones de patrón). Esta autora definió a estas relaciones como aquellas en que la afiliación es emocional, de lealtad recíproca y de una obligación personal de cuidar a los subordinados. A su vez, este tipo de relaciones en el contexto de una jerarquía autocrática característica de las empresas mexicanas impide que los subordinados confronten a sus superiores en sus ideas o acciones, por lo que se percibe una comunicación interjerárquica deficiente.

Esta descripción de la cultura gerencial mexicana es lo que Castañeda [16] llamó tradicional. Por un lado, el estilo gerencial proviene de patrones culturales heredados de una administración familiar; la confianza en los subalternos es racional al no pertenecer éstos al núcleo familiar; los

mecanismos de control son sociales y se premia con la jerarquía. Se es paternalista en función de proporcionar lo material y, fraternal en el sentido de ayudar a los familiares. Por lo tanto, la empresa mexicana tiene una alta tolerancia hacia la incompetencia dada la importancia de proteger el círculo social que conecta a los individuos—familia, organización y comunidad.

4. Metodología del Estudio

La coinversión investigada fue seleccionada como objeto de estudio por tres razones: Una, su vida organizacional sobrepasa los años que la literatura asume como turbulentos para una coinversión—seis. La realidad de esta coinversión se empezó a construir en 1980. Dos, la parte mexicana posee todas las características comunes de las empresas mexicanas grandes. Esto es, en su mayoría, las empresas mexicanas grandes son subsidiarias de grupos industriales diversificados con una gerencia familiar [16]. Por lo que en este estudio de caso encontré estas características. Tres, el interés del gerente y del comité gerencial de la coinversión en el estudio en sí mismo. El gerente de la coinversión se comprometió con el objetivo de la investigación y permitió mi participación como observadora. El segundo autor que aparece como coautor de este trabajo es el gerente de la coinversión y esto se debe a que él avala los resultados de este estudio. El periodo de observación duró cuatro meses, de mayo a agosto de 1999.

El método principal de la investigación para la recolección y análisis de datos fue la observación participante descrita por Spradley [17]. Registré observaciones desde tres lugares diferentes: el edificio de recursos humanos, el edificio administrativo y la planta en el área de ingeniería³. La recolección de datos la basé en dos conceptos metodológicos: *el muestreo teórico*⁴ y *la saturación teórica*⁵ [18] y así pude descubrir la teoría conforme ésta fue emergiendo⁶. De la interpretación de las observaciones identifiqué a informantes clave de la planta, por lo que les solicité permiso para seguirlos en su rutina diaria. Así llegué a conocer las formas con las que interpretan y reaccionan a su mundo. También analicé documentos no confidenciales⁷.

La identificación de los símbolos y de sus significados se hizo de acuerdo a lo sugerido por Schultz [12]. Se distinguieron las experiencias que para los miembros de la organización eran más significativas. Estas experiencias fueron interpretadas como símbolos que por su relación con otros y, asociados por los miembros de la organización a través de su discurso y de sus acciones, permitieron interpretar conductas y eventos que se manifestaron como expresiones simbólicas significativas. El mapa cultural emergió cuando logré describir el mismo significado para diversos incidentes simbólicos—contenido—y cuando varios significados se manifestaron en función de expresiones simbólicas específicas—contexto.

³ Inicé este proceso con observaciones descriptivas y traté de obtener una perspectiva general de la situación social y de lo que pasaba en ella; después continué con observaciones enfocadas al descubrir las instancias de mayor relevancia para los miembros; finalmente, realicé observaciones selectivas, es decir, sólo situaciones sociales que contuvieran interpretaciones colectivas a través de acciones, conversaciones u objetos.

⁴ Después de cada análisis utilicé el muestreo teórico que me guió para decidir qué datos recolectar en la siguiente visita al campo.

⁵ El proceso de recolección de datos concluyó cuando se dio la saturación teórica, es decir, cuando ningún dato adicional me proporcionó información nueva o relevante con respecto a la investigación.

⁶ La teoría emergente se refiere al descubrimiento de la teoría a partir de datos sistemáticamente obtenidos y analizados en una investigación de tipo social [18]. En otras palabras, la teoría emergente permite la construcción de conceptos que emergen a partir del contexto en donde se originan.

⁷ Estos documentos fueron: avisos de las oficinas de recursos humanos del corporativo mexicano dirigidos a todos los empleados, boletín interno del grupo industrial mexicano, revista del corporativo estadounidense, informes internos de la coinversión sobre su desempeño dirigidos al comité de evaluación del corporativo, tablero de avisos que reportaron gráficas de productividad, producción, accidentes, asistencias y de cambios en los turnos o reglas.

Para sustentar la veracidad [19] de este estudio utilicé: la triangulación de métodos—observación y análisis de documentos—para la obtención de la credibilidad. La transferencia—validez externa—se puede dar ya que proporciono una descripción detallada de la metodología empleada. La confirmación de los hallazgos al pedirles a miembros seleccionados una revisión de los mismos. De esta forma, me aseguré que mis prejuicios, como investigadora, no se encontraran implícitos en los resultados. A continuación presento los resultados de la investigación.

5. La Cultura Gerencial de la Coinversión

Esta empresa fue fundada en 1980 como resultado de una coinversión entre un grupo industrial mexicano diversificado fundado en 1930 y, una empresa estadounidense de autopartes que a su vez es subsidiaria de una de las armadoras de automóviles más grandes y antiguas del mundo. La empresa tiene aproximadamente 1,200 empleados. Menos de 150 es personal administrativo y el resto es personal sindicalizado. Del total de empleados administrativos, sólo dos posiciones son ocupadas por personal de la contraparte estadounidense, la gerencia de finanzas y la gerencia de control de calidad. El resto es dirigido, administrado y operado por personal mexicano. Esta composición de la fuerza laboral tiene aproximadamente más de diez años de operar así. La estructura de la organización proyecta cuatro niveles jerárquicos de autoridad—la gerencia de la coinversión, las gerencias de área, los superintendentes y los supervisores⁸.

6. Las Reuniones de Trabajo como Símbolos

Cuando logré describir la realidad de esta organización encontré que la mayor parte de su vida ocurrió en las reuniones de trabajo. Las reuniones formales fueron identificadas como acciones simbólicas porque los miembros de la organización les atribuyeron un significado especial. En ellas se discutieron asuntos importantes para todos. No importó a qué nivel organizacional se hiciera la reunión, en todas ellas se discutieron asuntos de trascendencia que después, otros miembros de la organización tenían que implantar en “el piso”, como le llamaron a la planta. El primer significado identificado por la mayoría de los miembros—gerentes y personal administrativo—de las reuniones fue que éstas eran un símbolo de participación.

Algunas reuniones de trabajo se definieron como rituales, esto es, como actos simbólicos que se realizaron sistemáticamente y que se relacionaron por situaciones específicas. Las reuniones de trabajo se realizaron con diferentes propósitos y, los miembros que asistieron estaban ligados al objetivo de la reunión y no solamente a la estructura de la organización. Los tipos de reuniones que se hicieron durante la duración de este estudio fueron: de operación, de resultados, de comités, de proyectos, de contraloría, de planeación, de la división y del consejo de la coinversión⁹.

La dinámica de las reuniones fue bastante similar en algunas de ellas con respecto al protocolo y en esto mismo difirieron otras reuniones. Un ejemplo del protocolo fue el llevar una lista de los miembros que asistieron a la reunión, levantar una minuta de los acuerdos y terminar la reunión a tiempo. En las reuniones que no utilizaron este protocolo, no se documentó nada y tuvieron más un carácter informativo que de toma de decisiones. Llevar un protocolo en una reunión significó que los miembros que estuvieron allí tomaron decisiones.

⁸ El estudio sólo se enfocó a este nivel que le llamé gerencial para diferenciarlo del nivel operativo o sindicalizado de la planta.

⁹ La reunión del consejo de administración no se podrá describir porque fue la única que no se me permitió tener acceso por realizarse en las oficinas de la contraparte estadounidense.

La dinámica de las reuniones tuvo otra interpretación, la mayoría de las veces se convirtieron en ceremonias. Fueron reuniones en donde pasivamente se vio discutir a los miembros de más alta jerarquía organizacional durante el proceso de tomar decisiones. En todas las reuniones—rituales o ceremoniales—la distribución de las personas se inició en la parte frontal de las largas mesas de trabajo y en los lugares más lejanos se sentaron los miembros de menor jerarquía. Por lo que las discusiones fluyeron de gerente a gerente o de gerente a jefe, o de jefe a jefe y así sucesivamente según la jerarquía de las personas que participaron.

Identifiqué algunas reuniones como ceremonias porque de acuerdo a los miembros, los participantes de las reuniones actuaban. La actuación se dirigió a una audiencia cautiva como lo fueron los miembros de menor jerarquía, los visitantes externos como el personal del corporativo, los representantes de la empresa americana, los visitantes de otras empresas subsidiarias de la americana y hasta yo, como investigadora, fungí muchas veces como audiencia. Estas ceremonias duraron hasta que la reunión terminara. En ocasiones, lo que cortó esta dinámica eran los comentarios fuera de los temas que estaban en la mesa de discusión tales como las bromas. Se bromeó sobre el trabajo, sobre las relaciones de pareja de alguno de los miembros de la empresa, sobre la familia, así como se llegó a cambiar el tema de la reunión para hablar de organizar eventos sociales y la importancia que se les debería dar para tenerlos y fomentarlos entre los equipos de trabajo.

Las reuniones de operación se realizaron de 9:00 a.m. a 9:15 a.m. todos los días de la semana laboral y asistieron gerentes, superintendentes, inspectores, personal de recursos humanos o de contraloría. Como en estas reuniones no se siguió el protocolo de documentar lo ocurrido, se llevó un libreto formal que se representó desde el inicio. Este tipo de reuniones inició con la presentación de las cantidades de producto manufacturados por línea de producción hasta el término del turno nocturno que era a las 7:00 a.m. del mismo día. Los asuntos de los que se llegó a hablar inmediatamente después abarcaron a varios temas: una explicación sobre la baja o aumento de la producción, comentarios sobre la queja de algún cliente o proveedor, advertencias de alguna visita de inspección o peticiones para cooperar en tener la planta más limpia.

Mucho de la operación de la planta se desarrolló en los comités multifuncionales establecidos. Las reuniones de los comités siguieron el protocolo y se documentó todo acuerdo que se tomó y resultado que se presentó. Los comités más activos fueron: de gerentes, de capacitación y de calidad y productividad. Los miembros de estos comités eran los responsables de las funciones organizacionales, un gerente de la planta, un supervisor y en ocasiones algún miembro de la dirección del sindicato. Los asuntos tratados en las reuniones de estos comités estuvieron en su mayoría, relacionados con la planeación de la operación diaria. Se revisaron avances y se discutieron retrasos o problemas en la implantación de los programas.

Otro tipo de reuniones fue de proyectos. Los planes para implantar los proyectos de la planta tenían que salir de los miembros de la planta misma. Así que se nombraron representantes de varias áreas funcionales y en ocasiones se contrató a un consultor externo para dirigir el desarrollo del plan. Para los miembros seleccionados, participar en este tipo de proyectos significó descansar un poco de la presión de la planta. Aunque sabían bien que al término de la reunión debían regresar a continuar con sus labores.

Las reuniones de la contraloría y de resultados tuvieron el mismo formato. Cada miembro del comité reportó los avances o resultados del mes anterior para su respectivo análisis y para obtener comentarios de los miembros y superiores. Las reuniones de contraloría fueron más pasivas y lentas que las reuniones de resultados. Los miembros activos fueron los gerentes que cuestionaron los números cuando éstos se salían de los estándares. Aunque para algunos miembros este tipo de reuniones sólo sirvió para evidenciar el trabajo no terminado de algunas personas.

Una de las reuniones más activas y participativas fue la de avances de la planeación. Esta reunión tuvo el carácter de “general”, pues asistieron miembros representantes de todos los departamentos de la empresa—administrativos y sindicalizados—y se realizó en el auditorio de la

empresa. La dinámica de esta reunión tuvo las siguientes características: cada miembro responsable de proyecto explicó en qué consistía el proyecto y si había avance o retraso dio cuentas de ello. Cuando esta explicación involucró a terceros ya fuera por falta de cooperación o por otra razón que le impidió participar en ese proyecto, se cuestionó a esos terceros. Por lo que se discutieron, se explicaron y se comentaron todos los proyectos de la planeación. Cuando esta dinámica no se dio, el gerente general intervino y empezó la discusión. De esta forma transcurrió la vida organizacional de la coinversión y sus miembros la interpretaron de la siguiente manera.

7. El Mapa Cultural de la Coinversión

Un análisis posterior a esta descripción de las reuniones, nos indica que en esta empresa y, por la forma en que se comportaron los miembros en estas reuniones, se desarrolló una red de significados. Primero, los miembros ostentaron una conducta de autocrítica. La autocrítica la hicieron siempre hacia el trabajo de todas las áreas de la empresa, sin excepción. Para ellos, esto significó la necesidad de superar los estándares de operación de la planta. Eran exigentes con sus compañeros y a pesar de esto, eran tolerables. El ambiente de camaradería y amistad balanceó la magnitud de la autocrítica. Por ejemplo, en las reuniones ceremoniales llegaron a discutir apasionadamente entre ellos y al terminar la reunión, convivían fraternalmente.

En su afán por mantener la autocrítica eran rígidos y metódicos, asistieron a sus reuniones puntualmente, escucharon y actuaron inmediatamente, participaron cuando se les solicitó y tomaron su trabajo en serio. Como la coinversión pertenece a la industria automotriz sufre de una constante presión de la industria en la que compiten, pues requieren de bajar costos en todos los procesos de producción y de administración. Esta fue una explicación natural a la pregunta sobre la autoexigencia que se impuso en cada reunión.

Además, la autocrítica tuvo un viso de racionalidad para los miembros. En muchas de las situaciones se expresó la conducta de autocrítica como consecuencia de los resultados de las evaluaciones. La empresa sufrió de evaluaciones frecuentes a través de auditorías internas y externas, así como de auto-estudios. Para los dos miembros representantes de la contraparte americana, la empresa tenía una obsesión por medirse. Para ellos, la metodología de la auditoría interna impuesta por el corporativo del grupo industrial mexicano se centraba en la actividad pasada y les hacía invertir mucho tiempo. Sin embargo, para el directivo de calidad del corporativo mexicano, responsable de esta metodología, la empresa llegó a abusar de los indicadores que utilizaba para su auto-evaluación. A pesar de esto, días antes de iniciar este estudio, la empresa obtuvo el Premio Nacional de Calidad y en el tiempo de la investigación, en otro estudio, la empresa obtuvo el puntaje que la ubica en la categoría de empresa de clase mundial por un organismo internacional. Aparte de esto, son bastos los premios y distinciones con que ha sido galardonada por sus clientes y proveedores de la industria automotriz en el transcurso de su vida organizacional.

Derivado de esta expresión de la autocrítica, los miembros manifestaron un sentido de orden. Todas las actividades de la empresa eran planeadas y nunca se registró alguna actividad improvisada. Los miembros eran ordenados en su trabajo diario. Durante este estudio los escritorios estuvieron sin papeles y todo estuvo archivado en lugares especiales. Sus operaciones están en línea y se puede saber el estado de sus resultados en cualquier momento que lo soliciten. Trabajaron con agenda en mano y respetaron todos los horarios acordados. Estaban acostumbrados a recibir presión en las reuniones de trabajo para mantener el orden, así como de agencias externas para mantener la seguridad y la limpieza. De acuerdo a los miembros, es el proceso del trabajo y no la jerarquía organizacional la que les permitió tener este sentido del orden. Un comentario de uno de los empleados de cuentas por pagar representó el sentir de todos con respecto al orden en la empresa: "...aquí, si no trabajas con orden, saltas." El sentido de orden se vio también influenciado por los estudios y auto-estudios a los que la empresa se sometía. La necesidad de contar con información exacta y oportuna para justificar sus acciones los hacía mantener en orden no sólo su

trabajo sino los resultados de la operación. Una persona con más de diez años de antigüedad del área de costos, mencionó que era tan importante mantener su trabajo en orden que cuando entró tuvo que empezar por ordenar el archivo muerto de la compañía.

En algún momento de todas las juntas que se observaron se habló siempre de la empresa como un negocio. Los miembros manifestaron su sentido de negocio y para ellos esto significaba la empresa. La empresa era un negocio y ellos la tenían que mantener como tal. La preocupación principal vino del gerente general de la coinversión, que en todo momento pidió a sus gerentes que comunicaran este significado a su personal. Este sentido se hizo presente no sólo al hablar de resultados financieros, sino al pedir que cualquier actividad que se planeara impactara en algún valor, ya fuera inmediato o posterior. Es aquí en donde el director de calidad del corporativo mexicano criticaba a la coinversión y en una ocasión dijo “Siento que tienen indicadores que no les agregan valor y les voy a pedir que ya no los usen.”

El sentido de negocio los llevó a expresar un sentido de urgencia. Los miembros de esta organización vivían bajo la presión de responder a muchos llamados. El corporativo mexicano les exigió una administración con ciertos estándares; el corporativo estadounidense les solicitó otro; las agencias gubernamentales los presionaron para que cumplieran con sus criterios; el mercado solicitaba exactitud y cien por cien de calidad en el producto. Todo esto, hizo que lo que se planeó se ejecutara inmediatamente. Ésta fue la justificación a tantas reuniones de trabajo, pues la implantación requirió de ajustes a través de todo el proceso. Este sentido de urgencia los llevó en muchas ocasiones a diseñar mejores formas de trabajo. Por ejemplo, la empresa inició una ampliación considerable de la planta en la que los gerentes se propusieron no incrementar la fuerza laboral. El gerente, responsable de la sección por ampliarse, en conjunto con el gerente de recursos humanos, innovaron en los métodos de trabajo de tal forma que con el mismo personal se cubrió el aumento en la producción. Para el gerente general esto significó un logro más en hacer sentir a todos que la empresa era un negocio con muchas presiones.

Por último, la autocrítica hacia el trabajo, el sentido de orden, el sentido de negocio y el sentido de urgencia se entremezcló con el sentido de unidad. Los miembros de la organización se vieron todos como uno sólo en lo que respecta a esta red de significados. Los miembros se sintieron, en particular, orgullosos de los logros de la coinversión y de ellos mismos pues sabían que eran los actores principales. Existía un sentido de unidad, de pertenencia y de que sólo todos juntos son capaces de resolver los problemas a los que se enfrentan. Varias acciones fueron expresadas para crear este sentido de unidad y, todos alrededor de las reuniones de trabajo tales como las de comités de proyectos o las de planeación.

De otro conjunto de símbolos se puede también obtener evidencia para sustentar esta red de significados. Por ejemplo, una interpretación que se le dio al movimiento de personal de esta empresa para ocupar puestos de dirección en otras empresas del grupo industrial mexicano significó que estos miembros pudieran transportar la cultura de la coinversión con ellos. Sin embargo, los miembros de la coinversión aseguraron que son todos ellos los que conforman la forma de hacer las cosas y no personas aisladas. Hasta el momento del estudio se habían trasladado 16 personas a otras empresas del grupo y se aseguró que no se había tenido éxito en el intento. Otro símbolo asociado con el sentido de unidad se relaciona con el personal de la contraparte estadounidense. Por política de la empresa socia, sus representantes son estadounidenses enviados a laborar en esta coinversión por un periodo de tres años, sin embargo uno de ellos ya lleva más de ocho años en esta empresa y espera poder jubilarse en esta posición.

De esta forma tenemos que los miembros de la coinversión reaccionan a su realidad con una autocrítica hacia su trabajo, con orden, con una visión de negocios, con rapidez y lo hacen en grupo. Esta realidad se discute a continuación a la luz de la literatura de la teoría de cultura organizacional y de la administración de empresas mexicanas.

8. Discusión, Conclusiones y Futuras Investigaciones

El simbolismo reconoce la creación de una multiplicidad de realidades según el significado de cada una de ellas, aún en el mismo contexto. En esta coinversión, encontramos que las reuniones de trabajo fueron claras representaciones simbólicas de la vida organizacional y estuvieron cargadas de gran significado. Las reuniones significaron algo para los miembros y en cada una de ellas se construyó y reconstruyó su realidad. La red de significados estuvo relacionada con el sentido de autocrítica, el sentido de orden, el sentido de negocio, el sentido de urgencia y el sentido de unidad. Al parecer, en esta coinversión trabajar en esta empresa significa reunirse con colegas, criticar el trabajo de uno y de otros, trabajar con orden, darle un valor agregado al trabajo para hacer negocio y hacerlo rápido al considerar a todos.

De estos hallazgos, podemos generar varios cuestionamientos que pueden ser pertinentes para la administración de las empresas mexicanas en el contexto internacional. Primero, nos preguntamos si la red de significados corresponden al contexto cultural de la administración mexicana dado que no encontramos antecedentes de estas interpretaciones en la literatura citada. Esta reflexión se orienta a los estudios comparados que se empeñan por darle mayor peso a la cultura laboral de la sociedad como principal determinante de las prácticas administrativas. Aquí nos encontramos con una coinversión en México, con el 99 por ciento de trabajadores mexicanos y en una industria en la que nuestro país compite directamente desde mediados del Siglo XX.

Las características de las empresas mexicanas identificadas por Castañeda [16] y De la Cerda y Núñez [2] y por investigadores extranjeros representan a organizaciones que compiten en contextos locales y ambientes estables—aquellas de las estructuras autocráticas. En esta coinversión encontramos pocos niveles jerárquicos, comunicación horizontal a través de equipos multifuncionales y comités de trabajo, reuniones constantes, información en línea, innovación en el diseño del trabajo y formas constantes de evaluación del trabajo. En cuanto a los procesos humanos de dirección encontramos un sentido de auto-desarrollo y superación, una visión urgente del tiempo y un respeto a los acuerdos de grupo. ¿Serán estas características culturales indicadores de la administración moderna en México? La distancia de poder [8] reflejada en las reuniones de trabajo como ceremonias sigue presente. Por lo que la pregunta es: ¿impide esta conducta el uso de otras prácticas administrativas propias de los países desarrollados? Al parecer, en esta coinversión coexistieron ambas expresiones culturales pero dado el alcance del estudio—un caso—es inoperante hablar de una representación de las empresas mexicanas. Lo único a lo que puedo aspirar es a concluir que el funcionamiento de esta coinversión, desde una perspectiva cultural, presenta rasgos no tradicionales de la administración en México.

Los investigadores tenemos en la agenda otra pregunta: ¿Qué sabemos sobre la formación de las culturas en organizaciones contemporáneas? ¿Cuándo toma relevancia “el significado” en los modelos administrativos? En este sentido se hace necesario indagar la forma en que las expresiones simbólicas se convierten en significativas para aquellos del grupo organizado y, en su momento, encontrar los enlaces con los sistemas administrativos. Aquí consideramos que los estudios que indagan el estilo de administrar en México no sólo dejan de lado el concepto de cultura organizacional, sino también el de la cultura de la industria. La industria automotriz es altamente exigente por lo que influye directamente en las prácticas administrativas y productivas de sus proveedores y clientes. ¿Será la administración de esta coinversión un reflejo de la cultura industrial? En este caso la gerencia mexicana tuvo la capacidad de leer el contexto cultural en el que está inmersa.

En este trabajo sólo presenté una red de significados a través de diversos símbolos que nos hacen pensar que la cultura gerencial de esta organización es compartida y adquiere un rol integrador pues mantiene a los miembros de la gerencia y administración unidos. Aún no sabemos si estos significados son encontrados en el nivel operativo y sindicalizado de la planta. Indudablemente, este será el camino a seguir por esta línea de investigación.

9. Referencias

- [1] Robles, L. (1998). Estereotipos rotos. El debate sobre la cultura laboral mexicana. En R. Guadarrama (Coordinadora). *Cultura y trabajo en México. Estereotipos, prácticas y representaciones*. México: UAM, Juan Pablos Editor y Fundación Friedrich Ebert.
- [2] De la Cerda, J. y Núñez, F. (1993). *La administración en desarrollo: Problemas y avances de la administración en México*. Segunda Edición. México: Instituto Internacional de Capacitación y Estudios Empresariales.
- [3] Knotts, R. y Tomlin, S. (1994). A comparison of TQM practices in U.S. and Mexican companies. *Production and Inventory Management Journal*, 35(1), 53-60.
- [4] Lindsley, S. L. (1999). Communicatin and “the Mexican way”: Stability and trust as core symbols in maquiladoras. *Western Journal of Communication*, 63(1), 1-31.
- [5] Martinez, Z. y Ricks, D. A. (1989). Multinational parent companies’ influence over human resource decisions of affiliates: U. S. firms in Mexico. *Journal of International Business Studies*, 20(3), 465-488.
- [6] Morris, T. y Pavett, C. M. (1991). Management style and productivity in two cultures. *Journal of International Business Studies*, 23(1), 169-179.
- [7] Sargent, J., y Matthews, L. (1998). Expatriate reduction and Mariachi circle: Trends in MNC human resource practices in Mexico. *International Studies of Management & Organization*, 28(2), 74-96.
- [8] Hofstede, G. (1980). *Culture´s consequences*. Beverly Hills, CA: Sage.
- [9] Dávila, A. y Martínez, N. H. (1999). Un acercamiento crítico al concepto de cultura organizacional: Implicaciones para su estudio en organizaciones latinas (pp. 17-43). En A. Dávila y N. H. Martínez (Coordinadoras). *Cultura en organizaciones latinas*. México: ITESM-Siglo XXI.
- [10] Burrell, G. y Morgan, G. (1979). *Sociological paradigms and organizational analysis*. London: Heinemann.
- [11] Dandridge, T. C., Mitroff, I. I. y Joyce, W. F. (1980). Organizational symbolism: A topic to expand organizational analysis. *Academy of Management Review*, 5(1), 77-82.
- [12] Schultz, M. (1994). *On studying organizational cultures: Diagnosis and understanding*. Nueva York: de Gruyter.
- [13] Hatch, M. J. (1993). The dynamics of organizational culture. *Academy of Management Review*, 18(4), 657-693.
- [14] Contractor, F. y Lorange, P. (1986). Why should firms cooperate? The strategy and economics basis for cooperative ventures. En F. Contractor y P. Lorange (Eds.) *Cooperative strategies in international business: Joint ventures and technology partnerships between firms* (pp.4-28) MA: Lexington Books.
- [15] Meschi, P. X. y Roger, A. (1994). Cultural context and social effectiveness in international joint ventures. *Management International Review*, 34(3), 197-210.
- [16] Castañeda, G. (1998). *La empresa mexicana y su gobierno corporativo: Antecedentes y desafíos para el Siglo XXI*. México: Universidad de las Américas-Puebla y Alter Ego Editores.
- [17] Spradley, J. (1980). *Participant observation*. Florida: Holt, Rinerhart & Winston.
- [18] Glaser, B. G. y Strauss, A.L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine.
- [19] Lincoln, Y. S. y Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.

*

USO DE LA CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE PATENTES PARA LA GENERACIÓN DE MARCOS TECNOLÓGICOS.

Carlos Téllez Martínez.*

La alta competencia industrial con respecto a los nuevos desarrollos e innovaciones constantes han hecho que en varios sectores el conocimiento de la Propiedad Industrial se vuelva fundamental. Se sabe que en México este conocimiento es extremadamente escaso en los técnicos de las industrias, mientras que las empresas transnacionales vienen a México con todo el conocimiento tecnológico protegido. Es fundamental que este conocimiento pueda ser utilizado por los técnicos con la finalidad de poder explorar las diversas áreas de desarrollo tecnológico existente en el mundo que permita el desarrollo de productos innovadores que aprovechen la tecnología del dominio público y que a su vez no violen las patentes vigentes. Este trabajo presenta una metodología para la investigación de perfiles tecnológicos con la intención de conocer el nivel de avance de una cierta tecnología que permita conocer las áreas de mayor desarrollo, así como las áreas que se encuentran siendo investigadas y que en un futuro no muy lejano pudieran generar nuevas industrias.

Palabras clave: Patentes, Clasificación Internacional de Patentes, Perfiles Tecnológicos.

1. Introducción.

En estos días de alta competencia en el desarrollo de productos de alta tecnología tanto a escala nacional como mundial, resulta importante el conocer las áreas hacia donde se dirige el desarrollo de determinados productos para la satisfacción de las necesidades humanas. Un medio para el conocimiento de lo anterior es a través de la Propiedad Industrial y específicamente lo referente a las patentes.

Al desarrollar un nuevo producto o proceso, la tecnología generada puede caer dentro de cualquier combinación de tecnologías que conforman el "Paquete Tecnológico". Este se encuentra conformado por las siguientes cinco tecnologías [1]:

1. Tecnología de Producto: esta tecnología incluye todo lo referente a la composición física y química del producto. Tradicionalmente su forma de protección intelectual incluye los Secretos Industriales, las Patentes, los Modelos de Utilidad y los Diseños Industriales.
2. Tecnología de Proceso: esta tecnología está compuesta por los pasos que deben llevarse a cabo para la generación de un producto o servicio. Lo constituye a su vez las variables de las máquinas que conforman el proceso productivo. Normalmente las formas de protección de la Propiedad Industrial incluyen al Secreto industrial y las Patentes.
3. Tecnología de Producción: esta tecnología está compuesta por el conocimiento del comportamiento de las variables del proceso que son producto de la experiencia obtenida del uso de proceso. Tradicionalmente la forma de protección de la Propiedad Industrial incluye el Secreto Industrial, aunque en casos de innovación pueden incluir las Patentes y los modelos de Utilidad.

* Dr. Carlos Téllez Martínez. Director del departamento de Ingeniería Industrial, ITESM Campus Guadalajara. ctellez@campus.gda.itesm.mx

4. Tecnología de Equipo: esta tecnología está constituida por los equipos ofrecidos por los proveedores. Normalmente forman parte del conocimiento del Dominio Público ya que se puede escoger entre varios proveedores, pero para el proveedor del equipo consiste en Tecnología de Producto. Esta tecnología incluye la tecnología de uso del equipo.
5. Tecnología de Uso: esta tecnología se obtiene por la búsqueda de nuevas aplicaciones de la tecnología que permita obtener otros productos y/o servicios. Tradicionalmente su protección incluye la Marca, el Modelo de Utilidad y en ocasiones la Patente.

Lo descrito anteriormente es muy importante ya que un producto o servicio será la combinación de un número determinado de tecnologías para conformar el Paquete Tecnológico. Como ejemplo de lo anterior, suponga una receta de cocina. Analizando la receta podemos apreciar que se encuentra compuesta por 3 tecnologías:

- Ingredientes: tecnología de producto.
- Forma de preparación: tecnología de proceso.
- Equipo necesario para cocinar: tecnología de equipo.

Como puede apreciarse algo tan simple como una receta de cocina incluye al menos 3 tipos de tecnologías las cuales dan como resultado un producto y cuyas divisiones pueden obtener derechos de Propiedad Intelectual independientes que logren avances en diversos campos de las necesidades humanas.

2. Objetivo de este trabajo.

Este trabajo busca explicar el funcionamiento y la utilización de la Clasificación Internacional de Patentes, de tal forma que ayude a desarrolladores de tecnología en la elaboración de perfiles tecnológicos, para que se identifique el tipo de tecnología desarrollada y protegida en una patente a la vez que las necesidades humanas que están siendo satisfechas con el invento.

3. Patentes.

Antes de explicar lo que es la Clasificación Internacional de Patentes (CIP), es importante entender primero lo que es una **Patente**. La Patente es un derecho que el estado otorga a un inventor para impedir a otros el hacer, usar o vender un invento protegido. Para obtener una patente se requiere satisfacer 4 requisitos:

1. Que la Ley considere el invento patentable: En México, la ley que establece lo que está o no permitido se encuentra en la Ley de la Propiedad Industrial.
2. Que sea Novedoso: Esto involucra una novedad universal, o sea, que el invento no exista en ninguna parte del mundo. Esto es un elemento crucial para los investigadores ya que el publicar sin proteger puede hacer que se pierda la novedad debido a que se dispone de un año para registrar la solicitud. Pasando este tiempo sin haber obtenido su registro, el invento pasa al dominio público y cualquier persona puede hacer uso del mismo.
3. Que no sea obvio para un técnico en la materia: Lo anterior se refiere a que el invento debe ser producto de una actividad inventiva y no el tomar algo ya existente en la naturaleza. También en ocasiones es especificado como que posea Actividad Inventiva.
4. Que sea útil: Esto se refiere a que el invento sea susceptible de aplicación industrial.

En México y en los Estados Unidos, el periodo de vigencia de la Patente es de 20 años improporables contados a partir del día en que se entrega la solicitud a la oficina nacional de Propiedad Industrial. En México la solicitud se tramita ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) y en los Estados Unidos se tramita ante el United States Patent and Trademark Office (USP-

(USPTO). Es importante el recalcar que una vez pasado el tiempo de vigencia de la patente este conocimiento pasa al Dominio Público y cualquiera puede hacer uso del mismo.

Los derechos de Propiedad Intelectual son territoriales, esto es, son válidos solamente en los países donde se llevó a cabo el registro. Cuando se desea que un invento se proteja en varios países debido a que se va a explotar en estos, se dispone del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT por sus siglas en inglés), del cual México forma parte. Una patente está integrada por las siguientes partes:

1. Dibujos: explican de manera gráfica la mejor forma del invento aunque no tiene éste que poseer exactamente esta forma.
2. Antecedentes de la invención: en esta parte se explica acerca de la necesidad humana existente y sobre la cual el invento intenta resolver.
3. Resumen de la invención: en esta sección se explica acerca de lo que trata la invención.
4. Mejor forma de llevar a cabo el invento: en esta sección se explica el funcionamiento de la invención y la mejor forma de uso.
5. Reivindicaciones o claims: esta parte constituye el elemento de protección legal. Debe ser redactado en términos de funciones constitutivas de la invención.

4. Clasificación Internacional de Patentes.

Tanto a nivel nacional como internacional, al solicitar una patente, al registrar una marca, un dibujo o modelo industrial hay que determinar si se trata de una creación nueva o si esa creación pertenece o ha sido reivindicada por otra persona. **Para ello es necesario examinar enormes cantidades de información.** Existe un tratado (Tratado de Estrasburgo) en específico administrado por el OMPI (**Organización Mundial de la Propiedad Intelectual**), denominado "**Clasificación Internacional de Patentes**" el cual es un sistema de clasificación que subdivide la información relativa a las invenciones en grupos y por índices a fin de facilitar la consulta. Regularmente es utilizado para incorporar los cambios y avances en el ámbito de la tecnología y de las nuevas metodologías, el sistema de clasificación es utilizado por muchos países alrededor del mundo.

Cuando un inventor desea que su invención esté protegida, debe solicitar una patente a la administración competente y describir su invención en la solicitud. Una vez concedida la patente, esta se publica generalmente en forma de documento por la oficina de propiedad industrial que la ha concedido. Este documento contiene la descripción de la invención proporcionada por el solicitante, modificada si procede.

Se realizan invenciones en todos los campos de la ciencia y de la tecnología, es decir (utilizando la distinción general que se hace más corrientemente entre los 3 campos principales), en los de la química, la electricidad y la mecánica.

El conjunto de informaciones que contienen los documentos de patente es enorme y abarca prácticamente todo lo que significa un progreso de los conocimientos de la humanidad en el sector tecnológico. Por lo tanto es fundamental que esas informaciones sean accesibles para todos los que las necesiten. En teoría lo son, ya que los documentos de patente se publican, es decir, se ponen a disposición general. No obstante en la práctica es muy difícil tener acceso a los mismos debido al gran número de documentos de patente publicados y porque esos documentos tratan prácticamente de todos los aspectos de la tecnología. Es evidente que se requiere, por tanto, de un sistema que permita identificar y recuperar los documentos de patente que se refieran a un aspecto particular de la tecnología.

La **Clasificación Internacional de Patentes** responde a esa necesidad. Actualmente se encuentra en su 7ª Edición y divide a la Tecnología en más de 67,000 campos o grupos, cada uno de los cuales se describe en algunas palabras y va acompañado de un "símbolo de clasificación" com-

compuesto por cifras y letras. Las descripciones de esos 67,000 campos aproximadamente están recopiladas en una obra denominada “Clasificación Internacional de Patentes” a la cual se tiene acceso a través de Internet.

El sistema **funciona** de la siguiente manera: antes de publicarse, un documento de patente se “clasifica”, es decir, que los especialistas de la oficina de propiedad industrial le asignan el símbolo o símbolos de clasificación que correspondan al sector o sectores tecnológicos a que pertenece la invención que se describe en el mismo.

5. Estructura de la Clasificación Internacional de Patentes (IPC) [2].

La versión actual (7ª) se encuentra vigente del 1º de enero de 2000 hasta el 31 de diciembre de 2004. La IPC comprende 8 secciones, 20 subsecciones, 118 clases, 624 subclases y más de 67,000 grupos (de los cuales, aproximadamente el 10% son grupos “principales” y el resto “subgrupos”).

Cada una de las 8 secciones tiene un título y un símbolo. El título está compuesto por una o varias palabras y el símbolo lo constituye una letra mayúscula. Estas secciones se presentan en la tabla 1.

Símbolo	Descripción.
A	Necesidades corrientes de la vida.
B	Técnicas industriales diversas; transportes.
C	Química; metalurgia.
D	Textiles; papel.
E	Construcciones fijas.
F	Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura.
G	Física.
H	Electricidad.

Tabla 1. Secciones en la Clasificación Internacional de Patentes.

Las subsecciones sólo tienen un título, que puede estar compuesto por una o varias palabras. Así, la sección A (“necesidades corrientes de la vida”) comprende las 4 subsecciones siguientes:

- Actividades rurales.
- Alimentación; tabaco.
- Objetos personales o domésticos.
- Salud; protección; diversiones.

Cada clase tiene un título y un símbolo. El título está compuesto por una o varias palabras y el símbolo está integrado por el símbolo de la sección seguido de 2 cifras arábigas. Por ejemplo, la Subsección “Alimentos; tabaco” está integrada por cuatro clases las cuales se muestran en la tabla 2.

Clase	Descripción
A 21	Panadería; pastas alimenticias.
A 22	Carnicería: tratamiento de la carne; tratamiento de aves de corral o del pescado
A 23	Alimentos o productos alimenticios; su tratamiento, no cubierto por otras clases.
A 24	Tabaco; puros; cigarrillos; artículos para fumadores.

Tabla 2. Subsección Alimentos.

Cada subclase tiene un título y un símbolo. El título está compuesto por una o varias palabras y el símbolo lo integra el símbolo de la clase correspondiente, seguido de una mayúscula. Por ejemplo, la clase A 21 (Panadería; pastas alimenticias) se divide en 3 subclases (B, C y D).

Subclase	Descripción.
A 21 B	Hornos de panadería; máquinas o materiales de horneado.
A 21 C	Máquinas o material para la preparación o tratamiento de la pasta; manipulación de artículos cocidos hechos a base de pasta.
A 21 D	Tratamiento, por ejemplo, conservación, de la harina o de la pasta, por ejemplo, por adición de ingredientes; cocción; productos de panadería; conservación.

Tabla 3. Clase A21.

Cada grupo principal o subgrupo lleva un título y un símbolo. El título está compuesto por una o varias palabras y el símbolo lo integra el símbolo de la subclase correspondiente seguido de 2 dígitos que separa una barra diagonal. El primer número puede tener una, dos o tres cifras y el segundo puede tener dos, tres o cuatro. Para un grupo principal, el segundo número está constituido por dos ceros. Así la subclase A 21 B (Hornos de panadería; máquinas o materiales de horneado) comprende cinco grupos principales (1/00, 2/00, 3/00, 5/00 y 7/00) siendo los dos primeros lo siguiente:

Grupo	Descripción
A 21 B 1/00	Hornos de panadería.
A 21 B 2/00	Aparatos de cocción que utilizan calor por alta frecuencia o por infrarrojos.

Tabla 4. Subclase A21B.

El grupo principal A 21 B 1/00 (Hornos de panadería) está dividido en 19 subgrupos, siendo los cuatro primeros los siguientes:

Subgrupo	Descripción
A 21 B 1/02.	Caracterizados por los dispositivos para la calefacción.
A 21 B 1/04..	Hornos calentados por fuego solamente antes de la cocción.
A 21 B 1/06..	Hornos calentados por radiadores.
A 21 B 1/08...	Por radiadores calentados por vapor.

Tabla 5. Grupo principal A 21 B 1/00.

Del ejemplo anterior se puede apreciar que todos los subgrupos no están en el mismo nivel jerárquico; los más elevados van precedidos por un punto y los demás, según su nivel, por dos, tres o cuatro puntos, o más inclusive. No obstante el símbolo no indica a qué nivel se sitúa el subgrupo.

El conjunto de las subclases, grupos principales y subgrupos que componen una clase determinada se denomina "las elaboraciones" de esa clase.

6. Metodología para el establecimiento de perfiles tecnológicos.

Cuando se desarrollan productos, estos se diseñan para satisfacer una necesidad humana y a su vez el producto puede caer dentro de cualquiera de las 5 categorías del paquete tecnológico. Normalmente en una patente será común mostrar solamente un tipo de tecnología y conservar otra para poder licenciar ambas o dificultar la copia del invento. Este sería el caso por ejemplo donde en una patente se muestre la tecnología del producto pero no la de proceso, la de uso, etc., estas tecnologías las conserva el inventor ya sea para mantenerlas como secreto o para la obtención de otra patente u otra figura jurídica de protección intelectual.

Para establecer un perfil tecnológico que permita identificar las áreas donde se encuentra avanzando determinada tecnología se propone la secuencia de pasos de la figura 1. A continuación se explican los mismos.

1. Identificar la palabra clave de la tecnología bajo estudio: En esta etapa es muy importante el identificar la o las palabras clave del invento, por ejemplo, si se desea conocer que inventos existen en el área de la televisión, obviamente su palabra clave será “televisión”, etc. Esta palabra se utiliza ya que en los buscadores de patentes se puede encontrar la tecnología por fecha, inventor, No. de patente, palabra clave, título, etc.
2. Buscar patentes correspondientes a la palabra clave: En esta etapa comienza la investigación en los buscadores de patentes y se obtienen todas las patentes relacionadas con esta palabra. En esta parte se hace un análisis del tipo de patente basándose en su resumen para conocer el tipo de tecnología que protegen.
3. Identificar las clases, subclases, grupos y subgrupos de la Clasificación Internacional de Patentes: En esta etapa se analiza la clasificación contenida en la patente, en algunos casos una patente puede tener una sola clasificación mientras que otras pueden tener varias. El significado de la clasificación puede ser encontrado en la página http://classifications.wipo.int/fulltext/new_ipc/index.htm.
4. Separar las patentes dependiendo de la clase de la patente por afinidad: En esta etapa, las clasificaciones se anotan y se relacionan a la patente con la intención de agrupar aquellas que tienen afinidad, esto es, las letras correspondientes a la clase y subclase similares. De este análisis se puede conocer las áreas de mayor desarrollo (donde hay una mayor cantidad de patentes), como las de menor desarrollo (donde hay poca cantidad de patentes).
5. Generar un perfil con las tecnologías más recurrentes: En esta etapa una vez separadas las clases y subclases por afinidad, se elabora una gráfica de barras para conocer las áreas donde hay la mayor recurrencia. Esta fase es muy importante ya que permitirá conocer cuales son las áreas tecnológicas con mayor desarrollo y cuales son las invenciones contenidas tanto las vigentes, como las expiradas. Existen casos donde una tecnología patentada llega a expirar sin alcanzar su grado de madurez y ésta puede ser incorporada en desarrollos.
6. Identificar las tecnologías con mayor recurrencia, así como las de menor recurrencia: En este punto se realiza una investigación a mayor profundidad de las clasificaciones existentes en las patentes con la finalidad de agrupar las diferentes clases y subclases en las mismas que permita analizar los grupos y subgrupos.
7. Determinar los campos donde tiene mayor desarrollo la tecnología, así como las nuevas áreas que se están desarrollando: Este punto final tiene como objetivo el conocer las nuevas áreas en las que una tecnología se está desarrollando, permite la identificación de nuevas tecnologías de aplicación, como tecnologías que se encuentran emergiendo y que pudieran dar como resultado la desaparición de una tecnología actual por lo que las empresas que trabajan con esta tecnología deben encontrarse al tanto de lo que sucede para que no los vaya a tomar por sorpresa la entrada de la nueva tecnología al mercado.

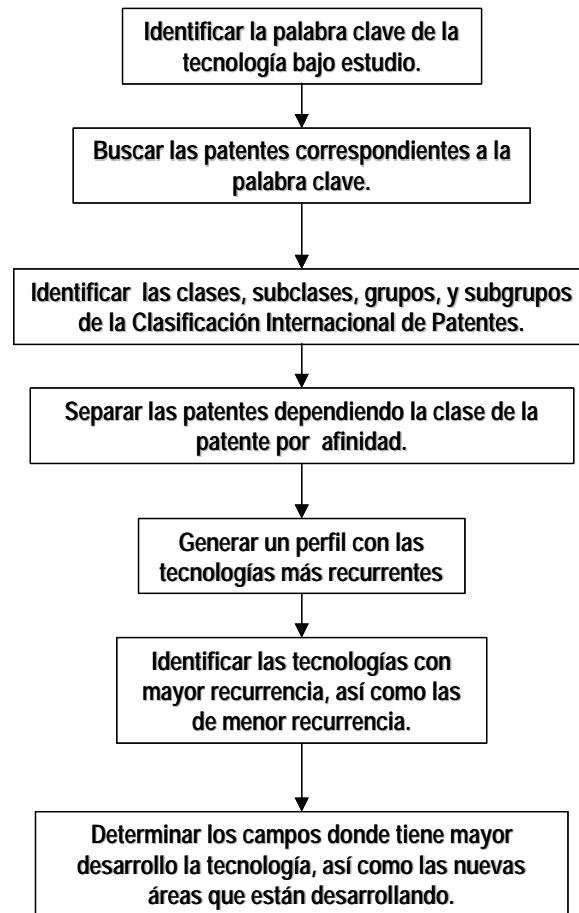


Figura 1. Secuencia de pasos de la Metodología.

7. Ejemplo de aplicación.

Como ejemplo suponga que se desea conocer la tendencia tecnológica en el desarrollo de la Televisión de pantalla plana. Para este análisis se buscaron todas las patentes en los Estados Unidos tomando como fecha límite al 30 de julio de 2001. Del análisis realizado se encontraron 81 patentes, todas ellas contenidas la palabra clave **Flat Television**. Obviamente se analizaron todas las patentes ya que la tecnología puede caer en cualquiera de las 5 categorías de la tecnología en el paquete tecnológico.

Realizando el análisis inicial para determinar la distribución de estas en cada una de las 8 secciones de la Clasificación Internacional de Patentes se obtiene el resultado mostrado en la figura 2.

Como puede observarse de la figura 2, se encuentra un mayor desarrollo en la sección de ELECTRICIDAD (64.60%), siguiéndole la sección de FÍSICA (20.50%). Esto es un indicativo importante para los científicos que se encuentran desarrollando este tipo de aparatos ya que la mayor parte de los desarrollos se encuentran en estas áreas, pero no debe descartarse las áreas que poseen un porcentaje más bajo ya que pueden indicar nuevas áreas de desarrollo de tecnología o posibles tecnologías emergentes que pueden llegar a cambiar industrias enteras. A continuación se muestran los resultados de un análisis más detallado que incluyen las clases y las subclases. En la tabla 6 se pueden apreciar los resultados de las Clasificaciones Internacionales de Patentes para el total de los resultados.

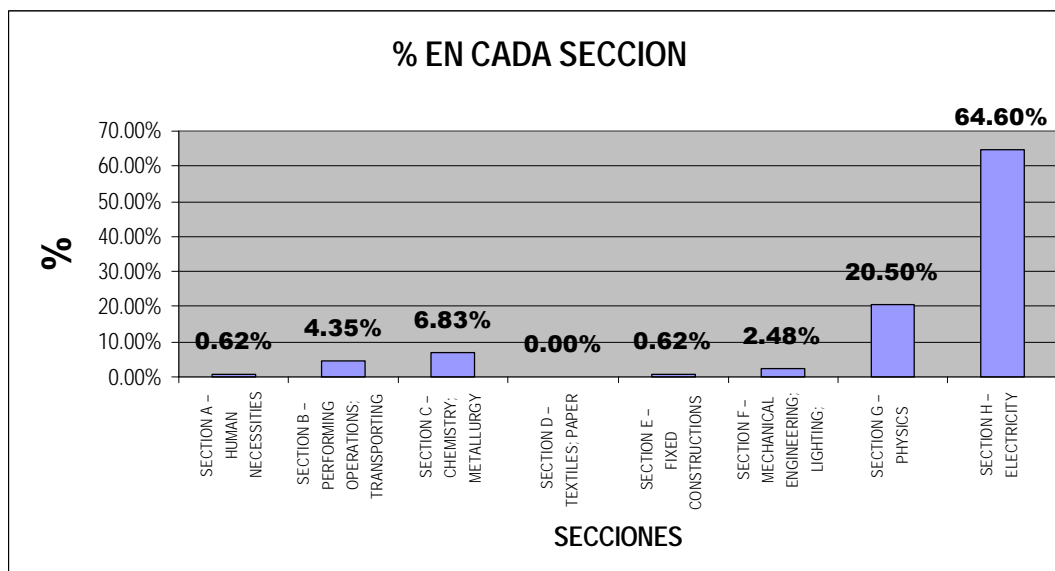


Figura 2. Porcentaje de Clasificaciones por sección para la tecnología bajo estudio.

De la tabla 6, se puede apreciar que la clasificación H04N 9/30 es la que presenta la mayor cantidad de menciones, esto indica un marcado desarrollo en esta área, la cual corresponde a:

- H04 N: Comunicación pictórica, por ejemplo televisión. (Clase y subclase)
- 9/30: usando artefactos de despliegue de color de estado de sólido. (Grupo y Subgrupo).

Lo cual resulta lógico, pero analizando los siguientes:

- H05B 37/00:
 - H05B: Calefacción eléctrica; iluminación eléctrica no de otro modo proporcionado para (Clase y subclase).
 - 37/00: Arreglos del circuito para fuentes ligeras eléctricas en general (Grupo y subgrupo).
- H01J 29/70:
 - H01J: Tubos eléctricos de descarga o lámparas de descarga (Clase y Subclase).
 - 28/70: Arreglos para el rayo de deflexión o emisiones (arreglos de circuito para producir pulsos de diente de sierra u otros voltajes de deflexión o corrientes) (Grupo y subgrupo).
- H04N 5/66:
 - H04N: Comunicación pictórica, por ejemplo televisión. (Clase y subclase).
 - 5/66: Transformar información eléctrica en información luminosa (Grupo y subgrupo).

Se pueden apreciar las principales aplicaciones de esta invención. Estas aplicaciones representan el 19% de las aplicaciones tecnológicas de las patentes para este producto. Es muy importante el analizar estas aplicaciones ya que indican las áreas donde se encuentra el mayor desarrollo del producto, pero el análisis de las aplicaciones con menor cantidad pueden indicar áreas tecnológicas que están desarrollándose y que pueden acarrear nuevas tecnologías para el producto. Analizando algunos campos contenidos en patentes enumerados una vez se encuentra lo siguiente:

- F16G 11/04:
 - F16G: Cinturones, cables, o lazos, predominantemente usados para propósitos de manejo; cadenas. (Clase y Subclase).
 - 11/04: Con la acción de acufamiento, por ejemplo abrazaderas de fricción del tipo del dedal de grommet. (Grupo y subgrupo).

De lo anterior se pueden apreciar áreas tecnológicas adicionales que contienen tecnología de aplicación para la Televisión de pantalla plana, un análisis de la patente puede indicar el tipo de tecnología y como esta se integra al sistema. Es muy importante entender que un análisis de este tipo permitirá conocer las diversas áreas de aplicación de la tecnología para establecer sus áreas de desarrollo actual como futuro. Debido a la limitación de espacio, no se presentan todos los resultados del estudio.

Clasificación	Veces	Clasificación	Veces	Clasificación	Veces	Clasificación	Veces
H04N 9/30	10	B32B 17/06	1	G09G 1/04	1	H01Q 1/38	1
H05B 37/00	9	B60Q 1/00	1	G09G 3/00	1	H01Q 13/08	1
H01J 29/70	6	B64G 1/00	1	G09G 3/02	1	H04B 3/50	1
H04N 5/66	4	C07C 161/04	1	G11C 19/00	1	H04m 3/14	1
G02B 27/14	3	C07D 239/26	1	H01H 1/00	1	H04m 9/30	1
G09G 3/36	3	C07D 319/06	1	H01J 1/15	1	H04N 13/00	1
H01L 21/265	3	C09K 19/02	1	H01J 1/62	1	H04N 13/04	1
H04N 7/18	3	C09K 19/14	1	H01J 17/22	1	H04N 15/00	1
C23C 14/34	2	C09K 19/30	1	H01J 21/10	1	H04N 3/14	1
G02B 23/00	2	C09K 19/34	1	H01J 29/50	1	H04N 5/00	1
G02B 6/04	2	C22C 27/04	1	H01J 29/51	1	H04N 5/38	1
G02F 1/03	2	C23C 14/35	1	H01J 29/56	1	H04N 5/44	1
G02F 1/13	2	C23F 1/02	1	H01J 29/62	1	H04N 5/70	1
G02F 1/133	2	C25F 3/00	1	H01J 29/80	1	H04N 7/00	1
G05F 1/40	2	E04H 4/00	1	H01J 31/00	1	H04N 9/04	1
H01F 5/00	2	F16D 66/00	1	H01J 31/50	1	H04N 9/20	1
H01J 1/02	2	F16G 11/04	1	H01J 39/12	1	H05B 33/20	1
H01J 1/30	2	F41G 3/00	1	H01J 43/20	1	H05B 33/26	1
H01J 29/74	2	G01J 31/48	1	H01J 61/16	1	H05B 41/00	1
H01J 61/067	2	G02B 27/02	1	H01J 61/42	1	H05K 1/00	1
H01J 61/30	2	G02B 27/22	1	H01J 61/44	1		
H01L 21/208	2	G02B 27/26	1	H01J 63/04	1	Total	162
H04N 3/12	2	G02F 1/07	1	H01L 21/02	1		
H04N 5/64	2	G02F 1/1333	1	H01L 21/18	1		
H04N 5/645	2	G02F 1/136	1	H01L 29/78	1		
H04N 9/12	2	G02F 1/17	1	H01I 3/16	1		
H05B 33/14	2	G02f 1/28	1	H01L 33/00	1		
A47B 81/06	1	G02F 1/335	1	H01M 4/48	1		
B22F 3/00	1	G09B 15/02	1	H01M 4/58	1		
B29C 35/08	1	G09B 9/00	1	H01M 4/86	1		

Tabla 6. Resultados de las Clasificaciones Internacionales de Patentes para la tecnología.

8. Conclusiones.

El avance actual en la tecnología requiere que las personas encargadas del desarrollo de nuevos productos y procesos tengan un entendimiento de la forma a través de la cual pueden conocer el estado del arte en determinada área del conocimiento humano. Se ha visto que en México existe un desconocimiento muy grande acerca de lo que es la Propiedad Intelectual por parte de técnicos, no siendo necesariamente el caso de personas relacionadas al Derecho.

México requiere un cambio que permita el pasar de ser una economía basada principalmente en la manufactura de productos hacia el desarrollo de nuevos productos. La ventaja competitiva que se tenía con respecto al costo de la mano de obra en algunos sectores se está perdiendo, basta ver el caso de la industria electrónica donde varias empresas se encuentran cambiando sus plantas a países como China.

Un entendimiento acerca de la forma de obtención de información acerca de la Propiedad Industrial será clave para aquellas empresas que busquen el desarrollo de nuevos productos ya que

el saber buscar les permitirá conocer el estado del arte en determinada área tecnológica; que invenciones se encuentran vigentes, cuales ya expiraron y con esto comenzar a partir de un punto que permita no inventar el hilo negro sino desarrollar con bases a partir de determinado conocimiento en las diversas áreas tecnológicas humanas.

9. Referencias.

- [1] Burés, Ma. Esperanza (1996). "Administración de la Tecnología", ITESM, Sexta Edición.
- [2] Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2001). "Clasificación Internacional de Patentes: Arreglo de Estrasburgo".

Dominio y negociación en el consumo de televisión entre géneros

Juan Enrique Huerta • Campus Monterrey

Evaluación de un medio institucional: Integratec, revista del Sistema Tec de Monterrey

Juan Enrique Huerta y Alejandra Yarto Wong • Campus Monterrey

DOMINIO Y NEGOCIACIÓN EN EL CONSUMO DE TELEVISIÓN ENTRE GÉNEROS

Juan Enrique Huerta Wong

Desde algunos estudios de audiencias de televisión se ha argumentado, al documentar la recepción familiar de televisión, la dominación androcéntrica en el espacio doméstico. Por otro lado, estudios realizados en países emergentes, particularmente en Latinoamérica, parecen sugerir que puede haber prácticas de resistencia, y/o alteridad, a la dominación masculina doméstica, donde el control social doméstico existe en la medida en que es negociado, por tanto permitido, al interior de la unidad social doméstica, por cuanto hace al sujeto subordinado, es decir, el género femenino. Con base en 180 entrevistas focalizadas realizadas en Monterrey, Guadalajara y el Distrito Federal, este trabajo explora la manera en que los receptores se relacionan con la televisión. Los hallazgos muestran que, en caso de existir dominación doméstica en el ritual de ver televisión, ésta no existe sin prácticas (tácticas) de alteridad en donde el género femenino no se construye siempre, por lo menos no de manera inconsciente, de manera subordinada.

Palabras clave: audiencias de televisión, géneros, tiempo libre, vida cotidiana

1. Introducción

La televisión ocupa un espacio importante en las sociedades contemporáneas. En muchas partes del mundo, es uno de los factores que contribuyen a una tendencia de quedarse en casa. Agobiadas por la inseguridad, impotentes ante la inflación, las familias han preferido consumir la creciente oferta programática (Lull, 1988b). En México, 90 por ciento de los hogares tienen por lo menos una televisión (*¿Anunciarse en televisión abierta?*, 1997) y más de 80 por ciento de personas reportan verla a diario (Séptima entrega de consumo cultural, 2001). El habitante promedio es un fuerte consumidor de televisión (*heavy viewer*), pues ve más de tres horas diarias (Séptima entrega de consumo cultural, 2001), el promedio internacional considerado como alto.

Si la cultura se objetiviza en sus productos y relaciones (Gonzalez, 1994), parece importante conocer cómo las audiencias hacen sentido de su relación con la televisión. Es en este tipo de relaciones donde los juegos de fuerzas pueden verse (De Certeau, 1996). Desde la perspectiva de los estudios de género, la relación de las audiencias y la televisión se ha abordado de diversas formas, apunta Lull (1988a). La más frecuente ha sido denunciar las estructuras de dominación androcéntrica cuyo mejor exponente es Morley (1992). De acuerdo con este autor, los hombres prefieren ver la televisión conociendo de antemano la programación; además, la ven atentamente y son capaces de relajarse mientras lo hacen. Esto se debe a que el hogar es un sitio para el tiempo libre y de descanso. También controlan los aspectos técnicos de la televisión, incluyendo el control remoto, el cual usan para cambiar de canal usando en ello su poder cultural. En cambio, las mujeres no influyen mucho en la selección, posesión y uso de aspectos técnicos. Ellas ven la televisión distraídamente porque manejan además sus responsabilidades domésticas mientras lo hacen, y son forzadas a construir otros tiempos para ver, por ejemplo, durante el día. El hogar es un sitio de trabajo para las mujeres, así que ellas nunca pueden relajarse y disfrutar a sus anchas ver la televisión, como los hombres.

Este tipo de generalizaciones cambia cuando los roles económicos lo hacen. Morley (1992) encontró que cuando las mujeres eran quienes proveían económicamente al hogar y los hombres estaban desempleados, los roles tendían a ser opuestos, del mismo modo que tendían a equilibrarse si las mujeres y los hombres trabajaban fuera de casa. Aun estas tendencias no

alcanzaban a equilibrar los roles, sin embargo. La lectura de Morley es que el espacio doméstico es un espacio de control y poder masculino, lo cual se ha convertido en un punto de partida, como ya Lull (1988b) lo ha dicho.

Como también ha referido Lull (1988b), si de la evidencia en Europa y Estados Unidos se puede desprender que existe este tipo de dominación (cf. Rogge y Jensen, 1988), los datos procedentes de países emergentes y, en particular, de Latinoamérica, parecen permitir otro tipo de lecturas.

En Venezuela, las mujeres parecen ejercer el dominio pleno del televisor, sobre todo a la hora de la telenovela, como ha mostrado Barrios (1992). Hallazgos similares han sido encontrados en Chile (Fuenzalida, 1992). En Colombia, Llano (1992) reporta que, incluso, las mujeres se muestran dominantes también al opinar frente al televisor. Su tipo de programa preferido, la telenovela, es objeto de conversación en todas partes. Los modos de ver televisión, variable que permite a Morley hablar de dominación, varía en algunos casos. Las mujeres venezolanas se instalan cómodamente frente al televisor mientras que las colombianas realizan siempre tareas domésticas, aun cuando no se encuentren en su hogar y vean sus programas favoritos en lugares públicos, reportan los datos.

En México, Covarrubias, Bautista y Uribe (1994) han encontrado que los miembros de la familia reconocen sus posiciones y establecen “una relación de sometimiento sutil ante las decisiones de los que están a la cabeza del sistema de relaciones, que nunca son los hombres”. En los casos en que el padre de familia ejerce el dominio aparente, existe una compleja red de tácticas ejercida, por ejemplo, por los hijos, que recurren a la madre como un frente de presión y negociación de lo que se ve en televisión (también en Gonzalez, 1998).

En realidad los datos no son tan diferentes. Como Lull (1988b) ha señalado, en la evidencia internacional del tema es posible hablar de “patrones característicos del involucramiento de las audiencias con la televisión [que] pueden ser considerados como *rituales*... [es decir] actividades familiares regulares, repetidas, elevadas casi a un nivel ceremonial debido al poder cultural de la televisión” (p. 238, cursivas en el original). De hecho, en su clásica compilación transnacional, encuentra que “los hombres donde quiera prefieren deportes, programas orientados a la acción y de información (especialmente noticias), mientras las mujeres prefieren dramas (series, telenovelas y películas) y programas basados en comedia, música y baile” (p. 248). Pero Lull advierte que el rigor de la observación de estos patrones se complementa con el análisis de la evidencia. Para él, las preferencias programáticas son extensiones de los roles familiares, por lo que en realidad, informarse es para el hombre parte de su responsabilidad. Un hombre fue acusado de volverse mitad mujer cuando reveló en su grupo de amigos que no le gustaba ver deportes, reporta.

En otros estudios, se ha encontrado que la supuesta dominación androcéntrica simplemente es una cuestión de preferencia por otro tipo de medios. En Colombia, las mujeres preferían oír la radio en su tiempo libre, pues asociaban la televisión con el trabajo, debido a que podían ver televisión mientras realizaban labores domésticas. Nuevamente, las preferencias de consumo mediático reflejan extensiones del rol personal, pues las mujeres, en su preocupación por el mundo más cercano, preferían a la radio sobre la televisión, que frecuentemente se ocupaba de temas y lugares más bien lejanos (Muñoz, 1992). El mismo estudio encontró que la ficción, más recurrentemente la telenovela, ofrecía a las mujeres un modo de narración más pausado, el cual era preferido por su abundancia de detalles. De modo que otro supuesto para la dominación androcéntrica es que la televisión esté ofreciendo los formatos y tipos de mayor preferencia de las audiencias femeninas, es decir, que estén interesadas en ver televisión y mantengan desventajas en la toma de decisiones de qué y cómo se exponen a sus mensajes.

Este trabajo pretende ofrecer un poco más de información respecto a cómo los géneros participan de la toma de decisiones de qué se ve en televisión, reportando hallazgos de la oferta disponible en la televisión abierta mexicana, las preferencias programáticas de hombres y mujeres de México, su participación en la selección de los programas que ven, sus modos de ver y su dominio del control remoto. Se presentan inicialmente datos de un diagnóstico de la oferta

informativa en los cuatro canales nacionales abiertos y, posteriormente, se ofrece un análisis cuantitativo y cualitativo del consumo televisivo por parte de hombres y mujeres de las áreas metropolitanas de la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey.

Las preguntas de investigación de investigación planteadas para este trabajo son las siguientes:

Oferta:

2) ¿Cuál es la oferta de formatos televisivos en toda la programación y en horario AAA?

Consumo:

2) ¿Cuáles son las preferencias programáticas de hombres y mujeres?

3) ¿Hay alguna diferencia en la frecuencia y la forma en que hombres y mujeres reportan decidir los programas que verán?

4) ¿Cómo reportan hombres y mujeres el poder de decisión y la negociación sobre qué y cómo se ve televisión?

2. Método

Los datos utilizados en este trabajo provienen de los proyectos realizados en el programa de investigación Televisión y Vida Cotidiana, establecido en el Tecnológico de Monterrey en 1999 con el auspicio de la Cátedra Televisa. El programa es dirigido por José Carlos Lozano Rendón.

Oferta

Los datos cuantitativos sobre la oferta de la televisión provienen de una muestra compuesta de cuatro semanas de programación. El criterio fue seleccionar la segunda semana del segundo mes de cada trimestre. Se dividió el periodo de análisis (un año) en cuatro partes, y se escogieron las semanas justo en medio de cada trimestre, con el fin de eliminar sesgos. El primer instrumento de trabajo fue la página de cartelera del periódico de circulación nacional Excélsior¹, publicada en su sección nacional, de donde se codificó la información. No se realizó una segunda muestra, sino que se censaron todas las semanas, codificando toda la programación de los canales que conforman el estudio. Se aplicaron pruebas piloto y de confiabilidad a la programación de la semana 12-18 de abril, contando con un manual y hoja de codificación de variables semiabiertas, tras lo cual se despejaron dudas acerca de los subgéneros programáticos y se cerraron las variables hasta hacerlas nominales, para integrar un manual y hoja de codificación finales.

La unidad de análisis fue el programa y para fines operacionales, se codificó el número de minutos que cada uno registró, de modo que el análisis está hecho a partir de los minutos de programación y no del número de programas que conforman la muestra.

Encuesta

Los datos cuantitativos sobre el consumo de noticieros provienen de 2,676 encuestas por muestreo aplicadas casa por casa en población mayor de 18 años en las áreas metropolitanas de Monterrey, Guadalajara, y el Distrito Federal, durante los meses de marzo y abril de 1999. El trabajo de campo y las decisiones sobre el tamaño muestral fueron realizadas por la Unidad de Estudios Estadísticos del Tecnológico de Monterrey (ITESM). El tamaño de la muestra para cada ciudad (mínimo 800 casos) permite la comparación por sexo y nivel socioeconómico, aunque este trabajo no incluye esta última parte del análisis².

Entrevistas

Bases de datos. Los datos cualitativos fueron tomados de la base de datos de 180 entrevistas focalizadas abiertas realizadas en las tres ciudades durante los meses de mayo a septiembre de 1999 (60 en cada población), con el objetivo de explorar y comprender los procesos subjetivos de apropiación e integración de la televisión en la vida cotidiana de diferentes grupos de la audiencia.

¹ Para una explicación detallada de por qué se tomaron las decisiones en la metodología, véase Huerta Wong, 2000.

² Para una explicación de los detalles de la muestra, tales como valores z, p, q y e, véase Cerda Cristerna, 1999.

El punto de partida, al igual que el de muchos investigadores culturalistas, fue la premisa de que la recepción de los mensajes de los medios es activa y alimentada por distintas mediaciones y procesos de negociación y apropiación de los significados (González, 1994). Cada receptor es parte de uno o múltiples grupos, y como tal tiende a adoptar patrones de consumo y apropiación comunes a los de su grupo de pertenencia.

Tipo de entrevista. De los cinco tipos de entrevistas cualitativas que menciona Lindlof (1995) este trabajo utilizó la “entrevista con informantes” la cuál se apoya en un cuestionario fijo que permite cubrir las áreas básicas y prioritarias del proyecto con cada informante. Este tipo de entrevista proporciona un contenido altamente comparable entre los diferentes entrevistados y muestras relativamente grandes de los mismos (pp. 171-172). Los entrevistadores pudieron agregar y explorar temas adicionales y aceptar que el informante abordara otros aspectos de su experiencia televisiva no contemplados en el cuestionario (lo que de hecho fue altamente recomendado para enriquecer el trabajo de campo), pero no omitieron ninguna de las preguntas incluidas en el mismo.

Número de informantes. El tamaño de la muestra en una investigación cualitativa se basa en realizar entrevistas hasta que la diversidad de respuestas de los informantes deja de ser significativa y empiezan a repetirse los datos (Taylor y Bogdan, 1987). Dependiendo de la complejidad de los fenómenos y procesos estudiados, esto puede significar unos pocos o muchos informantes. En este proyecto se definió que en cada ciudad debían aplicarse un mínimo de 60 entrevistas, y que ese número debería aumentar en caso de que se observaran diferencias y variantes importantes en las respuestas proporcionadas por los informantes de cada segmento contemplado. Esto finalmente no fue necesario, ya que se pudo constatar que los 60 casos para cada ciudad (20 para cada nivel socioeconómico, 10 hombres y 10 mujeres para cada uno de estos niveles), fueron claramente suficientes.

3. Resultados y discusión

Oferta

La tabla 1 muestra que la oferta de formatos televisivos que las mujeres han preferido en la evidencia internacional del tema, es mayor a la de aquellos formatos que los hombres han preferido. La suma de formatos como ficción y variedades/entretenimiento es mucho mayor a la de formatos como información y deportes. Esta diferencia es mayor aún en el horario AAA, donde la diferencia entre ficción e información, para citar los casos de los formatos más frecuentemente mencionados por mujeres y hombres, respectivamente, como preferidos, es de cinco a uno. Estos datos sugieren que existe, por lo menos a grandes rasgos, oferta que podría ser más del agrado del público femenino, lo cual es importante, pues para ver los hombres sus programas favoritos, tendrían que ejercer una mayor presión, o también porque podría dar lugar a concesiones de parte del público femenino, al conocer que es mayor la oferta destinada a sus preferencias.

Tabla 1. Oferta: formatos televisivos por horario.

Formato	Horario A	Horario AA	Horario AAA	Total
Información	20,010 33.9%	1,440 5.6%	3,585 10.5%	25,035 21.1%
Ficción	6,825 11.6	9,655 37.4	17,665 51.9	34,145 28.7
Infoshow	1,050 1.8	1,650 6.4	2,325 6.8	5,025 4.2
Variedades y entretenimiento	3,095 5.2	2,310 8.9	4,560 13.4	9,965 8.4
Infantiles	18,180 30.8	8,560 33.1	2,850 8.4	29,590 24.9
Deportes	4,405 7.5	2,120 8.2	2,330 6.8	8,855 7.4
Culturales	420	90	600	1,110

	.7	.3	1.8	.9
Educativos	180 .3			180 .2
Telemercadeo	4,890 8.3			4,890 4.1
Propaganda política	30 0.1	30 0,1	100 0.3	130 0.1
Total	59,085 100%	25,855 100	34,015 100	118,925 100

Exposición y consumo

Como se ha explicado, un punto de partida para la dominación y/o negociación frente al aparato de televisor es que existen patrones de preferencias televisivas en la evidencia internacional sobre el tema (Lull, 1988b). Sin el interés mutuo por un objeto en común, carece de sentido el desenlace de fuerzas y relaciones que hacia el interior del espacio doméstico sostienen los géneros. ¿Cuáles son las preferencias programáticas de hombres y mujeres en Guadalajara, México y Monterrey? Es una pregunta que en principio tiene que ver con la correspondencia con la oferta. Como se han presentado datos de formatos televisivos y no de tipos, la comparación resulta un poco difícil, pero se intenta aquí.

Lo primero que salta a la vista de la Tabla 2 es que los principales tipos de los formatos televisivos ficción e información difieren de los antecedentes recabados en otros países. Como se puede apreciar, los noticieros aparecen como el tipo más visto tanto por hombres como por mujeres. Esto también se aleja de la evidencia internacional en el sentido de que no es la ficción el formato más visto, y también se aleja de la programación, lo que de entrada abriría preguntas sobre la correspondencia de la oferta de la carta programática mexicana y las audiencias. Morley (1992), en cambio, señala que la diferencia radica en que las mujeres ven noticieros locales y los hombres noticieros internacionales, y Lull (1988b) ha insistido en que aquí entran en juego extensiones de roles personales, donde las mujeres se preocupan por el entorno de lo doméstico y los hombres por la economía y la política, en su rol de proveedor. Lozano y Martínez (2000) no sólo coinciden con la falta de diferencias en la preferencia de los noticieros, sino que encuentran que hombres y mujeres parecen ser igualmente críticos al exponerse a este tipo de mensajes.

Como ya también ha anotado Cerda Cristerna (1999), los resultados de la Tabla 2 también se alejan de los hallazgos de Covarrubias, Bautista y Uribe (1992), para quienes la telenovela era un tipo preferido por ambos géneros. De hecho, es el tipo en que más diferencias presenta, pues la respuesta masculina se acerca más a "Rara vez", en tanto que la femenina se acerca más a "Frecuentemente". Las mujeres se exponen más preferentemente a programas de concursos, comedia, chismes y musicales, mientras que los hombres prefieren programas de aventuras, insólitos y deportivos. En líneas generales, esto parece coincidir con los patrones de exposición a la televisión, pero otra pregunta surge acerca de la falta de diferencias significativas en el drama, otro de los tipos claves de la ficción. Lo que podemos aprender de las tablas 1 y 2, en resumen, es que los géneros parecen tener respuestas similares a la oferta programática, si bien ésta no parece del todo satisfactoria a sus preferencias.

Tabla 2. Exposición a tipos televisivos por género.

	Género	N	x ³	s	t	Sig.
NOTICIEROS	Femenino	1791	1.68	1.07	0,506	0,613
	Masculino	860	1.66	.98		
TELENOVELA	Femenino	1782	2.30	1.57	-21,783	0,001
	Masculino	857	3.72	1.54		
CONCURSOS	Femenino	1771	3.09	1.53	-3,633	0,001
	Masculino	852	3.32	1.45		

³ Media en la escala: 1=Muy frecuentemente, 2=Frecuentemente, 3=Regularmente, 4=Rara vez, 5=Muy rara vez.

AVENTURAS	Femenino	1771	3.44	1.45	8,027	,001
	Masculino	858	2.96	1.38		
DRAMA	Femenino	1777	3.61	1.41	1,504	0,133
	Masculino	853	3.70	1.33		
COMEDIA	Femenino	1766	3.36	1.40	-1,968	0,049
	Masculino	841	3.47	1.36		
INSÓLITOS	Femenino	1766	3.97	1.30	4,825	0,001
	Masculino	849	3.71	1.31		
CULTURALES	Femenino	1783	3.49	1.44	6,814	0,001
	Masculino	855	3.09	1.44		
DEPORTIVOS	Femenino	1785	3.53	1.46	18,687	0,001
	Masculino	858	2.41	1.37		
CHISMES	Femenino	1784	3.50	1.50	-8,793	0,001
	Masculino	859	4.03	1.31		
MUSICALES	Femenino	1782	3.07	1.44	-1,993	0,046
	Masculino	858	3.19	1.42		

De acuerdo con Morley, una de las diferencias que habla del dominio masculino en el hogar es la forma en que ambos géneros programan lo que verán. Para usar su tiempo libre a sus anchas, el hombre programa consultando para ello la cartelera, o bien, está acostumbrado a sus programas favoritos y logra verlos con mayor frecuencia que las mujeres. Como muestra la Tabla 3, los resultados coinciden parcialmente con este supuesto. Los hombres consultan más la cartelera que las mujeres, aunque en ninguno de los casos es frecuente este tipo de toma de decisiones. Asimismo, las mujeres reportan, en mayor número de ocasiones que los hombres, terminar viendo algo diferente a lo que decidieron sintonizar. Si bien son estadísticamente válidas estas diferencias, en ninguno de los dos casos son notorias las frecuencias de menciones, y son más bien pequeñas en el segundo caso.

Por otro lado, la Tabla 3 también muestra que las mujeres conocen más frecuentemente los horarios de sus programas favoritos y los sintonizan sin ningún problema. De acuerdo con los hallazgos de estudios hechos en Chile, Venezuela y Colombia, esto puede empatizar con las preferencias por las telenovelas y su marcada afición a sintonizarlas, como se ha visto en la Tabla 2.

Tabla 3. Forma en que los géneros deciden lo que ven.

Forma de decidir lo que ve	Femenino	Masculino	Total
Consulta la cartelera del periódico o Teleguía	99 5,5%	94 10,9%	193 7,3%
Conozco horario de mis programas favoritos y los sintonizo de acuerdo a la hora	913 51,1%	355 41,3%	1268 47,9%
No tengo plan: enciendo, veo y me detengo en algún programa que me llama la atención	638 35,7%	358 41,6%	996 37,6%
Veo lo que otros decidieron sintonizar	57 3,2%	10 1,2%	67 2,5%
Varias de las opciones	81 4,5%	43 5%	124 4,7%
Total	1788 100%	860 100%	2648 100%
p=0.001			

La Tabla 4 ahonda en los datos acerca de la frecuencia con que hombres y mujeres toman decisiones acerca de qué ven. A la pregunta de “¿ Con qué frecuencia otra persona selecciona los programas que usted ve? ”, la respuesta en general es “A veces”, aunque sí hay una diferencia estadística según la cual, parece ser algo más raro en el público masculino que en el femenino que otra persona decida sobre los programas que se ven. No ocurre así en el caso de la pregunta “¿ Con qué frecuencia ve un programa que no tenía planeado originalmente? ”, donde hombres y mujeres reportan que “A veces”, sin diferencias estadísticas significativas. En cualquier caso, no es claro que exista una diferencia clara en la toma de decisiones que sobre la televisión ejercen los

géneros, lo que contradice los hallazgos de Morley y está más en sintonía con los resultados de investigaciones efectuadas en Latinoamérica.

Tabla 4. Frecuencia con la que los géneros deciden lo que ven.

	Género	N	x ⁴	s	t	Sig.
Otro selecciona los programas que usted ve	Femenino	1721	3.16	1.25	-3.773	0.001
	Masculino	822	3.36	1.18		
Ve un programa no planeado originalmente	Femenino	1767	3.38	1.07	0.813	.416
	Masculino	854	3.35	1.09		

En resumen, los datos cuantitativos no parecen dar mayor soporte al supuesto de la hegemonía masculina al interior del espacio doméstico. Dadas sus limitaciones, es necesario intentar explicar los complejos procesos mediante los cuáles las audiencias se relacionan con la televisión y ponen de manifiesto así su sistema de fuerzas (Gonzalez, 1994). Para ello, las entrevistas focalizadas resultan muy valiosas para introducirnos en quién y cómo se toman las decisiones acerca de qué se ve en televisión.

En la superficie, parece haber una clara hegemonía masculina del modo que lo ha referido Morley (1992). Esta hegemonía se representa cuando el hombre decide qué ver, incluso si llega una vez que la televisión se ha encendido y alguien la está observando, y usa el control remoto como símbolo de ese poder. Además, se instala cómodamente frente al televisor mientras su compañera continúa trabajando en el hogar. Guadalupe, una mujer de nivel socioeconómico alto, expresó:

Yo la selecciono más bien cuando yo estoy casi siempre sola. Cuando estoy con mi esposo casi siempre es él quien la selecciona porque además, te digo, yo me muevo mucho, aun cuando estamos dizque viendo la televisión, pues yo me paro o por algo, o estoy acomodando ropa o estoy haciendo algo, entonces, el que sí suele cambiarle es él más que yo.

Incluso cuando hay un primogénito varón, la mujer parece no existir, como reporta Alfredo, un joven de nivel socioeconómico alto:

Bueno, en mi cuarto el que manda en la tele soy yo. Fuera de mi cuarto, en el cuarto de mi papá, manda mi papá y en la tele pues también mi papá es el que se encarga. Yo creo que si ponemos la tele en la tienda como un lugar neutro en el que se puede decidir quien le cambia de canal, yo creo que mi papá tiene un 75 por ciento del control y yo un 25 en todo el día.

Como también refiere Lull (1988a) al hablar de las preocupaciones del enfoque marxista en este tipo de estudios, algunos informantes llegan a reportar la reproducción de la estructura jerárquica tradicional en el acto de ver televisión. Olivia, una mujer de nivel socioeconómico alto, señaló:

⁴ Media en la escala: 1=Muy frecuentemente, 2=Frecuentemente, 3=Regularmente, 4=Rara vez, 5=Muy rara vez.

Cuando está mi marido, lo dejo como que fuera él el dueño de la televisión. Entonces me pongo a ver lo que él escogió. Cuando estoy yo sola, yo marco, o sea, aunque llegue cualquiera de los muchachos, o sea, yo digo, pues no me la mueves porque estoy viendo este programa y ahí me lo dejas.

Pero en el ejercicio del poder, se entretienen tácticas de resistencia, como afirma De Certeau (1996) y como bien ha documentado Llano (1992). Patricia, una mujer de 40 años y nivel socioeconómico bajo, reveló:

Él [decide lo que se ve en televisión], porque como es un rato nada más que ve la televisión, entonces ya, y yo me ocupo de otras cosas, como le digo yo estoy haciendo de cenar pero desde allí estoy viendo cuando era la novela esta la de Esperanza se llamaba la muchacha, no me puedo acordar el nombre, eh, en esta novela le decía "no le cambies porque desde aquí la estoy viendo" como... este... donde yo vivo son los cuartos seguidos, entonces desde la cocina a la sala se alcanza a ver bien la tele y a escucharla, porque no es muy grande mi casa, entonces este, en los comerciales le cambiaba "¿ya le cambiaste nuevamente?" y allí echaba pleito yo con él porque "no le cambies que desde acá la estoy viendo yo, tú crees que no la veo pero desde acá la estoy viendo yo, desde acá, no me la cambies" [risas], pero, este, no, casi por lo regular en la noche él es el poder absoluto en la tele".

La declaración de Patricia hace pensar que concede la televisión porque el rol que de ella se espera es que actúe así en consideración al escaso tiempo que su esposo pasa frente a la televisión. Sin embargo, parece difícil pensar en que su forma de proceder no sea un hecho rutinario. Como ya se ha dicho, las mujeres de Colombia (Llano, 1992) parecían tener una actitud semejante.

Los hombres parecen colaborar en esos casos, como relata Ricardo, un hombre de 40 años y nivel socioeconómico medio:

Si a mí no me gusta y ella dice no, voy a ver la novela, bueno, ve la novela y yo me retiro, no veo televisión.

A lo largo de las entrevistas se registran datos encontrados acerca del control de la televisión. Las menciones acerca del control femenino no son menores. Laura, una mujer regia de nivel socioeconómico medio, expresó:

Por lo regular soy yo [la que selecciona lo que se ve en televisión]. Esporádicamente, cuando agarra el control Rubén, es él [se ríe], pero tratando siempre de ver algo que nos guste a los dos.

¿Qué tan esporádicamente, qué porcentaje dirías?

Pues yo un 90 y él, 10.

Algunos informantes parecían tener relaciones de fuerza frente al televisor exactamente al revés de lo que Morley encontró en Inglaterra. Es el caso de Ricardo, un regiomontano de nivel socioeconómico medio:

A mí me gusta dejarla, o sea, verla, no estarle cambiando y mi señora busca otro programa, no, acá está, quiere ver tres o cuatro programas a la vez, en los comerciales vámonos al otro, a veces yo también lo hago, verdad, pero realmente me gusta ver una sola cosa y ella si es muy dada a eso, a que ve la novela, ve la película y está viendo las noticias y está con el control en la mano...

Entonces aunque usted tenga el control, ella tiene el control.

Sí, ella tiene el control, y ella dice préstamelo y yo se lo vuelvo a quitar y préstamelo, o sea lo tengo yo así, pero ella es realmente la que lo mueve, yo lo tomo nada más para bajarle al volumen...

Pero en la mayoría de los casos parece haber una tendencia a regular la hegemonía, a establecer políticas que pueden ser o no explícitas. Si bien en algunos casos estas políticas contribuyen a reproducir la estructura de poder tradicional, en gran parte parecen producto de negociaciones destinadas a garantizar la conformidad de todos los miembros de la familia, incluso su bienestar, como son ciertas prohibiciones que tienen que ver con horarios no aptos para niños o programas que parecen contrarios a la forma en que los padres de familia quieren educar a sus hijos.

Ana, una joven tapatía de nivel socioeconómico medio, lo traduce como "respeto":

Hay un respeto, de que saben que a mí me gusta en este caso La Nana, Los Simpson, o el programa que veo los sábados en el canal 22, entonces saben que ahí, yo a esa hora quiero ver ese programa, ya no es tanto de oigan me permiten, voy a ver esto... ya cuando hay gente externa en la casa, que no conocen las reglas, pues ya hay un poco más de flexibilidad en ese aspecto...

O sea pero si hay como una regla...

Si hay, mm de que, ya sabemos que a Xochitl [su hermana] le gusta ver MTV a esta [hora] pues si no vamos a moverla...

Angelina, una regia de nivel socioeconómico bajo, refiere actuar como vigilante del cumplimiento de las políticas domésticas:

Quando está mi esposo hay muchos programas que a mí no me gusta que vea, por ejemplo "Picardía mexicana", pero yo no lo dejo ver porque están los niños, porque sale mucha inmoralidad y yo le digo esos programas no me gustan para los niños, ellos deben de vivir su juventud, su niñez y eso ya lo está pasando a otra etapa.

Estas políticas se han establecido mediante la negociación, consciente o no, y atiende a criterios más o menos lógicos respecto al derecho de cada género a ver televisión. Así lo sugiere Rosa, una regia de nivel socioeconómico medio:

Pues como yo estoy más tiempo en la casa, pues en el día yo le cambio y en la noche como él quiere ver, pues él selecciona lo que quiere ver y no le presto casi atención, entonces lo que yo quiero ver yo lo programo o yo le cambio y [al revés].

Salvador, un joven de nivel socioeconómico medio, agrega:

Mi mamá se pone generalmente a ver televisión en las tardes en la que está en la sala, y pues siempre que llego temprano ella está viendo sus novelas o algún programa y nadie le cambia, ya después de cierta hora y ya saben qué es lo que va a ver o qué es lo que sigue, o sea, se hacen ciertas costumbres, por ejemplo, ya que se acaba la novela y a las ocho empieza mi programa ya le cambio y todos lo ven y a las nueve "no que oigan es que van a pasar un especial de no sé qué..." es que le cambian y pues ya lo vemos todos.

Esas negociaciones incluyen también factores como las extensiones técnicas del televisor, como el control remoto, el uso de la videocasetera o de las televisiones equipadas con televisión privada satelital de alto costo (Sky, frecuentemente). Arturo, de nivel socioeconómico alto, refiere:

No hay pleito con el control, nos turnamos.

Socorro, tapatía de nivel socioeconómico alto, agrega:

La tele de la sala de arriba que tiene el decodificador, esa tele es para ver películas con el decodificador, no dejamos que Arturo se ponga a ver la novela del dos si la puede ver en las otras teles...entonces así es como lo negociamos...ya están las reglas muy implícitas en esta casa, todo mundo se las sabe.

Y Alfredo, de nivel socioeconómico alto, coincide, y añade un rasgo interesante, que también fue frecuente; entre hermanos, muchas veces es la mujer la que mantiene la hegemonía al interior del espacio doméstico.

Si mis hermanos están viendo la tele pues te aguantas o si quieres ver tú la tele pues te vas a la tele de tu cuarto pero ahí no tienes Sky...[si no nos ponemos de acuerdo] generalmente sería mi hermana la que escogería, inclusive tiene más poder que mi hermano.

4. Conclusiones

¿Cuál es la oferta de formatos televisivos en toda la programación y en horario AAA? ¿Cuáles son las preferencias programáticas de hombres y mujeres? ¿Hay alguna diferencia en la frecuencia y la forma en que hombres y mujeres reportan decidir los programas que verán? ¿Cómo reportan hombres y mujeres el poder de decisión y la negociación sobre qué y cómo se ve televisión? Las preguntas anteriores han motivado este texto, cuyo objetivo ha sido contribuir a lo que se sabe sobre la forma en que hombres y mujeres se relacionan con la televisión y hacen objetivo su sistema de fuerzas en esta relación. Un supuesto de partida ha sido el principio de que es posible obtener patrones generales de este tipo de relaciones, debido a que las audiencias establecen formas ritualizadas en el acto de ver televisión (Lull, 1988b).

La oferta televisiva de México parece inclinarse hacia lo que en la evidencia internacional del tema aparece como preferencias femeninas, particularmente en los horarios de mayor audiencia. Esto, sin embargo, parece corresponder sólo parcialmente a las preferencias de los públicos mexicanos, que se muestran muy inclinados a ver noticieros. Las mujeres de la muestra reportaron ver más frecuentemente que los hombres conocer el horario de sus programas favoritos y sintonizarlos en el momento, lo cual constituyó la diferencia más importante de la forma en cómo los géneros reportan decidir lo que ven. Esto parece estar en consonancia con la forma en cómo las mujeres de Venezuela (Barrios, 1992), Colombia (Llano, 1992) y Chile (Fuenzalida, 1992) mostraban su hegemonía al momento, por ejemplo, de sentarse a ver telenovelas.

Pero las mujeres de la muestra también reportaron más frecuentemente ver programas que otra persona selecciona. Los hombres reportaron más frecuentemente consultar la cartelera para seleccionar los programas que veían y, en menos ocasiones, ver programas que otras personas decidieron sintonizar. Esto podría sugerir, sin embargo, que los hombres deciden menos frecuentemente que las mujeres qué ver, para lo cual tienen que informarse, razón por la cual también establecen un doble ritual del acto de ver televisión, el cual empezaría desde su selección. En cualquier caso, las diferencias entre ambos géneros respecto a la frecuencia y forma en que hombres y mujeres reportaron decidir los programas que ven, no es muy grande, aunque quizá convenga revisar las pequeñas diferencias anotadas aquí, en análisis posteriores.

Mayor atención merecen los hallazgos respecto a cómo hombres y mujeres parecen negociar la forma en que se decide la exposición a la televisión, instalando frecuentemente políticas del cuarto de ver televisión, para usar un término frecuente en los estudios culturalistas (Orozco, 1992). Estas políticas pueden variar sus grados de rigidez e institucionalización, pero frecuentemente parecen producto de negociación debida a motivos como el respeto a los derechos de todos los miembros de la familia o la vigilancia a la forma en cómo los padres consideran que los niños deben ser educados.

Entre los hallazgos que dan pie a esta discusión, resultan importantes de enfatizar aquellos que incluyen la institucionalización de las políticas sobre el uso de las extensiones técnicas de la televisión, tales como el control remoto o la televisión satelital. Como ya ha anotado Lull (1988b), su uso restringido, tanto en capacidad como en las habilidades que demandan, podría abrir nuevas formas de relaciones entre los géneros. Los datos que aquí se reportan parecen permitir cierto optimismo respecto a la horizontalización de este tipo de herramientas en particular y de la relación de los géneros frente al televisor.

Existen, sin embargo, algunos puntos que precisar respecto a los hallazgos. Las generalizaciones que de aquí derivan han de tomarse con precaución, pues la cantidad de variables analizadas no permiten declaraciones rotundas sobre quién ostenta el dominio al interior del espacio doméstico. No han sido, por ejemplo, presentados los datos acerca del tipo de actividades o del compuesto de medios al que están expuestas las audiencias mientras se exponen a la televisión, algo que los estudios culturalistas han referido como sumamente importante para entender cómo se dan los procesos de recepción y cómo las audiencias toman sentido de su relación con la televisión y la incorporan a su vida cotidiana. Otro factor delimitante es que el análisis no ha tomado en cuenta otro tipo de variables como el nivel socioeconómico o la composición demográfica/económica de las familias, que permitiría mayor transparencia (accuracy). Más análisis tendrán que ser efectuados en estos sentidos.

Por otra parte, ¿qué significa que las mujeres detentan gran parte del poder de toma de decisiones en la relación de las familias y la televisión? En principio no significa más que ello y el espacio no permite teorizar más profundamente. Baste decir por ahora que ello no implica dejar de preocuparse por una sociedad que en la cotidianidad simple aparece como profundamente machista, como podrá saberlo cualquier mujer que se anime a caminar sola por cualquiera de las tres ciudades en el estudio. Pero quizá podría ser diferente y quizá podemos ser algo optimistas respecto al futuro de las relaciones de género, si el espacio doméstico, como han sugerido desde siempre las feministas, es en realidad el principio del espacio público y si la relación de los medios de comunicación y sus públicos, como también han sugerido siempre los culturalistas (cf. Thompson, 1998) es el escenario de la esfera pública.

5. Referencias

¿Anunciarse en televisión abierta? (1997, octubre 22). Expansión, 68-77

Barrios, Leoncio (1992). En G. Orozco Gómez (Coord.), Miradas latinoamericanas a la

televisión (pp.). México: Universidad Iberoamericana.

Cerda Cristerna, A. (1999). Maneras de ver y usar la televisión: Análisis por género y nivel socioeconómico de los hábitos de consumo televisivo de las audiencias de Monterrey, México y Guadalajara. Tesis de Maestría en Ciencias con especialidad en Comunicación, Tec de Monterrey.

Covarrubias Cuellar, K. Y.; Bautista, A.; y Uribe, B. A. (1994). Cuéntame en qué se quedó: La telenovela como fenómeno social. México, DF: Trillas.

De Certeau, Michel (1996). La invención de lo cotidiano: Artes de hacer (1). México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de occidente/Universidad Iberoamericana/ Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.

Fuenzalida, Valerio (1992). ¿Qué ven los campesinos chilenos en la telenovela? : Del reconocimiento a la reivindicación del televidente. En G. Orozco Gómez (Coord.), Miradas latinoamericanas a la televisión (pp. 131-162). México: Universidad Iberoamericana.

González, J. A. (1994). Más(+) cultura(s): ensayos sobre realidades plurales. México, DF: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

González, J. (1998) (comp.). La cofradía de las emociones (in)terminables: Miradas sobre telenovelas en México. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Huerta, C. (1999, septiembre 25). Es TV juguete favorito.... El Norte, p. A2.

Huerta Wong, J. E. (2000). Hacia una evaluación de la televisión mexicana: Diversidad en la programación abierta durante 1999. Tesis de maestría, Tec de Monterrey, Monterrey, Nuevo León.

Lindlof, T. R. (1995). Qualitative communication research methods. Thousand Oaks, California, Estados Unidos: Sage Publications.

Llano, Clara (1992). Usos sociales de la televisión y de la telenovela: La telenovela en el barrio popular. En Martín-Barbero, Jesús y Muñoz, Sonia (coordinadores), Televisión y Melodrama, 215-231. Colombia: Tercer Mundo Editores.

Lozano, J. C. y Martínez, F. C. (2000, junio). Consumo y lecturas negociadas de noticieros televisivos en Monterrey, Guadalajara y México, DF. Ponencia presentada en el Congreso Anual 2000 de la International Communication Association (ICA), "ICA: 50 years of research in communication, culture, and cognition", Acapulco, Guerrero.

Lull, James (1988a). The family and television in world cultures. En J. Lull (Ed.), World families watch television (pp. 237-259). Newbury Park, CA : Sage.

Lull, J. (1988b). Constructing rituals of extension through family television viewing. En J. Lull (Ed.), World families watch television (pp.). Newbury Park, CA : Sage.

Lull, James (1992). Recepción televisiva, reforma y resistencia en China. En G. Orozco Gómez (Coord.), Miradas latinoamericanas a la televisión (pp. 75-96). México: Universidad Iberoamericana.

Morley, D. (1992). Television, audiences, and cultural studies. Londres: Routledge.

Muñoz, Sonia (1992). Mundos de vida y modos de ver. En Martín-Barbero, Jesús y Muñoz,

Sonia (coordinadores), Televisión y Melodrama, 233-297. Colombia: Tercer Mundo Editores.

Orozco Gómez, Guillermo (1992). Familia, televisión y educación en México: La "teoría educativa" de la madre como mediación en la recepción televisiva de los niños. En G. Orozco Gómez (Coord.), Miradas latinoamericanas a la televisión, . México: Universidad Iberoamericana.

Rogge, Jan-Uwe y Jensen, Klaus (1988). Everyday life and television in West Germany : An empathic-interpretive perspective on the family as a system. En J. Lull (Ed.), World families watch television (80-115). Newbury Park, CA : Sage.

Séptima entrega de consumo cultural (2001). El Norte [Página electrónica]. Disponible, el 3 de julio de 2001, en:
<http://www.elnorte.com/offline/animaciones/cultura/medios/inicio.htm>

Taylor, S. J. y Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos: la búsqueda de significados. México, D.F.: Paidós.

Evaluación de un medio institucional: Integratec, revista del Sistema Tec de Monterrey

Alejandra Yarto y Enrique Huerta

Integratec es una revista que tiene como Misión fortalecer los lazos de pertenencia de los egresados del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey hacia su *alma máter*, mediante la divulgación de información institucional, así como la referente a la comunidad de egresados. Durante septiembre de 2000 se llevó a cabo el proyecto de investigación de públicos de *integratec*. El paquete metodológico fue compuesto de encuesta, sesiones de grupo y análisis de contenido. La encuesta fue realizada por censo a la base de datos de correo electrónico de egresados (suscriptores y no suscriptores como grupo de control) y obtuvo un índice de respuesta de 14 por ciento, alcanzando un total de 2783 encuestas para análisis. Tuvo como objetivo conocer el grado de satisfacción de lectores y expectativas de no lectores acerca de una revista institucional. El objetivo de las sesiones de grupo fue conocer las causas de lectura y motivación de la expectativa de una revista institucional en no lectores. El análisis de contenido no es reportado aquí. Un cuarto método de evaluación ha consistido en reunir a un Consejo de lectores, formado por autoridades, egresados destacados y expertos en publicaciones, aunque tampoco es aquí reportado. Entre los principales hallazgos del estudio se encontró que los informantes, en su mayoría, son jóvenes hombres de altos ingresos, puestos laborales y nivel educativo (32% con maestría), que se desempeñan en el sector administrativo y de servicios; los informantes, en su mayoría, parecen estar conformes con la revista; el objetivo de la revista que parece cumplirse es vincular al Tec con los egresados (conocen investigación, el rumbo de la Misión..); el objetivo de la revista que parece no cumplirse es vincular a los egresados entre ellos; los informantes parecen demandar más información general, acorde con lo que se publica (investigación, calidad de vida, becas..), y parecen mostrar también satisfacción con la cantidad de información estrictamente institucional publicada (mensajes del rector, deportes, editoriales..). La información permitió realizar estrategias durante 2001, a fin de alcanzar los objetivos institucionales.

Palabras clave: Evaluación de proyectos de comunicación, *Integratec*, revistas, publicaciones institucionales, medios de comunicación universitarios

1. Introducción.

La discusión por la necesidad de evaluar todo proyecto de comunicación al interior de las organizaciones es lugar común y antiguo (Contreras, 1985). Los comunicólogos necesitamos mostrar en qué medida lo que hacemos cumple con los objetivos generales de la organización y justifica los presupuestos destinados a la comunicación con sus diferentes públicos. Aún con este supuesto, los esfuerzos por evaluar los resultados de comunicación son frecuentemente aislados, escasos, vagos... así como metodológica y teóricamente inmaduros; una especulación en torno a las causas de ello es el divorcio histórico entre quienes dominan las herramientas de investigación evaluativa y los tomadores de decisiones. La discusión por cómo hacer este tipo de evaluación se ha topado con una banalización epistemológica de los fines de la evaluación, y se ha llegado al extremo de insistir en la supuesta necesidad de medir todo impacto comunicativo

en términos de dinero, como mostró el encuentro regional de la Asociación Mexicana de Comunicadores Organizacionales celebrado en Monterrey a principios de 2001.

Pese a su aparente posición de privilegio derivado de su cercanía con los productores y difusores del conocimiento, los proyectos comunicativos al interior de las organizaciones educativas no han estado exentos de los problemas de escasez e inmadurez antes nombrados (Bliwaise y Hay, 2001), ni de la confusión, también antes mencionada, de los objetivos que se evalúan.

En este texto, mostraremos cómo resolvimos el problema de la evaluación de un medio impreso institucional, la revista del Sistema Tec de Monterrey. Naturalmente, dos puntos de partida son que no se pretende generalizar la metodología a todo proyecto comunicativo ni afirmar que la nuestra fue la mejor opción posible, antes bien, someterla a crítica pública entre los pares, objeto de toda divulgación de carácter académico.

Integratec es una revista que tiene como Misión fortalecer los lazos de pertenencia de los egresados del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey hacia su *alma máter*, mediante la divulgación de información institucional, así como la referente a la comunidad de egresados. Para el Tec de Monterrey, los egresados son su razón de ser y se les considera parte integral de su comunidad académica.

Integratec tiene como primer público meta a los profesionistas graduados de los distintos programas a nivel profesional y posgrado del Sistema Tec de Monterrey. Cabe mencionar que *Integratec* es la revista universitaria con mayor circulación en México, de acuerdo con la revista *Adcebra*. Se distribuye por suscripción gratuita a egresados de los 29 campus que conforman el Sistema Tec de Monterrey, localizados en todos los estados de la República y, minoritariamente, en Latinoamérica, Estados Unidos y Europa.

Estas suscripciones cubren el 80 por ciento del tiraje; del resto, un 50 por ciento es distribuido entre directivos del Instituto y el otro 50 por ciento es distribuido por personal de la Dirección de Relaciones con Egresados del Sistema Tecnológico de Monterrey en los distintos eventos de enlace con graduados. Las principales características de la revista son una periodicidad bimestral, un tiraje de 35 mil ejemplares, un formato tamaño carta y 40 páginas a color más cuatro de cubiertas.

El contenido de *Integratec* incluye artículos y reportajes de divulgación sobre los resultados de investigación y docencia en el Instituto; mensajes institucionales; cartas a la revista; cápsulas de información general, no necesariamente ligada al Instituto; información de eventos de enlace entre la comunidad Ex-A-Tec, así como entre el Instituto y ésta; entrevistas con líderes Ex-A-Tec en diferentes actividades; artículos de cultura general, producidos por los diferentes especialistas que laboran en el Tecnológico de Monterrey.

Tras 8 años de trabajo, algunos esfuerzos de evaluación se habían hecho. Alguno de ellos era la retroalimentación directa por parte de un grupo de lectores seleccionados bajo el título de consejo editorial; incluso hubo un primer esfuerzo de conocer sistemáticamente a los lectores (Villarreal, 1994). En general, siempre hubo la inquietud de saber cuál era la percepción de los lectores acerca de la revista, así como detectar formas de acercamiento con la comunidad de egresados no lectores.

En el 2000 se inició lo que pretende ser un programa de evaluación periódica del cumplimiento de la Misión de *Integratec*. Este programa pretende conocer cuál es la percepción de los lectores acerca del contenido y presentación de *Integratec*, así como detectar expectativas de los no lectores acerca de una publicación institucional. Además busca evaluar la Misión de *Integratec* que, como hemos dicho, se puede traducir en servir de puente entre el Tec y sus egresados, así como entre ellos mismos.

2. Metodología

Durante septiembre se llevó a cabo el trabajo de campo de la evaluación de *Integratec*. El paquete metodológico fue compuesto de tres métodos, a saber, encuesta, sesiones de grupos y análisis de contenido. La encuesta fue realizada por censo a la base de datos de correo electrónico de egresados (suscriptores y no suscriptores como grupo de control) y obtuvo un índice de respuesta de 14 por ciento, alcanzando un total de 2783 encuestas para análisis (N=19879, en septiembre de 2000). Asimismo, se llevó a cabo un análisis de contenido por censo de todas las ediciones de la revista, alcanzando un total de 789 unidades de análisis. Paralelamente se realizaron cuatro sesiones de grupo.

Para fines prácticos, los objetivos de la investigación operacionalizaron los objetivos institucionales. El objetivo de la encuesta fue conocer el grado de satisfacción de los lectores para con la revista. El objetivo de las sesiones de grupo fue conocer las causas de lectura en lectores y la expectativa de una revista institucional en no lectores. Por último, el objetivo del análisis de contenido fue confrontar las expectativas con la oferta de contenidos de *Integratec*. Un cuarto método de evaluación consistió en reunir a un Consejo de lectores, formado por autoridades, egresados destacados y expertos en publicaciones. En este trabajo no son mencionados los resultados del contenido ni del consejo de lectores.

Para la encuesta se realizó un instrumento de investigación consistente en un cuestionario de 40 variables cerradas, el cual tendría que ser contestado digitalmente y enviado por correo como respuesta a un primer mensaje enviado por la redacción de *Integratec*. Las respuestas se cargaron automáticamente a una hoja de Excel desde la cual se cargó SPSS, paquete estadístico en el que se procesaron los datos. El instrumento fue piloteado en sucesivas pruebas por empleados de la Dirección de Relaciones con Egresados, de la cual depende organizacionalmente *Integratec*. Dado el universo de la base de datos enviada (N=19879, +50% del total de suscriptores) se consideró que el índice de respuesta permitía hacer, aun con reserva, generalizaciones, considerando además que el índice de respuesta a encuestas por correo suele ser más bajo (López Romo, 1988). Estas generalizaciones han de tomarse con reserva debido a que no hubo aleatoriedad en los informantes, quienes tuvieron tres características *a priori*: ser lectores, tener correo electrónico y desear contestar la encuesta. Es decir, las generalizaciones no son hechas sobre la base de lectores, o mejor aún, de mercado potencial, sino sobre la base de lectores con correo electrónico participantes. Dicho esto, la muestra (n) será referida en adelante como los informantes.

En octubre de 2000 también se reunieron cuatro sesiones de grupo. La conformación de cada grupo obedeció a su situación personal frente a la revista. Se les llamó cambiadores, o personas que habían dejado de leer la revista; leales; nuevos, es decir, personas que tendrían uno o dos números de recibir la revista; y opositores, es decir, con abierta posición de rechazo y crítica a la revista. Los grupos fueron integrados por lectores y no lectores por igual. Las sesiones de grupo fueron establecidas sólo como pilotos para un estudio posterior mayor. Aunque sus resultados han de tomarse con precaución debido a la dificultad por establecer la validez de la muestra seleccionada, permitieron complementar de algún modo los datos obtenidos mediante la encuesta e interpretarlos de un modo mejor que la libre especulación. Vale anotar las carencias metodológicas, particularmente al momento de congregación de la muestra. Mientras que la encuesta fue realizada sin limitaciones geográficas, las sesiones de grupo se redujeron a Monterrey. Aunque hubo cierto rigor para delimitar las características personales de cada informante, éstos se convocaron por el método poco ortodoxo de consultar entre los conocidos de cada miembro del área de Comunicación con Egresados.

3. Resultados y discusión

Los informantes ocupan en su mayoría puestos como jefes de departamento (35%)¹ y empleados (30%). Resultaron ser jóvenes (26-30 años = 35%, 31-45=31%) hombres (70%) que trabajan mayormente en el sector de servicios/administrativo (58%). Aunque la mayoría de ellos cuenta sólo con estudios de licenciatura (61%), un alto porcentaje ha obtenido un grado de maestría (32%). Reportaron que los contenidos de Integratec eran relevantes (62%) y atractivos (60%), mientras que el diseño pareció llamarles la atención generalmente, si bien les gustaría ver cambios (61%).

La tabla 1 muestra la evaluación de las funciones específicas que la revista pretende cumplir. En general, parecen cumplirse propósitos tan puntuales a los objetivos generales de la revista como divulgar el conocimiento generado en el Tec y su avance como institución, así como hacer crecer la afinidad entre la comunidad de egresados difundiendo la trayectoria de algún líder Ex-A-Tec. Resalta el dato de cómo la revista contribuiría a fomentar el orgullo colectivo. Hay una parte importante de los propósitos de la revista que parece no estarse cumpliendo. Se trata de comunicar entre sí a los egresados. Los datos de los informantes que reportan sentir insatisfacción acerca de la información destinada a contactar a los egresados entre sí, son altos (34 por ciento), y aún la variable “neutra” (no sé) se puede interpretar como negativa, pues dada la abundancia de informantes que reportaron sentirse insatisfechos por la información de la revista a este respecto, resulta ambiguo en este caso específico si los informantes que contestaron “no sé” en realidad lo que estaban respondiendo era si no sabían cómo contactar a sus compañeros, lo que agrava el problema.

Tabla 1. Integratec y el fomento de la relación del Tec con sus egresados.

	Muy satisfactoriamente	Satisfactoriamente	No sé	Insatisfactoriamente	Muy insatisfactoriamente	Total(n)
Me hace sentir orgullo de ser Ex-A-Tec	34%	39%	16%	7%	4%	2783
Sé cómo hacer contacto con mis compañeros de generación	8%	24%	32%	22%	14%	2783
Conozco investigación del Tec de relevancia a mis intereses	13	42	25	15	5	2783
Conozco líderes de la comunidad Ex-A-Tec con los que me identifico	13	38	27	16	6	2783
Sé cuáles son las metas del Tec y cómo se están cumpliendo	23	46	19	8	4	2783

La tabla 2 ofrece la demanda de contenidos. Fueron introducidos como variables independientes no sólo los contenidos que ya se ofrecen en la revista, sino también aquellos que por distintos motivos han sido propuestos por los miembros del staff o por autoridades del Instituto. Tal es el caso de Deportes y Editoriales. La supuesta conformidad de los lectores con estos inexistentes tipos de contenido previnieron al equipo de introducirlos y han disuadido, hasta ahora, a las autoridades interesadas en promoverlos. Contrario a eso, los lectores demandan más información del mismo tipo que se ofrece actualmente, particularmente divulgación de la investigación producida por el Tec e información de becas para posgrados en el extranjero. Sólo la información abiertamente institucional (mensajes del rector) pareció recibir cierto rechazo, por parte de los lectores, a la idea de incrementar su cantidad. Aunque este estudio no permite apreciarlo, en general este tipo de datos coinciden con la línea editorial de la revista, que se ha propuesto alejarse del acartonamiento de lo oficial para escribir

¹ Por razones de espacio, se omitieron constantemente tablas o gráficas ilustrativas de los datos que se reportan. Para una mejor comprensión de cómo se midieron las variables, véase el cuestionario anexo.

periodísticamente una revista que toca temas más o menos institucionales con un lenguaje fresco, simple y directo, más propio de otro tipo de publicaciones.

Tabla 2. Demanda de contenidos.

	Con mayor frecuencia	Así está bien	Con menor frecuencia	No tengo opinión/no sé	Total (n)
Divulgación de la investigación que se produce en el Tec	59%	32%	4%	5%	2783
Deportes	20	41	25%	14%	2783
Artículos de calidad de vida (arte, familia, bienestar físico/espiritual)	47	35	12	6	2783
Noticias de eventos realizados por Ex-A-Tec	44	41	10	5	2783
Información de becas o intercambios estudiantiles en el extranjero	62	26	6	6	2783
Mensajes del rector	18	54	20	8	2783
Editoriales	27	52	15	6	2783
Calendario de cursos de extensión	46	36	11	7	2783

Un último dato proveniente de la encuesta es que, entre los informantes, Integratec resultó ser la fuente principal de información respecto a los objetivos, planes y logros del Instituto (Integratec=28%, autoridades del Tec=10%, Información promocional del Tec=23%, amigos=27% y medios de comunicación locales=12%), lo que en términos costo-beneficio haría de la revista, por mucho, el medio más efectivo para difundir información institucional en el Instituto.

Sesiones

Aunque importantes, los datos cuantitativos, por sí solos, son a menudo insuficientes e ineficaces para evaluar un proyecto de comunicación y tomar decisiones que afecten a todo el proyecto. Por tal razón, las sesiones de grupo harían comprensible por qué los lectores opinaron cómo lo hicieron y qué expectativas tendrían los no lectores acerca de una revista institucional, a fin de generar estrategias para captar lectores no cautivos. Como suele hacerse en métodos cualitativos como entrevistas y sesiones de grupo, no hubo un cuestionario específico sino apenas una guía de preguntas de investigación a seguir. Los temas iban encaminados a saber el conocimiento y opinión general acerca de la revista (diseño, contenido, anuncios, distribución, suscripción...), así como qué les interesaría ver en un tipo de revista similar o en ésta en específico. Como se mencionó en la metodología, los cuatro grupos fueron contemplados como pilotos y no como un estudio conclusivo, aun cuando se muestran aquí algunos de los resultados. Dichos hallazgos no son mostrados por separado sino en general, en el entendido de que la investigación cualitativa, por lo menos en el nivel que aquí se presenta, no pretende generalizar sino mostrar líneas que pueden ser patrones de conducta respecto al objeto de estudio, en este caso la revista.

Aunque coinciden en general con los datos de la encuesta, los resultados cualitativos son un poco más contrastantes que los cuantitativos. Sugieren, por ejemplo, que en el fondo de la posición de los informantes hacia la revista, subyace su posición hacia el Instituto, aun cuando lógicamente los hallazgos no permiten ahondar en este supuesto:

¿CONOCES INTEGRATEC, LA RECIBES?

Iván (MCO' 99/LEALES/LECTOR). Los artículos ahora son un poco... más fundamentados que anteriormente... de pronto le agregaría más cosas que simplemente estuvieran enfocadas hacia afuera... todavía ahora siento que está más enfocada a los Ex-A-Tec... que van a salir apenas o que acaban de salir...

Luis (LCC' 87/CAMBIADORES/NO LECTOR). El Tec se acordó de mí a los once años y pa pedirme dinero para campañas financieras... (RISAS) así como que... déjame voy y las busco (SE REFIERE A UNA CAMPAÑA DE LA EGADDE)

La actitud crítica también se nota frente al contenido, aunque en consonancia con los datos cuantitativos y con los propósitos generales de la revista, así como con las tendencias recientes de incrementar el contenido de conocimiento generado por el Tec:

¿ QUÉ PIENSAN DEL CONTENIDO?

Luis (LCC' 87/C/NO LECTOR). (RESPECTO A LAS NOTAS DE EVENTOS DE EGRESADOS) Yo pienso que caerían tipo en lo que sucedió en las revistas internas de las empresas... la veían, ' no salí' y ya, porque un objetivo era que la gente se viera...

Mario (IMA' 90, N, NO LECTOR)...a mí no me interesa ver a los lems del no sé cuando... (SUGIERE MÁS DIVULGACIÓN) ' el proyecto de que las celdas solares y que ahora se mantiene la casa con eso' y me emocioné al verlo ahí, verdad, y ver cómo algo que empezó más o menos en mi época ahorita ya es un proyectazo así.

ARLET (LCQ' 99/VS/NO LECTORA). Se habla mucho de cosas de negocio de computación y de administración y la EGADE y todo, pero nunca... de lo que se hace de investigación y extensión en el Tec en todas las áreas, o sea, no nada más en ciencia, sino en humanidades o en muchas otras, o sea, cuánta gente no está haciendo un doctorado, un post-doc o tiene investigación o son quién sabe qué nivel y uno no sabe.

En materia de diseño, se volvió a encontrar similitud con los datos cuantitativos, que apuntaban a que la presentación de la revista constituye una de sus fortalezas:

EN CUANTO A DISEÑO, ¿ A TÍ QUÉ TE PARECE?

Iván (MCO' 99/LEALES/LECTOR). ...Moderno... las fotos están bien, de hecho el número de, este último número (43)...las fotografías y todo y tiene muy padre diseño

Juan (IMA' 99/NUEVO/LECTOR) sí me gusta bastante...tú piensas ya que es una revista no así de Ex-A-Tec, sino hasta que se puede vender fácilmente en lo que son revisterías, por su portada, por su contenido, o sea el diseño de contenido, fotografía...

Entre otros puntos, los hallazgos de las sesiones de grupo permitieron abrir pautas de contenido y nuevas formas de comunicación, como la digital, que serán confrontadas a finales de 2001:

¿ QUÉ LES GUSTARÍ A VER EN LA REVISTA Y QUÉ NO?

MIGUEL (LAN' 97/C/NO LECTOR). ..Que nos mantuviera actualizados de lo que... lleva en punta de lanza el Tecnológico en comunicación, en tecnologías nuevas, o algo por el estilo... por qué no decirnos ' sabes qué, en el Tecnológico están investigando cómo afecta tal cosa o una bacteria a cierto cultivo' ...oye pues está interesante, dame un pequeño perfil de cómo va la investigación y yo me meto un poquito más...

SANTIAGO (CP' 98/C/No lector). ...hablan de éxito pero a lo mejor... un artículo de una persona que se animó a poner un negocio y le está yendo muy bien, una persona que tuvo que decidir entre trabajar en "x" o "y" empresa siendo todavía empleado y que se siente realizado con lo que está haciendo...

ISABEL (LAE' 90/OPOS/LECTORA). Los eventos por ejemplo si se pudiera, si no, por e-mail, los cuerdas que vienen a conferencias aquí, este, todos ellos, todos ya sean políticos o gente de negocios

4. Conclusiones:

Integratéc tiene como sentido principal ser el puente entre el Tec y sus egresados, así como de la comunidad Ex-A-Tec entre sí. Se hizo esta evaluación para saber si se está cumpliendo con ese cometido. Los objetivos fueron conocer la percepción de los lectores acerca del contenido y forma de la revista, así como identificar expectativas de los no lectores. Se muestran aquí resultados de una encuesta digital por censo, partiendo de un censo a los suscriptores con correo electrónico registrado. El periodo de recopilación de los cuestionarios fue de dos semanas, en septiembre de 2000. La muestra final fue de 2783 cuestionarios.

En su mayoría, los informantes resultaron ser jóvenes hombres de alto nivel educativo, que se desempeñan en el sector administrativo y de servicios. Este perfil corresponde al de los egresados, de acuerdo con datos internos del Tecnológico. En su mayoría también, los informantes parecen estar conformes con los contenidos y diseño de la revista. Parece cumplirse el objetivo de vincular al Tec con los egresados (conocen investigación, el rumbo de la Misión...),

pero no parece cumplirse el propósito de vincular a los egresados entre ellos. Asimismo, los informantes parecen demandar información acorde con lo que se publica (investigación, calidad de vida, becas..) y rechazar información estrictamente institucional (mensajes del rector, deportes, editoriales..).

Aun con las limitaciones del caso, los hallazgos generales de las sesiones de grupo coinciden en lo general con la encuesta e ilustran, así sea parcialmente, los porqués de las respuestas vertidas en los cuestionarios. Pese a los problemas metodológicos mencionados antes, estos datos sirvieron para plantear, durante 2001, estrategias que fomentaran la relación entre los egresados, a fin de que una segunda evaluación ilustre un mejor ajuste a los dos propósitos centrales de la revista. Por último, parece importante subrayar el valor de la información ante la publicidad. El medio más efectivo para llegar a los egresados del Tec de Monterrey es la revista, un órgano de información, lo que en términos costo beneficio hace una crítica contra los abultados presupuestos de publicidad del Tecnológico. Esto podría deberse quizá al perfil del lector, un altamente educado profesionista, aunque harán falta estudios posteriores para ello.

5. Referencias

- Bliwaise, R. J. y Hay, T. (2001). Measuring up: Alumni magazines can be the most expensive players on the advancement team—and often the most valuable. Currents, marzo. Disponible en: www.case.org/currents/2001/march/default.cfm
- Contreras, E. (1985). Evaluación de proyectos de comunicación. Quito: CIESPAL.
- Johnson Hans (1991). La gestión de la comunicación: Guía profesional. Madrid: Ediciones de las Ciencias Sociales.
- López Romo, Heriberto (1998). La metodología de encuesta. En Galindo, Jesús (ed.), Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación. México: Addison-Wesley.
- Villarreal, C. (1994). Construcción de un mapa de posicionamiento para revistas de México: Un estudio de usos y gratificaciones. Manuscrito.

6. Anexo. Cuestionario de encuesta.

ENCUESTA

Ex-A-Tec: Para brindarte una mejor revista, el equipo de **integratec** necesita tu ayuda. Envía tu opinión en esta encuesta que ha sido diseñada pensando en que te lleve el mínimo de tiempo. Antes de empezar, queremos pedirte que NO consultes ningún ejemplar de integratec.

Instrucciones

1. ¿Cuántos números de Integratec has leído?

Menos de dos Dos Más de dos

2. Los artículos que has leído te parecen

Muy relevantes

- Relevantes
- Me da igual

Irrelevantes

- Muy irrelevantes
- No sé

3. El contenido de Integratec te parece

- Muy atractivo
- Atractivo
- Me da igual
-

- Poco atractivo
- Muy poco atractivo
- No sé
-

4. En general, el diseño de Integratec

- Me llama la atención, así está bien
- Me llama la atención, pero me gustaría ver cambios
- No me llama la atención
-

5. Marca, por favor, cómo Integratec te ayuda a relacionarte con el Tec, donde:

1= Muy insatisfactoriamente 2= Insatisfactoriamente 3= No sé 4= Satisfactoriamente 5= Muy satisfactoriamente

Me hace sentir orgulloso de ser Ex-A-Tec

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Puedo saber cómo hacer contacto con mis compañeros de generación

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Conozco investigación del Tec, de relevancia para mis intereses

Conozco líderes de la comunidad Ex-A-Tec con los que me identifico

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Sé cuales con las metas del Tec y cómo se están cumpliendo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Con qué frecuencia te gustaría ver en Integratec...

Claves: 1= Con mayor frecuencia 2= Así está bien

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3= Con menor frecuencia

4= No tengo opinión/ No sé

Divulgación de la investigación que produce el Tec

1	2	3	4
---	---	---	---

Deportes

1	2	3	4
---	---	---	---

Artículos de calidad de vida (arte, familia, bienestar físico/espiritual)

1	2	3	4
---	---	---	---

Noticias de eventos realizados por Ex-A-Tec

1	2	3	4
---	---	---	---

Información de becas o intercambios estudiantiles en el extranjero

1	2	3	4
---	---	---	---

Mensajes del rector

1	2	3	4
---	---	---	---

Editoriales

1	2	3	4
---	---	---	---

Calendario de cursos de extensión

1	2	3	4
---	---	---	---

Otros: _____

7. El tipo de anuncios que te interesan son de:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Viajes | <input type="checkbox"/> Tiendas departamentales |
| <input type="checkbox"/> Hoteles | <input type="checkbox"/> Lugares de entretenimiento |
| <input type="checkbox"/> Líneas aéreas | <input type="checkbox"/> Computación |
| <input type="checkbox"/> Restaurantes | <input type="checkbox"/> Electrónica |
| <input type="checkbox"/> Gimnasios | <input type="checkbox"/> Autos |
| <input type="checkbox"/> Hospitales | <input type="checkbox"/> Moda |
| <input type="checkbox"/> Bienes raíces | <input type="checkbox"/> Deportes |

Otros: _____

8. Tus tres fuentes de información respecto a los objetivos, planes y logros del Tec son:

logros del Tec son:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Amigos | <input type="checkbox"/> Medios de comunicación de tu localidad |
| <input type="checkbox"/> Integratec | <input type="checkbox"/> Autoridades del Tec |

Algún tipo de publicidad del Tec, ¿cuál? _____

Ahora, te agradeceremos que nos proporciones algunos datos de tu persona, para conocerte mejor.

9. Posición laboral

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Empleado | <input type="checkbox"/> Coordinador/jefe de departamento |
| <input type="checkbox"/> Directivo | <input type="checkbox"/> Presidente/Dueño |
| <input type="checkbox"/> Independiente | |

10. Tipo de actividad (En el rubro en el que te desempeñes)

- | | |
|---|-------------------|
| <input type="checkbox"/> Negocios | Especifica: _____ |
| <input type="checkbox"/> Agropecuarias | Especifica: _____ |
| <input type="checkbox"/> Manufactura/industrial | Especifica: _____ |
| <input type="checkbox"/> Educativa/cultural | Especifica: _____ |
| <input type="checkbox"/> Otra | Especifica: _____ |

11. Último grado de estudios

- Profesional
 Especialidad
 Maestría
 Doctorado

12. Ingresos

- | | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Menos de 5 mil | <input type="checkbox"/> 5 a 10 mil | <input type="checkbox"/> 10 a 15 mil |
| <input type="checkbox"/> 15 a 20 mil | <input type="checkbox"/> 20 a 35 mil | <input type="checkbox"/> 35 a 50 mil |
| <input type="checkbox"/> Más de 50 mil | | |

Sexo: M F

Edad: 22-25 26-30 31-45 Más de 45

Es todo, ¡gracias por ayudarnos a servirte!

Segmentación del mercado turístico en una región del sur mexicano y el perfil del ecoturista

Melly Carvajal Marrón y Gerardo Lozano Fernández • Campus Monterrey

Política urbana regional en México: Algunas reflexiones sobre la agenda pendiente

Ismael Aguilar Barajas • Campus Monterrey

Evaluación relativa del desempeño de los gobiernos estatales mexicanos

Jorge Ibarra Salazar, Lida Sotres Cervantes y Alfredo Sandoval Musi • Campus Monterrey y Subsecretaría de Egresos del Gobierno del Estado de Tamaulipas

Visión de comunidad Cajeme 2020

María Zepeda Peralta • Campus Guadalajara

Experiencias en el desarrollo de clusters virtuales industriales y su impacto en la MiPyME mexicana

Nathalie Galeano, Ricardo Mejía, Joaquín Aca y Arturo Molina • Campus Monterrey

SEGMENTACIÓN DEL MERCADO TURÍSTICO EN UNA REGIÓN DEL SUR MEXICANO Y EL PERFIL DEL ECOTURISTA

Melly Carbajal Marrón – mcarbaja@itesm.mx
Gerardo Lozano Fernández – glozano@egade.sistema.itesm.mx

RESUMEN

El presente trabajo investiga la posibilidad de segmentar al mercado turístico por medio de beneficios buscados por el turista, usando el análisis de conglomerados. Se define un perfil para cada uno de los siete grupos (conglomerados) encontrados. La presente investigación se enfoca, principalmente, a los turistas atraídos por actividades de ecoturismo. Los ecoturistas identificados son más jóvenes que el turista promedio, su nivel de gasto en viajes vacacionales es mayor, tienen un mayor nivel educativo, por lo general son solteros, han realizado varios viajes de ecoturismo en los últimos tres años y esperan poder hacer una mayor cantidad de viajes de este tipo en el futuro.

Introducción

La industria turística es una de las más relevantes en la economía mundial. En los últimos años su crecimiento ha sido significativo y se calcula que su aportación al PIB mundial es mayor que el de la industria automotriz (WTO, 2000). El turismo como industria mantiene a la fecha una tasa de crecimiento anual de alrededor del 4% (Ecotourism Statistical Fact Sheet, 1998). Sin embargo, un área específica del turismo ha experimentado, desde hace algunos años, un crecimiento aún mayor: el ecoturismo. Para esta actividad se observa un crecimiento entre 10% y 30% anualmente (Reingold, 1993).

El ecoturismo es un término que aún no se define claramente. The Ecotourism Society proporciona la siguiente definición:

“Viaje responsable hacia áreas naturales que conserva el ambiente y sostiene el bienestar de la población local (General Tourism Statistics, 1999)”.

Para efectos del presente trabajo de investigación se utiliza la definición del Ing. Héctor Ceballos-Lascuráin (1998): “El ecoturismo es aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en viajar o visitar áreas naturales relativamente sin perturbar con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural y propicia un involucramiento activo y socioeconómicamente benéfico de las poblaciones locales”.

En las múltiples definiciones adicionales que se pueden encontrar del término, dos elementos aparecen constantemente: la responsabilidad de preservar los recursos naturales y el fomento al desarrollo sustentable de las comunidades en que éstos se encuentran. Independientemente de cómo se defina esta actividad, es un hecho que se realizan algunos esfuerzos de planeación y de implementación del turismo ecológicamente sustentable a niveles tanto regional como nacional. La metodología utilizada en la investigación de mercados para la actividad turística ha sido objeto de varios análisis, y se dice que estos esfuerzos se caracterizan por carecer de control y de especificaciones metodológicas (Shaw & Yaman, 1998).

Por otro lado, la problemática que implica el carecer de una definición específica de ecoturismo contribuye al poco conocimiento que se tiene de los ecoturistas. La percepción que cada individuo puede tener del término ocasiona que nadie pueda llamarse verdaderamente un ecoturista hasta que se encuentre en el ambiente y comportándose acorde a los principios de preservación de los recursos naturales y fomento al desarrollo sustentable de las comunidades locales. (Wight, 1996a). Entender el mercado del turismo sustentable implica entender a los turistas, sus ambientes y las interrelaciones entre éstos y sus anfitriones (Eagles, 1994).

El objetivo de esta investigación se concentra en definir un perfil de los segmentos del mercado turístico que permita el desarrollo de planes estratégicos de mercadotecnia, encaminados a lograr la diversificación de la oferta turística en distintas regiones de la República Mexicana. Teniendo como referencia el trabajo de investigación de Pamela Wight (1996a, 1996b), se realizó una segmentación del mercado turístico basada en los beneficios buscados por los viajeros durante experiencias turísticas. Se identificaron aquellos segmentos que son atraídos por actividades de ecoturismo, así como los que podrían realizar actividades de ecoturismo como segunda alternativa en sus viajes vacacionales. Se describió a cada segmento en base a aspectos demográficos y económicos, así como a sus motivaciones, preferencias, beneficios buscados, frecuencia de viajes, etc. Por último, se realizó un análisis que permitió identificar a aquellos turistas con mayores posibilidades de ser atraídos por los recursos turísticos existentes en diferentes regiones de México.

Los ecoturistas identificados en este estudio son jóvenes, de menor edad que el turista promedio; su gasto promedio en viajes vacacionales es más alto; tienen un nivel educativo mayor; la mayoría son solteros; han realizado varios viajes relacionados con ecoturismo durante los pasados tres años y esperan poder realizar este tipo de viajes con mayor frecuencia en el futuro.

Antecedentes

México se ha posicionado como uno de los principales destinos turísticos del mundo. Según la Organización Mundial de Turismo, en 1999 este país se ubicó en el séptimo lugar como destino turístico, recibiendo 20.2 millones de visitantes (el 3% de participación del mercado mundial) (WTO, 2000). Esta es una de las razones por las que México ha buscado, en los últimos años, un mayor desarrollo del sector turismo que representa uno de los más importantes en la actividad económica del país.

En varios estados de la República Mexicana se han iniciado proyectos para el desarrollo del turismo sustentable (Ceballos-Lascuráin, 1994), considerando las ventajas naturales que poseen. Algunos ejemplos se dan en Guerrero, Quintana Roo, Chiapas, Tabasco, Nayarit, Oaxaca, entre otros. Estos esfuerzos están aún en su etapa de inicio y, actualmente, nuestro país no es considerado como un destino ecoturístico por la comunidad internacional. México se considera, más bien, como un destino de turismo arqueológico o de sol y playa (León, 1999).

El principal interés para realizar este trabajo se deriva de la difícil situación económica, social y política que vive el Estado de Guerrero (Camposortega & Jiménez, 1998). Es necesario que se beneficien más municipios de los que actualmente están favorecidos. Los pocos recursos que tienen los municipios más pobres del Estado son, principalmente, naturales, y nadie mejor que las comunidades que viven ahí para darlos a conocer al mundo. Esto es parte de lo que la nueva administración del Estado está intentando rescatar por medio de la diversificación de la oferta turística. La promoción de las pequeñas comunidades ricas en recursos naturales puede ayudar a atraer tanto a turistas que ya visitan el Estado, como a otros turistas que no lo han hecho porque buscan alternativas de recreación diferentes a las que actualmente se conocen en la entidad.

Los resultados del proyecto permitirán encaminar de manera más eficiente los recursos destinados a la promoción turística de Guerrero, así como identificar segmentos de mercado que aún no están atendidos y que bien podrían encontrar atractivos los recursos naturales con que se cuenta en este estado.

Revisión de literatura

Hasta ahora, el perfil del ecoturista se ha descrito en base a una serie de características generales que no permiten una verdadera identificación de segmentos. Para poder evaluar cuál es la mejor forma de atraer a este tipo de turista a las tantas regiones ricas en recursos naturales de México, se deben identificar sus características específicas.

Las preferencias de los turistas en cuanto a viajes y actividades, sus niveles de satisfacción actuales y pasados en experiencias turísticas, la mejor manera de comunicar el significado del turismo ecológicamente sustentable, la forma de proveer ingresos a las comunidades que cuentan con los recursos naturales potencialmente atractivos, así como de identificar mejor estos recursos para atraer turistas no han podido ser realmente entendidos. Todo esto hace necesario un análisis más profundo de los deseos, expectativas y necesidades de los ecoturistas, así como de sus actividades y preferencias en el espectro turístico (Two Way Track, 1996).

Según The Ecotourism Society, no existe actualmente una iniciativa global para la obtención de datos sobre ecoturismo. Éste debiera considerarse un segmento especializado del más amplio mercado del turismo orientado a la naturaleza (General Tourism Statistics, 1998). De hecho, algunos autores afirman que dentro del ecoturismo es necesario identificar nichos específicos por actividades que practican, productos y servicios que demandan, experiencias obtenidas con anterioridad, etc. (Eagles, 1994).

Es de reconocer que algunos esfuerzos para tratar de conocer mejor a este mercado han arrojado información valiosa sobre el perfil de las personas atraídas por actividades del ecoturismo. Sin embargo, las características observadas pueden variar de manera importante dependiendo del estudio realizado, dando resultados muy distintos relacionados con la edad, el género, el nivel de ingresos y de educación, el estilo de vida, e incluso el país de origen (Wight, 1996a). Por lo tanto, aún con los intentos que se han hecho por profundizar en el estudio de este mercado en crecimiento, no se ha logrado una verdadera comprensión de él que permita la planeación, el diseño y la implementación de estrategias de mercadotecnia.

La unión del conocimiento a profundidad de las preferencias de los viajeros y la identificación de los recursos disponibles, así como los que se necesitan en distintas regiones del país debe dar claridad en cuanto a las líneas de acción óptimas para posicionar a México como destino de turismo ecológico en la mente de turistas, tanto nacionales como internacionales. Se deberá relacionar la demanda de actividades con los recursos disponibles o potenciales, de manera que se pueda lograr un adecuado plan de mercadotecnia. En el presente proyecto de investigación se llega solamente a la descripción de los segmentos identificados y a la demanda de actividades de ecoturismo que cada uno exige.

Perspectiva teórica

Seaton & Bennett (1996) mencionan dos grandes categorías para segmentar a los mercados turísticos: segmentación basada en descriptores de viaje y segmentación basada en descriptores del turista. Para efectos de esta investigación se

realizó una segmentación basada en descriptores del turista, aún cuando el tipo de viaje también fue tomado en cuenta en el perfil de cada segmento (el tipo de viaje se divide, principalmente en: vacacional, visita de amigos o familiares, negocios y otros).

En cuanto a los descriptores del turista, se pueden realizar varios tipos de segmentación dependiendo del tipo de información que se está buscando. Se pueden realizar las siguientes preguntas:

¿Quién? Se debe realizar una segmentación en base a datos socio-demográficos para poder contestarla.

¿Quiere qué? Segmentación por beneficios.

¿Cuándo? Segmentación por estación, tiempo y ocasión.

¿Dónde? Beneficios por geografía (destino, país/región de origen).

¿Cuánto? Beneficios por volumen de uso (viajeros frecuentes contra regulares) (Bennett & Seaton, 1996).

En cuanto al ecoturista, estudios anteriores nos hablan de una mejor identificación de éste en base a los beneficios buscados y a las actividades preferidas. Se utilizan ambos descriptores debido a que las motivaciones de los ecoturistas se entrelazan con aquellas de otros tipos de turistas. Por lo tanto es importante no solamente diferenciar los productos (actividades) para responder a segmentos de mercado, sino que también hay que hacerlo a través de un enfoque de beneficios buscados (Wight, 1996b).

La segmentación por beneficios puede y debe ser enriquecida por otro tipo de datos, particularmente socio-demográficos (Bennett & Seaton, 1996). Datos como el nivel de estudios, gastos realizados en viajes, días de permanencia en la entidad, edad, personas con las que viajan, etc. ayudarán a validar los resultados realizados en estudios anteriores al describir el perfil de cada segmento del mercado turístico.

Es importante mencionar que el proceso de segmentación de mercados es dinámico y, por lo tanto, es de gran importancia el realizar un seguimiento regular, preferiblemente continuo de los estudios para monitorear cualquier cambio en el mercado. La “demasificación” de los mercados es una tendencia que se menciona con gran frecuencia, y esto nos llevará a un mayor número de nichos de mercado que remplazarán a los mercados de “masa” que se intentaba atacar en tiempos anteriores. Si esta predicción es correcta (y se ha estado observando en varias y muy distintas industrias), la segmentación se convertirá en un requerimiento aún más esencial de mercadotecnia efectiva en el turismo (Bennet & Seaton, 1996).

El ecoturismo es una actividad que genera opiniones encontradas en cuanto a sus beneficios. Esta actividad ha sido considerada como una oportunidad para incrementar el tamaño del mercado turístico en algunos estados de la República Mexicana, que cuentan con variados y abundantes recursos naturales. Se ha observado que las prácticas ecoturísticas generan un alto porcentaje de los recursos económicos de muchas comunidades mexicanas, así como un número considerable de empleos. Sin embargo, visto como una actividad de desarrollo sustentable, el ecoturismo debe implicar el aprovechamiento racional y óptimo de los recursos naturales, de manera que no se incremente el daño ocasionado al medio ambiente (Ceballos-Lascuráin, 1998).

Conceptualización

Con base en las fuentes teóricas analizadas se derivaron algunas hipótesis relacionadas con el perfil del ecoturista:

Los principales beneficios buscados por el ecoturista tienen que ver con: la relación con la naturaleza, la relación con actividades al aire libre, la relación con actividades culturales y la oportunidad de disfrutar paisajes (Wight, 1996b).

Edad: diferentes estudios han arrojado información encontrada sobre la edad de los ecoturistas. Se ha dicho que éstos son de mayor edad que el promedio (Boo, 1990; Backman & Potts, 1993; Cascagnette & Eagles, 1995), más jóvenes que el turista promedio (Yuan & Moisey, 1992; Chudintra, 1993), y algunos otros dan intervalos de edad que van desde los 20 hasta los 50 años (Fennell & Smale, 1992; Tourism Research Group, 1988). El estudio de investigación en el cual está basado el presente trabajo observó que los ecoturistas experimentados fueron, generalmente, de mayor edad que el consumidor promedio (56% de ecoturistas experimentados tenían entre 35 y 54 años, mientras que el 49% de los turistas promedio tenían entre 25 y 44 años) (Wight, 1996a).

Género: tanto hombre como mujeres tienen un alto interés en las distintas variedades de experiencias ecoturísticas, sin embargo, se esperan pequeñas diferencias en género para actividades específicas, tanto en el grado de interés como en la variación de éste a través del tiempo (Wight, 1996a).

Educación: consistentemente se ha establecido que las personas atraídas por actividades de ecoturismo tienen un nivel educativo mayor al promedio (Tourism Research Group, 1988; Fennell & Smale, 1992; Cook, et al., 1992; Backman & Potts, 1993). El estudio de Wight (1996a) también encontró esta relación, sin embargo, es mucho mayor la diferencia en los niveles educativos de los ecoturistas y de vacacionistas convencionales en su estudio.

Composición de la familia: la literatura indica que las personas con las que viajan los ecoturistas varían dependiendo del tipo de actividad, pero que las familias no son una gran parte del mercado de turismo de aventura. Se espera que la mayoría de los ecoturistas viajen en parejas y algunos otros viajen solos. Muy pocas familias podrían considerarse en este segmento, pero puede incrementar su interés en los próximos años (Wight, 1996a).

Origen: el país de origen varía según la actividad específica, así como por la oportunidad local de realizar actividades de ecoturismo, distancia, costo y esfuerzos de mercadotecnia (Wight, 1996a). Un sondeo realizado en el XXV Tianguis Turístico en Acapulco Guerrero (9 al 12 de abril de 2000), en el que se entrevistaron a las empresas expositoras, principalmente cadenas de hoteles, agencias de viajes, operadoras de tours, empresas de transportación, empresas de Gobierno y algunas otras relacionadas con el turismo, permitió identificar que la mayoría de los ecoturistas son norteamericanos, europeos (específicamente alemanes, holandeses e ingleses) y canadienses.

Metodología

Es importante mencionar que este estudio es del tipo exploratorio, pues no existen análisis previos similares realizados en la región. El análisis de conglomerados (clusters), el cual es utilizado para realizar la segmentación, no es una técnica de inferencia estadística, por lo que los parámetros de la muestra no pueden considerarse estadísticamente representativos de la población (Hair, et al., 1998). Es de gran importancia que para este tipo de análisis el método de muestreo se maneje cuidadosamente. Los resultados serán tan representativos de la población bajo estudio como la muestra lo sea, y en este caso, la muestra es representativa de los turistas que arribaron durante las vacaciones de Semana Santa y la semana de Pascua del 2000 al Estado de Guerrero.

Se aplicaron cuestionarios a turistas que llegaron al estado de Guerrero entre el 17 y el 30 de abril de 2000 en centros de salida de los municipios mencionados, debido a que se realizaron preguntas sobre su estancia en el Estado de Guerrero. Además de la aplicación en los mencionados centros (aeropuertos en el caso de Acapulco e Ixtapa-Zihuatanejo y terminal de autobuses en los cuatro municipios), se buscaron centros turísticos tradicionales que permitieran tomar en cuenta al turismo que viaja por carretera, en su propio automóvil. La población bajo estudio son los turistas nacionales y extranjeros que son susceptibles de ser atraídos por el Estado de Guerrero y por las actividades de turismo ecológico.

El tamaño de muestra se calculó en base a la fórmula proporcionada por McDaniel y Gates (1999) cuando no se conocen los parámetros de la población, como la media o la varianza. Debido a la falta de información exacta sobre el número de turistas que arribarían al Estado de Guerrero durante la aplicación de los cuestionarios se hizo un estimado a partir del número total de turistas que recibió el Estado de Guerrero durante el año de 1999 (Gobierno del Estado de Guerrero, 1999). Suponemos que durante el periodo de Semana Santa y Semana de pascua del año 2000 se recibieron, aproximadamente, 530,416 turistas. Se estimó un error permitido del 5% y un nivel de significancia del 5% ($Z = 1.96$). Se asumió un valor pesimista de proporción donde $p = q = 0.5$. Con estos números se derivó un tamaño sugerido de muestra de 383. Se distribuyeron 500 encuestas para ser aplicadas en los municipios mencionados anteriormente, de las cuales, 352 fueron debidamente contestadas y utilizadas para la realización de todos los análisis estadísticos que se mencionan en los siguientes apartados. Una vez definidos los municipios cuyos visitantes se entrevistarían, así como los lugares específicos dentro de éstos, se seleccionó aleatoriamente a las personas que ahí se encontraban para solicitarles que contestaran la encuesta.

Se realizó un análisis de conglomerados (clusters) para lograr la segmentación del mercado turístico. Para la validación de los resultados del análisis de conglomerados se llevó a cabo un análisis discriminante. Posteriormente, se verificaron los supuestos de normalidad en las variables y la validez de los datos. Se realizaron pruebas ANOVA y de Ji-Cuadrada para determinar diferencias significativas entre los distintos grupos identificados en el análisis de conglomerados.

Se pidió a los entrevistados que numeraran del 1 al 5 los beneficios que buscaban con mayor frecuencia al realizar viajes vacacionales. Los beneficios que no se marcaron como preferidos se tabularon con el número 10 y en base a estos datos se realizó el análisis de conglomerados. En total, fueron 17 los beneficios enlistados.

Se realizó una prueba piloto antes de llevar a cabo las encuestas con los turistas en el Estado de Guerrero, entre grupos de estudiantes de las maestrías de una universidad privada del Estado de Nuevo León, la cual contribuyó a probar el diseño y formato de la encuesta. Con los resultados de la prueba se hicieron algunos ajustes de redacción y se disminuyó el número de preguntas incluidas en el cuestionario.

Alcances y limitaciones

Este proyecto de investigación se realizó entrevistando a turistas dentro del Estado de Guerrero, mientras se encontraban en períodos vacacionales. Se seleccionaron las cuatro localidades dentro del Estado con mayor actividad turística para realizar las encuestas: Acapulco de Juárez, Chilpancingo de los Bravo, Taxco de Alarcón e Ixtapa-Zihuatanejo. Se abordó a las personas en lugares de salida del Estado, como aeropuertos y estaciones de autobuses, además de utilizar algunos lugares estratégicos como balnearios, lugares para acampar, plazas públicas, playas, etc.

Como una primera limitación es importante mencionar que, debido a que la investigación se ha enfocado en los turistas que visitan el Estado de Guerrero, los perfiles de los diferentes segmentos de mercado identificados deberán analizarse con cuidado y no intentar generalizarlos para el resto de los destinos turísticos del país. Sin embargo, otras regiones podrán encontrar en los resultados una guía para identificar sus propios segmentos de mercado y utilizarlos para reconocer aquellos segmentos que podrían ser atraídos por sus atractivos turísticos, pero que por alguna razón aún no viajan ahí.

Relativo al análisis de conglomerados (clusters), este método se considera un arte tanto por los académicos como por los estadísticos. Depende en gran manera del método utilizado y de la apreciación subjetiva del investigador. No hay una definición específica aceptada generalmente para el procedimiento, ni siquiera en el ámbito estadístico. El análisis de clusters es muy sensible a niveles de medición, a escalas de los datos y al algoritmo utilizado (métodos computacionales). Las variaciones en estos factores pueden arrojar resultados considerablemente distintos para la misma base de datos (Myers, 1996).

Análisis estadísticos

Se realizaron pruebas estadísticas para la validez de las variables utilizadas en la descripción del perfil de cada uno de los segmentos. Estas pruebas se hicieron por medio de los valores t para las variables métricas y Ji-cuadrada para las variables no-métricas. Se pudo comprobar que los datos levantados por medio de los cuestionarios eran válidos y era factible continuar considerando estas variables en los análisis estadísticos subsecuentes.

Por medio de un análisis de conglomerados (clusters) no jerárquico se obtuvo un número eficiente de 7 grupos (clusters), que proporcionan un porcentaje de la varianza explicada del 71.97%. Este porcentaje es mayor al que se obtendría con 6 u 8 grupos. Se utilizó SPSS para realizar la clasificación final de 7 clusters bajo un método de K-means (utilizando el modelo de Ward), que derivó en los siguientes grupos con sus respectivos beneficios buscados:

- Aventureros (Aventura; lugar remoto, vida salvaje).
- Amantes del descanso (Buena comida; relajación; hospedaje y establecimientos representativos de la experiencia).
- Descanso en familia (Relajación; convivencia con la familia).
- Amantes de la diversión (Vida de noche; buena comida; aventura).
- Variados (Actividades al aire libre; variedad de actividades disponibles, parques temáticos; artesanías).
- Amantes de la cultura (Nuevas amistades; actividades culturales; interacción y conocimiento de la historia y cultura locales; conservación del medio ambiente; artesanías; parques temáticos).
- Actividades con la familia (Convivencia con la familia; actividades al aire libre; actividades culturales; conservación del medio ambiente).

El segmento más numeroso es el de "Descanso en familia", que cuenta con el 30.4% de la muestra. Los grupos restantes tienen participaciones muy similares, alrededor del 9 y el 13%. El segmento más pequeño es el de los "Amantes de la cultura", que cuenta por el 9.1% de la muestra.

Al estudiar la tabla ANOVA de los beneficios buscados (con un nivel de significancia del 5%), observamos que todos los beneficios son estadísticamente significativos para lograr una diferencia entre grupos, con excepción de "compras". Sin embargo, a un nivel del 10% este beneficio también se considera válido.

Como confirmación del análisis de conglomerados se realizó un análisis discriminante. Por medio de las pruebas Wilk's Lambda de Ji-cuadrada se confirmó la validez estadística de las funciones discriminantes, a un nivel de significancia del 5%. El 96.6% de las observaciones fueron correctamente clasificadas.

Para definir el perfil de cada uno de los clusters obtenidos se realizaron pruebas de Ji-Cuadrada para cada una de las variables cualitativas que describen a los entrevistados. En específico, las variables que se estudiaron fueron: "Sexo del entrevistado", "Estado civil", "Edad" y "Nivel educativo". De estas variables, el estado civil, la edad y el nivel educativo fueron estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%, por lo que la proporción entre clusters de estas variables sí cambia según el grupo del que se hable y es posible obtener un perfil representativo para cada segmento. La variable sexo del entrevistado no fue estadísticamente significativa para distinguir entre los diferentes grupos, por lo que no se considera dentro de la definición del perfil.

El análisis mencionado en los párrafos anteriores se realizó también para variables cuantitativas incluidas en el cuestionario aplicado a los turistas: "Viajes vacacionales que pretende hacer en los próximos 3 años", "Número de personas que viajan en el momento de la entrevista", "Duración del viaje (días)", "Gasto diario promedio durante el viaje", "Viajes de ecoturismo que ha realizado en los últimos 3 años". Por medio de la prueba Duncan se identificaron diferencias específicas entre cada uno de los grupos para las variables: "Viajes vacacionales que pretende hacer en los próximos 3 años", "Gasto diario promedio durante el viaje" y "Viajes de ecoturismo que ha realizado en los últimos 3 años". Estos resultados se verificaron con un nivel de significancia de 5%. Las restantes dos variables no se consideran como descriptivas de los conglomerados, por lo que no se incluyen en el perfil.

A los análisis anteriores se les incorporó información adicional sobre la manera en la que los turistas decidieron su destino de viaje, las personas con las que viajaban y su preferencia por alojamiento en actividades de ecoturismo. Estas variables se incorporaron como descriptivos y no se incluyeron en los análisis estadísticos descritos con anterioridad. Con base en esta información, se resumen los perfiles de cada segmento en el cuadro del anexo 1.

Resultados

Los resultados proveen información valiosa para decir que varios grupos de turistas pueden ser atraídos por actividades relacionadas con la naturaleza. Algunos de ellos buscan específicamente beneficios relacionados con ecoturismo y a éstos podríamos clasificarlos como ecoturistas (los "Aventureros" y los "Amantes de la cultura" son ejemplos). Sin embargo, se encontraron grupos que, aunque no mencionan como principales beneficios buscados a las actividades de ecoturismo o de contacto con la naturaleza, mencionan alguna preferencia por éstas que pueden ofrecerse como actividades complementarias en un viaje vacacional.

AVENTUREROS. Representan el 13.1% de la muestra. Prefieren como beneficios la aventura y los lugares remotos, vida salvaje. Este segmento está formado, en su mayoría, de jóvenes menores de 25 años. Casi el 61% son solteros, algunos casados con hijos que viven en casa y algunos casados sin hijos. Su educación es alta, pues el 54.3% tiene educación profesional o superior. Este segmento presenta el mayor número de viajes vacacionales que pretende hacer en los próximos 3 años (5.18 viajes, en promedio), por lo que resulta un mercado atractivo por su frecuencia de viaje. Su gasto promedio diario resulta de los más altos observados (\$987.36), factor que también contribuye a que este segmento se considere atractivo. El promedio de viajes de ecoturismo realizados en los últimos tres años es el segundo más alto, lo cual se podía esperar por ser la aventura y las actividades en un lugar remoto importantes beneficios buscados. Sus actividades preferidas son los recorridos para apreciación de paisaje para el 60% de los que forman este segmento, seguidos del buceo, excursionismo y el contacto con culturas indígenas. A algunos les gusta la observación de aves y vida silvestre, los safaris fotográficos y la espeleología o exploración de grutas. Viajan principalmente por vacaciones y son los que menos viajan para visitar a familiares. Algunos lo hacen también por estudios. Viajan principalmente en verano y primavera. Un alto porcentaje viaja por idea propia y algunos utilizan la asesoría de una agencia de viajes. Ven folletos y documentales para decidir su destino de viaje. Han viajado a Estados como Veracruz, Jalisco, Oaxaca, Chiapas, Guanajuato, Michoacán y Morelos. Como alojamiento en un viaje de ecoturismo prefieren los hoteles, pero más del 20% usaría cabañas, algunos otros usarían albergues para backpackers o tiendas de campaña. Viajan principalmente con familiares (más del 50%), cerca del 30% viaja con amigos o colegas y el 10% viaja solo.

AMANTES DEL DESCANSO. Forman el 12.2% de la muestra. Ellos prefieren la buena comida, la relajación y quedarse en hospedaje y establecimientos representativos de la experiencia. La mayoría son solteros o casados con hijos que viven en casa. Un 47.6% tiene entre 30 y 45 años. La mayoría tiene educación profesional, y un 28% tiene educación técnica o comercial. En promedio, estos turistas esperan hacer 3.75 viajes durante los próximos 3 años. Su gasto promedio diario es alto (\$937.32) e hicieron .74 viajes relacionados con ecoturismo durante los últimos 3 años. Prefieren actividades relacionadas con la apreciación arqueológica, la observación de aves y vida silvestre, así como recorridos para apreciación del paisaje. Algunos de ellos gustan del excursionismo, los safaris fotográficos y la espeleología, los paseos a caballo y las caminatas. Viajan principalmente por vacaciones y por visitar familiares, pero un porcentaje importante también viaja por negocios. Viajan prácticamente en todas las estaciones del año, siendo mayor la frecuencia en verano, invierno y primavera. Más del 25% viaja también en otoño. Usan muchos folletos y documentales para decidir su destino de viaje, aunque los medios más utilizados siguen siendo la recomendación de familiares y amigos o la idea propia. Han visitado otros Estados de la República Mexicana como Guanajuato, Morelos, Quintana Roo, México, D.F., Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca y Veracruz, entre otros. Su alojamiento preferido en viajes de ecoturismo son los hoteles y algunos pocos las cabañas. Sus acompañantes de viaje son, principalmente, familiares y amigos o colegas, mientras que un 10% viaja solo.

DESCANSO EN FAMILIA. Es el segmento más grande encontrado (30.4%). Estos turistas prefieren la relajación y la convivencia con la familia. Son casados con hijos que viven en casa. Muy pocos jóvenes, la mayoría tienen entre 30 y 45 años y un 14.6% es mayor de 50. Tienen educación baja, pues un 46% estudió hasta la preparatoria o menos. Reportaron el segundo menor número de viajes vacacionales durante los próximos 3 años (2.97). El gasto promedio diario es de \$851.52. Han hecho pocos viajes de ecoturismo en los últimos 3 años (.34 viajes). Sus actividades preferidas de ecoturismo son la observación de aves y vida silvestre, los recorridos para apreciación de paisaje y la apreciación arqueológica. Algunos gustan del excursionismo y del contacto con culturas indígenas. También mencionaron los safaris fotográficos, espeleología, visitas a áreas agrícolas o ganaderas, las caminatas, el buceo y los paseos a caballo. Viajan principalmente por vacaciones y para visitar a familiares. La mayoría viaja en verano y poco más del 35% en invierno. Para decidir el destino de viaje utilizan, básicamente, la idea propia o la recomendación de amigos o familiares. Otros Estados de la República Mexicana que han visitado son: Morelos, Puebla, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Guanajuato, Querétaro, México, D.F. y Veracruz. Como alojamiento en un viaje de ecoturismo prefieren los hoteles y las cabañas, aunque algunos mencionaron la casa de amigos o familiares y casa o departamento rentado. Viajan, en su mayoría, con familiares o con amigos o colegas.

AMANTES DE LA DIVERSIÓN. Representan el 10.5% de la muestra. Son atraídos por la vida de noche, la buena comida y la aventura. Este es un buen ejemplo de un segmento que acude a un lugar para divertirse, pero al que se le

pueden ofrecer actividades de ecoturismo que les pudieran interesar y lograr así una estadía más larga. El 78% son solteros y es el segmento más joven encontrado (81% menores de 30). Cuentan con educación técnica y profesional. Pretenden hacer 3.97 viajes vacacionales en los próximos 3 años. Es el segmento que más gasta (\$992.06 diario promedio) y han realizado .46 viajes relacionados con ecoturismo durante los últimos 3 años. Las actividades de ecoturismo más atractivas para este segmento son los recorridos para apreciación del paisaje y los safaris fotográficos. También se mencionaron la observación de aves y vida silvestre, el buceo, espeleología, excursionismo y navegación recreativa. Algunos se inclinaron por el ascenso de montaña, los paseos a caballo, las caminatas y la apreciación arqueológica. Viajan principalmente por vacaciones y algunos para visitar a familiares. El periodo del año en que más viajan es en verano, aunque algunos también viajan en invierno. Deciden su destino más por recomendación que por iniciativa propia y más del 10% de ellos utiliza documentales. Han visitado otros Estado de la República como Veracruz, Michoacán, Oaxaca, México, D.F., Querétaro y Zacatecas. Como alojamiento en viajes de ecoturismo definitivamente prefieren los hoteles, aunque algunos también gustan de habitar en cabañas. Viajan con familiares y amigos o colegas, principalmente, aunque cerca del 15% viaja solo.

VARIADOS. Son el 11.9% de los entrevistados. A estos turistas les atraen las actividades al aire libre, la variedad de actividades disponibles, asistir a parques temáticos y comprar artesanías. La mayoría son solteros o casados sin hijos. Todos los incluidos en este segmento tienen menos de 45 años, con un 69% menores de 30. Tienen un nivel de estudios medio, ya que el 28.6% tiene estudios de preparatoria y un 26.2% son profesionales. Pretenden hacer 3.03 viajes vacacionales durante los próximos 3 años y han hecho 0.17 viajes de ecoturismo (el nivel más bajo de todos los segmentos) en los últimos 3 años. A este grupo le gusta hacer recorridos para apreciación del paisaje, la observación de aves y vida silvestre y la apreciación arqueológica. También les atraen los safaris fotográficos, el excursionismo y el contacto con culturas indígenas, los paseos a caballo, la navegación recreativa y las caminatas. Viajan principalmente por vacaciones o para visitar a familiares, aunque un porcentaje importante (casi el 20%) también viaja por estudios. Estos turistas viajan en verano, aunque en menor medida también lo hacen en invierno y en primavera. Deciden su lugar de vacaciones por idea propia o por recomendación de amigos o familiares, sin embargo, algunos hacen uso de las agencias de viajes y un alto porcentaje utiliza documentales. Han viajado también a los Estados de México, D.F., Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz, Morelos, Michoacán y Yucatán, entre otros. Como alojamiento en un viaje de ecoturismo preferirían los hoteles o las cabañas, aunque también se alojarían algunos de ellos en casa o departamento rentado, en tiendas de campaña o en casa de amigos o familiares.

AMANTES DE LA CULTURA. Este segmento es el más pequeño (9.1%); se siente inclinado por hacer nuevas amistades, las actividades culturales, la interacción y conocimiento de la historia y cultura locales, la conservación del medio ambiente, las artesanías y asistir a parques temáticos. La proporción de viudos en este segmento es mayor que en los demás grupos. Se distribuyen de manera muy parecida los solteros, casados sin hijos y casados con hijos que viven en casa. Son mayores en edad, aunque una proporción importante tiene menos de 30 años. La mayoría tiene estudios profesionales (53.1%). Son los que gastan menos (\$612.14), pero son los que han hecho más viajes de ecoturismo en los últimos 3 años (1.19). Pretenden hacer 3.74 viajes vacacionales en los próximos 3 años. Sus actividades preferidas son la apreciación arqueológica y el contacto con culturas indígenas, seguidas de la observación de aves y vida silvestre, los recorridos para apreciación de paisaje, los safaris fotográficos y el excursionismo. Este segmento viaja mucho por vacaciones y para visitar a familiares, pero también lo hace frecuentemente por negocios o por estudios. Viajan mucho en verano, pero son los que más viajan en invierno y en otoño. Sus principales medios para decidir el destino de viaje son: recomendación de amigos o familiares e idea propia. Han visitado también Estados como México, D.F., Jalisco, Morelos, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa y Veracruz. Ellos prefieren como alojamiento en un viaje de ecoturismo los hoteles y las casas o departamentos rentados. Algunos prefieren las cabañas o las tiendas de campaña. Un pequeño porcentaje mencionó la casa de amigo o familiar, remolque, barco o lancha y hotel flotante. Viajan principalmente con familiares o con amigos o colegas. Más del 15% viaja solo y algunos cuantos con un grupo turístico.

ACTIVIDADES CON LA FAMILIA. Representan el 12.8% de la muestra. Prefieren la convivencia con la familia, las actividades al aire libre, las actividades culturales y la conservación del medio ambiente. El 54.5% son casados con hijos que viven en casa. Casi el 60% tiene entre 30 y 50 años. El 51% tiene estudios de secundaria, preparatoria o educación técnica. Pretenden hacer 3.83 viajes vacacionales durante los próximos 3 años y han realizado .55 viajes relacionados con ecoturismo durante los últimos 3 años. En promedio gastan \$856.37 diarios durante sus viajes vacacionales. Sus actividades preferidas son la observación de aves y vida silvestre, la apreciación arqueológica y los recorridos para apreciación de paisaje. A algunos les gusta el excursionismo, el contacto con culturas indígenas, la espeleología, los paseos a caballo y los safaris fotográficos. Viajan principalmente por vacaciones y visita a familiares, aunque algunos también lo hacen por estudios. En su mayoría viajan en verano, pero más del 30% también lo hace en invierno y en primavera. Para decidir su destino de viaje utilizan la recomendación de amigos o familiares y la idea propia, aunque también visitan agencias de viajes y asociaciones turísticas. Han visitado otros Estados como Puebla, Michoacán, Oaxaca, Jalisco, Morelos, Veracruz, Edo. de México y Tlaxcala. Como alojamiento en un viaje de ecoturismo prefieren los hoteles y las cabañas, mientras que más del 15% prefiere casa o departamento rentado. Algunos otros prefieren la casa de un amigo o familiar. Durante el viaje lo acompañaban familiares, en su gran mayoría. Un pequeño porcentaje se hizo acompañar de amigos o colegas, un grupo turístico o viajaban solos.

Conclusiones e investigaciones futuras

El ecoturismo es una actividad que, aunque nueva, ha logrado una gran aceptación entre los turistas y, en algunos casos, se ha considerado una panacea para sacar de difíciles situaciones económicas a pequeñas comunidades apartadas de las grandes ciudades. Las cuestiones sociales, ambientales, legales, económicas, entre otras, se deberán tomar en cuenta antes de iniciar un proyecto de diversificación turística enfocada al turismo ecológico para evitar contratiempos en la implementación.

De los análisis estadísticos realizados se pudieron comprobar las siguientes hipótesis: los ecoturistas (para este caso, los clusters de “Aventureros” y los “Amantes de la diversión”) son más jóvenes en relación al resto de los turistas, tienen gastos diarios promedio superiores, tienen un nivel educativo medio alto, son, en su mayoría, solteros o casados sin hijos, han realizado varios viajes vacacionales relacionados con ecoturismo en los años anteriores y pretenden hacer varios viajes vacacionales en los próximos tres años.

También se encontraron otros segmentos que, aunque no están relacionados directamente con actividades de ecoturismo, pueden sentirse atraídos por algunas de éstas, como la observación de aves y vida silvestre o los recorridos para apreciación del paisaje, dos de las actividades que contaron con la mayor predilección por casi todos los segmentos identificados. Los segmentos relacionados directamente con la convivencia de la familia (descanso en familia y actividades con la familia) gustan de actividades al aire libre y de la conservación del medio ambiente, factores importantes para apoyar el ofrecimiento de actividades relacionadas con la naturaleza que no requieran grandes esfuerzos físicos. La misma temática puede utilizarse para cada uno de los siete segmentos del mercado turístico identificados por el presente trabajo de investigación, pues todos en menor o mayor medida reportaron tener ciertas preferencias por actividades relacionadas con la naturaleza y el ecoturismo.

Para lograr el posicionamiento de México como destino ecoturístico, tanto para turistas nacionales como extranjeros, es necesario ligar los resultados de la presente investigación con un análisis profundo de los recursos con que cuenta el país para ofrecer actividades de turismo ecológico, al igual que las necesidades que tiene de infraestructura, recursos humanos, financiamiento, esfuerzos de mercadotecnia, etc. Una línea importante de investigación futura será realizar un inventario de estos recursos en las ciudades o comunidades en que sea posible desarrollar actividades de turismo ecológico, de manera que se pueda determinar cuál es el potencial de cada una de estas regiones para atraer a los ecoturistas. Otra propuesta de investigación futura comprende un análisis de compatibilidad entre las necesidades y preferencias de los ecoturistas descubiertas con los resultados de esta investigación, y los recursos existentes o potenciales que se identificarán con el estudio descrito en el párrafo anterior.

La unión de todos estos proyectos puede llegar a ser parte importante de los Planes de Desarrollo de varias regiones de México reconocidas por su alta actividad turística.

Bibliografía

- Backman, K.F., and T.D. Potts (1993). *Profiling Nature-Based Travelers: Southeastern Market Segments*. South Carolina: Strom Thurmond Institute.
- Bennet, M. & Seaton, A. (1996). The marketing of tourism products: Concepts, issues and cases. First Ed. International Thomson Business Press.
- Boo, E. (1990). *Ecotourism: The Potential and Pitfalls*. Washington, DC: World Wildlife Fund.
- Camposortega, Sergio & Jiménez, René. (1998). *Combate a la pobreza y al rezago social en el estado de Guerrero*. Primera Ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Americana de Acapulco.
- Cárdenas, F. (1991). La Segmentación del Mercado Turístico. Comercialización y venta. México: Editorial Trillas.
- Ceballos-Lascuráin, Héctor, (1998). Ecoturismo. Naturaleza y desarrollo sostenible. Ed. Diana.
- Ceballos-Lascuráin, Héctor (1994), *Estrategia nacional de ecoturismo para México*.
- Cook, S.D., E. Stewart, and K. Repass (1992). *Discover America: Tourism and the Environment*. Washington, DC: Travel Industry Association of America.
- Chudintra, S. (1993). “Nature Tourism Profile: Thailand.” In *Nature Tourism in Asia: Opportunities and Constraints for Conservation and Economic Development*, edited by J. Nenon and P.B. Durst. Washington, DC: USDA, Forest Service, USAID, USDA, Office of International Cooperation and Development, pp. 31-41.
- Eagles, P. F. (1994, October 12-14). *Understanding the market for sustainable tourism*. In S.F. McCool & A. E. Watson, (Ed.), *Linking tourism, the environment, and sustainability* (1995). USA.

- Eagles, P.F., and J.W. Cascagnette (1995). "Canadian Ecotourists: Who are they?" *Tourism Recreation Research*, 20 (1): 22-28.
- Ecotourism Statistical Fact Sheet. (1998). Retrieved October 21, 1999 from the World Wide Web: <http://www.ecotourism.org>
- Ecotourism – What is it? (1999). Retrieved October 22, 1999 from the World Wide Web: <http://www.getadventures.com/ecotourism.html>
- Fennell, D., and B. Smale (1992). "Ecotourism and Natural Resource Protection." *Tourism Recreation Research*, 17 (1): 21-32.
- General Tourism Statistics. (1998). Ecotourism Statistical Fact Sheet, The Ecotourism Society. Retrieved October 21, 1999 from the World Wide Web: <http://www.ecotourism.org>
- General Tourism Statistics. (1999). The Ecotourism Society. Retrieved October 21, 1999 from the World Wide Web: <http://www.ecotourism.org>
- Hair, J. *et al.* (1998). Multivariate data analysis. Fifth Ed. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall.
- León Patricia. Especialista en Desarrollo Institucional de The Nature Conservancy. Comunicación personal.
- McDaniel, Carl y Gates, Roger (1999). Investigación Contemporánea de Mercados. Thompson Editores.
- Myers, James. (1996). Segmentation and positioning for strategic marketing decisions. 1st. Ed. Chicago, Illinois. American Marketing Association.
- Plan Estatal de Desarrollo 1999-2005. (Septiembre, 1999). México: Gobierno del Estado de Guerrero.
- Reingold, L. (1993, October 25). Identifying the Elusive Ecotourist. Going Green: A Supplement to Tour & Travel News, p. 36-37.
- Tourism Highlights 2000. (March 2000). World Tourism Organization, 1st. Ed.
- Tourism Research Group (1988). "Adventure Travel in Canada: Western Canada Product Development Strategy." Ottawa: Tourism Canada.
- Two Way Track. (6 June 1996). Biodiversity Conservation and Ecotourism: an investigation of linkages, mutual benefits and future opportunities. Retrieved from de World Wide Web on October 19, 1999. URL: http://www.environment.gov.au/life/general_info/biodivser_5/twoexe.html
- Wedel, M. And Kamakura, W. (1998). Market segmentation. Conceptual and methodological foundations. Kluwer Academic Publishers.
- What is Ecotourism? (1997, January 15). Retrieved October 22, 1999 from the World Wide Web: <http://www.up.ac.za/science/eco/ecotour.htm>
- What is Ecotourism? (1999). Retrieved October 21, 1999 from the World Wide Web: http://www.calnative.com/n_ecotou.htm
- Wight, P. A.. (1996a). North American Ecotourist: Market Profile and Trip Characteristics. USA: Sage Publications.
- Wight, P. A.. (1996b). North American Ecotourist: Motivations, Preferences, and Destinations. USA: Sage Publications.
- Wight, P. (22-23 September 1997). Sustainability, Profitability and Ecotourism Markets: What Are They and How Do They Relate? Paper presented Pamela Wight, Pam Wight & Associates, Canada, at a Pamela Wight, Pam Wight & Associates, Canada at an International Conference on Central and Eastern Europe and Baltic Sea region: "Ecotourism – Balancing Sustainability and Profitability".
- Yaman, H.R., Shaw, R.N. (1998). The conduct of marketing research in tourism. Journal of Travel Research, 36, 25-32.
- Yuan, M.S., and N. Moisey (1992). "The Characteristics and Economic Significance of Visitors Attracted to Montana Wildlands." *Western Wildlands*, 18 (Fall): 20-24.

Anexo 1. Cuadro comparativo de los perfiles de los 7 segmentos identificados.

	AMBITOS DE LA CATEGORÍA (1)	AMBITOS DE LA CATEGORÍA (2)	DESCRIPCION EN FAMILIA (3)	AMBITOS DE LA CATEGORÍA (4)	AMBITOS (5)	AMBITOS DE LA CATEGORÍA (6)	ACTIVIDADES CON LA FAMILIA (7)
Estado civil	El 80.9% son solteros, con un 28% casados con hijos que viven en casa. Un 15% son casados sin hijos.	La mayoría son solteros (80%) o casados con hijos que viven en casa (20.2%).	La gran mayoría son casados con hijos que viven en casa (82%) y un 18% son solteros. Incluye un 0.4% de casados con hijos que no viven en casa.	El 78% son solteros y un 14% casados con hijos que viven en casa. Es el segmento más joven, con un 66.7% menores de 25 años y 0% menores de 30.	El 67% son solteros regulares por un 20% de casados sin hijos.	La proporción es más parecida entre solteros (37.8%), casados con hijos que viven en casa (28.1%) y casados con hijos que viven en casa (28.1%). Alta proporción de viudos en comparación.	El 64.6% son casados con hijos en casa y el 21.0% solteros.
Edad	Un 41% menores de 25 años, con una proporción muy baja de mayores de 50.	Un 24% es menor de 25 años, mientras un 47.6% tiene entre 30 y 45 años.	Muy pocos jóvenes, siendo un 66.1% entre 30 y 45 años. Un 14.6% es mayor de 50.	Es el segmento más joven, con un 66.7% menores de 25 años y 0% menores de 30.	También jóvenes, todos menores de 45 años con el 80% menores de 30.	El 30.7% son mayores de 40 años, mientras que un 42% tiene entre 20 y 30 años.	El 58% se concentra entre los 30 y 50 años, con un 34.8% menores de 30. Menos: 89.6% tiene estudios de secundaria, preparatoria o educación superior, 35.6% educación profesional.
Educación	El 54.3% tiene educación profesional o superior.	El 46.5% tiene nivel profesional y el 26% tiene educación técnica o comercial.	Un 46% tiene educación menor a preparatoria, aunque un 30.8% tiene educación profesional.	Principalmente educación técnica (63.6%) y educación profesional (33.2%).	28.6% tienen estudios de preparatoria, 28.2% son post-secundarios.	80.8% tienen estudios menores a secundaria, 52.7% son profesionales.	
Viajes recreacionales los días 3 años	6.98	3.75	3.97	3.97	3.83	3.74	3.00
Coste diario	\$987.36	\$937.32	\$951.42	\$952.06		\$922.14	\$956.37
Viajes de vacaciones los últimos 3 años	\$0.35	\$1.74	\$3.24	\$3.40	0.17	\$1.19	\$3.55
Actividades preferidas en vacaciones	Prefieren los recorridos para apreciación del paisaje, buceo, excursionismo, contacto con culturas indígenas, los safaris fotográficos y la observación de aves y vida silvestre.	La apreciación arqueológica es su actividad preferida, seguida de la observación de aves y vida silvestre, recorridos para apreciación del paisaje y excursionismo.	Las actividades para apreciación del paisaje, la observación de aves y vida silvestre y la apreciación arqueológica son, por mucho, las preferidas.	Prefieren los recorridos para apreciación del paisaje y los safaris fotográficos, la observación de aves y vida silvestre, buceo y apreciación arqueológica.	Los recorridos para apreciación del paisaje son los preferidos, seguidos de la observación de aves y vida silvestre, apreciación arqueológica, safaris fotográficos, excursionismo y contacto con culturas indígenas.	Prefieren por mucho la apreciación arqueológica, el contacto con culturas indígenas y la observación de aves y vida silvestre, algunos disfrutan de recorridos para apreciación del paisaje y safaris fotográficos.	Prefieren la observación de aves y vida silvestre, apreciación arqueológica, recorridos para apreciación del paisaje y algo de excursionismo, espeleología y contacto con culturas indígenas.
Motivos por los que viaja	La gran mayoría viaja por vacaciones, aunque algunos también lo hacen por negocios.	La mayoría viaja por vacaciones, pero el 28% también visita a familiares y cerca del 28% por negocios.	Prácticamente viajan sólo por vacaciones o para visitar a familiares.	Vacaciones y visita a familiares, aunque un porcentaje importante también viaja por negocios.	Vacaciones y visita a familiares, pero un porcentaje importante también viaja por negocios.	Vacaciones y visita a familiares, este grupo tiene el porcentaje más alto de viajes por negocios y menos viajes por estudios.	Vacaciones y visita a familiares, unos pocos viajan por estudios.
Periodo del año en que más viaja	Principalmente en verano o algunos en primavera.	Principalmente en verano y más del 60% en invierno, casi el 58% en primavera.	Verano y poco más del 26% en invierno.	Prácticamente todos viajan en verano, un 20% en primavera.	Verano y unos cuantos en invierno (aprox. 26%).	Verano e invierno tienen un alto porcentaje de viajes, 40% viaja en primavera y 26% en otoño.	Se distribuyen casi equitativamente entre verano, invierno y primavera.
Medios que le impulsaron a visitar el lugar	Idea propia, recomendación y una parte importante (20%) de los familiares.	Principalmente idea propia y recomendación, algunos utilizan folletos y documentales.	Idea propia y recomendación.	Son los que más utilizan la recomendación, también por idea propia y documentales, no utilizan las agencias de viajes.	Idea propia y recomendación, muchos utilizan agencias de viajes y documentales.	Idea propia y recomendación, no utilizan agencias de viajes.	Idea propia y recomendación, algunos usan asociaciones de viajes y agencias de viajes.
Otros Estados visitados en la República	Veracruz, Jalisco, Oaxaca, Chiapas, Guanajuato, Michoacán y Morelos.	Guanajuato, Morelos, Quintana Roo y México, d.f.	Morelos, Puebla, Jalisco, Michoacán y Oaxaca.	Veracruz, Michoacán, Oaxaca, México, d.f., Quintana Roo, Zacatecas.	México, d.f., Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz, Morelos.	México, d.f., Jalisco, Morelos, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Veracruz.	Puebla, Michoacán, Oaxaca, Jalisco, Morelos, Veracruz, Edo. de México, Tlaxcala.
Alojamiento preferido en vacaciones	Hotel, cabañas, backpackers y tiendas de campaña.	Hotel y cerca del 28% cabañas.	Hotel, cabañas, casa de amigo o familiar y casa o departamento.	Hotel y cerca del 12% cabañas.	Hotel y cabañas.	Hotel, casa o departamento, cabañas y tiendas de campaña.	Familiares y amigos o colegas, más del 30% viaja solo y algunos viajan en grupo familiar.
Quién le acompaña durante el viaje	Familiares y amigos o colegas, un 18% viaja solo.	Familiares y amigos o colegas.	Familiares en su gran mayoría.	Familiares, el 38% amigos o colegas y cerca del 15% viaja solo.	Familiares y amigos o colegas.	Familiares y amigos o colegas, más del 30% viaja solo y algunos viajan en grupo familiar.	Familiares en su gran mayoría, unos cuantos con amigos o colegas, otros a con un grupo familiar.

POLÍTICA URBANA REGIONAL EN MÉXICO: ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA AGENDA PENDIENTE

Ismael Aguilar Barajas[†]

Este trabajo presenta algunas reflexiones en torno a la agenda pendiente del desarrollo urbano regional de México. Si bien un mucho de esta ponencia se refiere a este país, una parte del análisis también podría aplicarse al contexto latinoamericano e internacional. De hecho, la arquitectura del trabajo se apoya en literatura proveniente justamente de los contextos internacional y latinoamericano. Se argumenta que la amplitud y complejidad de esta agenda rara vez son reflejadas en las respuestas gubernamentales sobre la materia. Una toma de decisiones más informada requiere atender las urgencias y rezagos pasados, pero también considerar las nuevas avenidas en el campo de lo territorial y la necesidad de enfoques más interdisciplinarios. Esto es particularmente válido para el campo de la economía y el desarrollo regional. En lo que sigue se discuten algunos de los puntos que, en opinión del autor, conforman la agenda pendiente (y apremiante) en el desarrollo urbano regional de México (y de otras naciones latinoamericanas).

Palabras Clave: Política Urbana-Regional, México, Agenda Pendiente.

1. La vertiente regional del desarrollo¹

El desarrollo de los países no se da en lo abstracto, sino que se manifiesta visiblemente en sus distintas regiones. Es así que se tienen complejas dinámicas de urbanización y de interdependencia con las áreas rurales, en un ámbito que va de lo verdaderamente global a asuntos de carácter meramente local. Es decir, el incluir la vertiente espacial permite un mayor entendimiento de cómo funciona realmente la Economía.

El estudio de su dimensión regional efectivamente mantiene una gran relevancia para el desarrollo de las naciones. Esta preponderancia proviene de diferentes avenidas. Una de ellas es la globalización económica y sus crecientes exigencias de competitividad internacional. En los últimos años ha venido quedando muy claro que las ventajas que los países deriven de la apertura y globalización económicas, en mucho están siendo dictadas por lo que hagan o dejen de hacer sus regiones [2, 3, 4]. Por otra parte, las lecciones disponibles sobre integración europea sugieren que, ante la ausencia de mecanismos compensatorios, las disparidades inter e intra-regionales de desarrollo tienden a aumentar, con lo que se rezagan más y más los espacios menos prósperos [5, 6]. En este marco surge el concepto de *cohesión económica y social*, el cual pretende no la eliminación de las disparidades, sino su reducción a niveles que sean política y socialmente tolerables. En este sentido, la cohesión es vista como fundamental para una integración económica más eficiente. Este punto es muy importante al ilustrar lo falaz que puede resultar la tan discutida disyuntiva entre eficiencia y equidad.

Las implicaciones para México, a raíz de la firma del Tratado Trilateral de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), son evidentes. En varios de sus trabajos Krugman [7, 8] enfatiza la fundamental importancia de lo regional en el entendimiento de la economía; así por ejemplo, en su coautoría con Obstfeld [9], se señala que una mayor comprensión de la economía regional es un prerequisite para, a su vez, entender mejor el funcionamiento de la economía internacional. También en este sentido se ubican los hallazgos de Hayward [10], quien subraya la gran contribución que hace el análisis regional a la comprensión de los impactos territoriales de la integración económica. Más aún,

[†] Dr. Ismael Aguilar Barajas: Profesor Titular, Departamento de Economía ITESM Campus Monterrey, iaquilar@campus.mty.itesm.mx

¹ Un documento previo a este trabajo se encuentra en Aguilar Barajas [1]. En lo sucesivo, y a menos que se exprese explícitamente, la referencia a lo regional incluye lo urbano.

así como los bienes y servicios, las ciudades y regiones también son vendidas bajo fuertes y novedosos esquemas de mercadotecnia. Es decir, estas exigencias por una mayor competitividad necesariamente pasan por la vertiente regional.²

Lo anterior también queda de manifiesto a partir de las discusiones sobre competitividad y política industrial. Si éstas se refieren a la calidad del ambiente de negocios de un país dado - o el conjunto de factores que promueven un clima propicio para el desarrollo de negocios -, como se asienta en Gassmann [11], el papel de la dimensión territorial es crucial. Entre estos condicionantes se tiene a: Costos y condiciones laborales, calidad de la fuerza de trabajo e inversiones en entrenamiento, estado de la infraestructura física y las telecomunicaciones, así como la calidad de la administración pública y las regulaciones ambientales.

Es claro que estos determinantes, al igual que las instituciones que rodean el desempeño empresarial (manifestadas en leyes, e impuestos, por ejemplo), varían entre y dentro de las regiones de un país, por lo que las diferencias en tasas de crecimiento y competitividad regional son entendibles, a partir precisamente de las diferencias de partida en la distribución de los recursos productivos. Este punto en particular ya había sido señalado explícitamente por De Mattos [12] para el contexto latinoamericano. En este sentido, resulta por demás interesante que investigación más reciente para el caso europeo sugiere que una parte vital de la política industrial se orienta justamente a mejorar la distribución de recursos y a elevar el desempeño en las áreas más atrasadas de la economía [13].

También por el lado de la investigación en organización industrial, se ha encontrado en varios países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE u OECD por sus siglas en inglés) que varios de estos elementos del ambiente de negocios caen fuera del control de la empresas individuales, aún cuando afectan en gran medida su desempeño. Estos factores son considerados en teoría económica como *externalidades sistémicas*, las que no pueden ser mejoradas vía acciones independientes de las compañías [14]. Estos condicionantes de negocios se convierten en importantes determinantes de competitividad y atraktividad regional, al influenciar la localización de actividades económicas en aquellos ambientes que son considerados como los más favorables. Esto es particularmente importante en un mundo donde los recursos productivos, principalmente de capital, son altamente movibles.

Más específicamente, investigación de frontera sobre desempeño industrial internacional está subrayando lo que en el campo de la Economía Regional se ha venido desarrollando desde hace varios decenios, en el sentido de que la localización de la actividad económica es un determinante fundamental de tal desempeño [15]. Finalmente, es de llamar la atención que entre la temática abordada por la OECD [16] como agenda para el Siglo XXI, la mitad de los temas tenga una referencia directa a cuestiones territoriales: crecimiento poblacional, alimentación y salud, agua, geopolítica, ciudad y globalización.

2. Algunos asuntos pendientes en la agenda del desarrollo urbano regional de México

México tiene una larga serie de asuntos que demandan una atención urgente. Los elementos que se listan a continuación, la mayoría de los cuales están interrelacionados, sólo son para ejemplificar esa agenda pendiente pero ésta no se agota aquí. Cada uno de estos elementos mantiene, a su vez, una agenda propia, pero es justamente esta interrelación la que le confiere a lo regional grados extremos de complejidad. Un ejemplo que apoya este argumento son los vínculos entre educación, migración y productividad rural, como bien lo ilustran Taylor y Yúnez-Naude [17] para el caso nacional.

Otro ejemplo lo proporciona la planeación de infraestructura en general y de mega-infraestructura en particular. Nuestro país está llegando tarde a la expansión aeroportuaria. Hace ya muchos años que en otros países se empezó a reconocer que los aeropuertos son motores de desarrollo económico nacional y regional, pero que su planeación dista de ser sencilla, al involucrar factores mucho más complejos de los que los tomadores de decisiones piensan [18]. En realidad, se trata de un proceso que requiere un acercamiento a asuntos más allá de la agenda política local, socio-económica, o ambiental, los que a menudo constituyen las principales preocupaciones. Es también menester contar con un entendimiento de la dinámica de los mercados globales, de la economía de las operaciones aeronáuticas, y del impacto de largo plazo de las decisiones de política sobre la actividad económica y el

² Ver, por ejemplo, el reporte anual de la revista Fortune, titulado "Best Cities for Business".

comportamiento de los consumidores. Tal como enfáticamente lo muestran Freidheim y Hansson [19], sólo algunas ciudades y regiones parecen contar con las fórmulas correctas.

Este es el tipo de complejidades contenidas en los aspectos que siguen. Los dos primeros reciben un tratamiento más detallado, por lo que representan para esta contribución. Algunos otros elementos también son abordados, aunque sólo como ilustración de los retos que conforma esta agenda de pendientes: mayor entendimiento de los procesos involucrados (e importancia de lo conceptual); planeación y administración del desarrollo regional; financiamiento del desarrollo; aspectos fronterizos y transfronterizos; macroeconomía de las grandes ciudades; suburbanización; el papel de las pequeñas empresas; medio ambiente y desarrollo regional sustentable; competitividad regional y urbana; infraestructura y megainfraestructura; terciarización económica; el problema del campo; telecomunicaciones y la nueva configuración regional; recursos humanos y desarrollo regional; inversión extranjera directa y sus impactos en el desarrollo regional; nuevos patrones de migración interna e internacional; desarrollo económico local; privatización de infraestructura; política social y desigualdades socio-económicas; innovación y desarrollo regional; la agenda del agua; la nueva agenda de la industria maquiladora; fuentes de eficiencia industrial regional; el papel del empresariado y el desarrollo regional; descentralización financiera y administrativa a gobiernos locales; **mayor entendimiento de los procesos y la importancia de lo conceptual.**

Probablemente uno de los mayores problemas del desarrollo en general y del urbano regional en particular, se refiere a un entendimiento insuficiente de los *procesos* involucrados. El término *proceso* se subraya por que implica no una serie de eventos o situaciones aisladas, sino que da idea de la complejidad asociada con las tareas del desarrollo. Esto exige una gran competencia para analizar el comportamiento de la actividad económica en el plano nacional y territorial. Este primer gran apartado brinda poco espacio para la improvisación o incluso para el aprendizaje lento y costoso. Las consecuencias tan amargas para una inmensa mayoría de mexicanos del desastre carretero y de la crisis bancaria proporcionan grandes lecciones en este sentido. Se puede argumentar que estos descalabros de la economía Mexicana eran perfectamente previsibles.

Una de las principales dificultades para entender los procesos del desarrollo es de tipo conceptual. Es decir, los problemas del desarrollo de los países empiezan por las ideas. A menudo muchas de ellas tienen un sustento muy endeble. Cuando estas ideas se transforman en políticas públicas, el resultado que años después se encuentra como insatisfactorio es perfectamente normal y entendible a la luz de los conceptos sobre los que tales políticas descansan. En este sentido, los problemas que se encuentran en la implementación tienen realmente que ver con una deficiente formulación, y ésta con ideas pobremente definidas.

El desarrollo balanceado y las desigualdades inter e intra regionales. Pocos asuntos en la Economía y el desarrollo regional han acaparado tanto atención como las disparidades regionales de desarrollo. México no es la excepción. En la mayoría de los pronunciamientos oficiales sobre este tema - bien sea a nivel nacional, estatal o sectorial - se menciona un diagnóstico preocupante que orilla a erradicar la miseria que afecta a la gran mayoría de los habitantes. Se ofrece la visión de un país armónico, balanceado, igualitario, que ofrezca las mismas oportunidades a sus ciudadanos.³

Esta visión no tiene sustento en la realidad. Las disparidades socioeconómicas persisten aún en países relativamente mucho más ricos, y con una mayor tradición en política urbana regional. Bastaría con ver en cualquier semana la publicación *The Economist*, para observar las tasas de desempleo en economías más avanzadas. El caso del Reino Unido es muy revelador de la brecha entre regiones prosperas y aquellas que no lo son.

Lo anterior no es un llamado a la complacencia, sino a la introducción de realismo de lo que es factible alcanzar. Decir, como manejaron los candidatos a la presidencia de la república (incluyendo, por supuesto al ganador de la contienda), que se quiere un México en el que todos tengan las mismas oportunidades, puede atraer simpatías y votos. Pero esta es una promesa difícil de cumplir, y que encaja en una retórica electoral, pero no en una lectura cuidadosa de Teoría Económica. Al final, la

³ Sobre el final de 1996 la Cámara de Diputados (Comisión de Asentamientos Humanos y Obras Públicas) y el INEGI organizaron el seminario regional La Ordenación Territorial en México. Este seminario tuvo lugar en Ensenada, Campeche, y el Distrito Federal. En el documento de trabajo para las sesiones se asienta que el nuevo federalismo persigue "establecer las bases productivas de un desarrollo sostenido, justo y equitativo en todo el territorio nacional" (p. 1). Difícilmente este tendría alguna posibilidad de éxito.

evidencia empírica se encarga de demostrar que la promesa es en realidad una falacia, tal como ha ocurrido en otros contextos.

Lo que sí es factible lograr es una reducción de las desigualdades, pero este es otro propósito de política. Y aún aquí el nivel de reducción no lo dicta enteramente la economía. Como se ha encontrado en la experiencia europea, la cohesión económica y social no implica la eliminación de la desigualdad, pero su reducción a niveles que sean política, social y moralmente tolerables [20]. Resulta interesante que ya desde 1964 Charles Kindleberger enunciara que las naciones que no comparten terminan desintegrándose, tal como ocurre con las familias. Para hacer más difícil todavía este panorama, sin embargo, es de fundamental importancia reconocer que desatenderse de las desigualdades genera crecimiento económico más lento e inestabilidad sociopolítica [21]. Este tipo de sustento está ausente en la mayoría de los planteamientos oficiales sobre la materia.

Descentralización económica.⁴ Tradicionalmente a la descentralización económica se le ha conferido una serie de bondades, la mayoría de las cuales no puede abordar automática y efectivamente: Alivio de los problemas metropolitanos, generación de desarrollo en regiones periféricas, protección ambiental, fortalecimiento de la capacidad tecnológica, entre otras. No hay sin embargo, un solo instrumento para que, sin dirección, alcance simultáneamente tales propósitos. Varios de éstos últimos pueden incluso estar encontrados. Más que las políticas diseñadas para tal efecto, parece que las mismas fuerzas del mercado se han encargado de orientar y reorientar la localización geográfica de la actividad económica. En la medida que esto sea cierto, el mensaje central consiste en la necesidad de entender la dinámica del crecimiento urbano, especialmente en el caso de las grandes ciudades, inquietud que se ha venido expresando desde hace ya varios años.⁵ Es por ello que las discusiones sobre la suburbanización acelerada son tan importantes, como se muestra posteriormente.

Impactos regionales de la apertura e integración económica. La apertura e integración económicas no pueden tener impactos homogéneos entre y dentro de las regiones y sectores. El nivel de complejidad de las distintas interacciones no se encuentra reflejado en las políticas públicas. De hecho, México negoció el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) sin haber hecho completamente la tarea en el terreno de la investigación de los posibles impactos. Más aún, la teoría y la experiencia internacional sugieren que, ante la ausencia de mecanismos compensatorios, la apertura tenderá a ensanchar las brechas socioeconómicas entre y dentro de las regiones [3, 4, 5, 24]. Este tipo de preocupaciones casi no aparece en el diseño de la política económica

Privatización de infraestructura. Ante el descalabro de la gran mayoría de privatizaciones emprendidas en el México de los 90s, resulta imprescindible reexaminar los alcances y la instrumentación de la privatización de infraestructura, al margen de consideraciones ideológicas. Las concesiones carreteras y los rescates ulteriores que tuvieron que ser realizados, con sus consecuentes impactos regresivos en la mayoría de la población, confirma lo que ya se manejaba en varios libros de texto y se observaba en la experiencia internacional [24, 25]. Los mercados no se regulan solos, se requiere algún tipo de control: es decir, la privatización (exitosa) de ningún modo presupone ausencia de regulación. Entender las cosas al revés (o correctamente pero de manera expost) por parte de los tomadores de decisiones, ha sido demasiado oneroso para las capas más desprotegidas de la sociedad mexicana.

Desarrollo regional sustentable. Durante los últimos años se ha venido refiriendo con extrema profusión el término de desarrollo sustentable. Sin embargo, este énfasis podría aparecer como exagerado, a la luz tanto de teoría y hasta de sentido común.⁶ Podría argumentarse que el desarrollo es por definición sustentable o no lo es. Es decir, el desarrollo no necesita el adjetivo de sustentable, a no ser para subrayar que los problemas ambientales pueden ser mayores y que su atención tendría que ser

⁴ El grueso de esta discusión se apoya en Aguilar Barajas [22].

⁵ Ver el trabajo de Sik Lee [23], por ejemplo.

⁶ En este sentido ver el capítulo introductorio de Daly [27] donde se proporciona un recuento crítico del pensamiento sobre desarrollo sustentable.

consecuente.⁷ Concerniente a la sustentabilidad regional del desarrollo, escala en la que muchos de los problemas son visibles, la relación entre crecimiento regional y desarrollo se ha venido discutiendo por lo menos desde el inicio de los 70s [30].

Competitividad regional. La competitividad es también un término que se ha usado quizás con demasiada frecuencia, y la mayoría de las veces fuera de contexto. Si bien en un mundo de creciente interacción económica, la competencia por inversiones y por mercados se ha agudizado, esto no quiere decir que todas las localidades tengan que competir contra otras, y que la escala sea siempre la global. Existe una gran cantidad de situaciones enmarcadas en contextos locales que poco tienen que ver con la economía global.

Después de todo, ¿qué quiere decir competitividad? Se tienen varias respuestas convencionales, pero enmarcadas en una jungla conceptual: exportar más, atraer más inversión extranjera, ser más productivo, y por ende más competitivo, e incluso se maneja el tener mayores niveles de bienestar. No obstante, exportar más no necesariamente conlleva a un mayor nivel de vida, como tampoco lo hace el lograr una mayor productividad. De hecho, podría ocurrir totalmente al revés. Es decir, que mayores niveles de productividad se traduzcan en niveles más bajos de desarrollo. Esto es perfectamente posible de ocurrir, si la automatización conduce a más productividad pero también a más desempleo. Es decir, en esta guerra de palabras habría que identificar diferentes niveles de productividad y que el tener una empresa productiva no necesariamente hace a una región productiva. Si se tienen problemas para su definición, es claro que también los habrá al discutir la medición, los determinantes y las estrategias de competitividad.

El desarrollo urbano regional en la planeación y desarrollo nacional. Una necesidad apremiante del desarrollo urbano regional de México es su ubicación en el marco más comprensivo de la política económica nacional. Tradicionalmente la política regional se ha considerado como un apéndice de la política nacional, tendencia que se ha hecho más pronunciada durante los últimos años, hasta el grado de cuestionarse si este país ha tenido realmente una política regional, que no sean los esfuerzos aislados para abordar, por ejemplo, marginación y pobreza extrema. No se requiere la construcción de un gran andamiaje argumental para entender que esta omisión ha afectado adversamente el desarrollo del país. Éste último se compone de sus sectores y sus regiones (incluyendo a sus ciudades y comunidades rurales), entrelazados en variadas y complejas formas. Si no se sabe cómo incorporar la dimensión regional en las estrategias de desarrollo, éstas últimas necesariamente tendrán bases endebles y difícilmente podrán entregarse buenas cuentas.

Lo regional en los planes nacionales de desarrollo. Al menos en el papel, lo regional alcanzó su punto más alto en el sexenio 1970-1976, con todo y que sobre el final la visión sobre un desarrollo más compartido se desvaneció. El Plan Nacional de Desarrollo de Miguel de la Madrid contenía un capítulo completo sobre política regional y los capítulos sectoriales tenían también referentes territoriales. La preocupación por lo regional aparecía *entre líneas* en el Plan de Carlos Salinas, para terminar prácticamente desaparecida en el documento de Ernesto Zedillo. De acuerdo a las últimas dos administraciones federales el desarrollo regional prácticamente dejó de existir, por lo menos en lo tocante a los planes rectores del desarrollo del país.

Esto último no sorprende ante la poca efectividad de tales planes, pero muestra claramente rasgos de un contexto muy restrictivo para el accionar regional. Claro que la planeación misma se tiene que ubicar en el contexto más amplio del papel del Estado y el mercado en la Economía, además de necesariamente considerar el ambiente macroeconómico tan restrictivo en el que ha operado la política regional en México. La administración de las crisis recurrentes siempre ha estado por encima de los aspectos más estructurales (y de largo plazo) del desarrollo regional.

Evaluación de la política regional. Esta es una tarea que ha estado muy ausente en el país, con resultados muy adversos y visibles. En los planes nacionales, sectoriales y regionales rara vez se contempla la evaluación de los planteamientos correspondientes. Cínicamente uno hasta pudiera pensar

⁷ Ver el libro de Mikesell [28], el cual muestra precisamente este argumento. En su trabajo el autor demuestra que el desarrollo económico "convencional" (mi énfasis) incluye mucho de lo que se discute como "sustentable" (mi énfasis). Ver, por ejemplo, la colección de ensayos publicados por el Cid Editor [29] justamente con el título Desarrollo Económico y Contaminación Ambiental

que los planes se formulan para que no sean evaluados. Este ejercicio es impostergable para un país con tantas carencias. Este punto conduce a la necesidad de estudiar con detalle los mecanismos de financiamiento y la presupuestación. Ya se ha visto como a nivel nacional en los últimos años las batallas no se están librando sobre un plan de desarrollo sino sobre el presupuesto.

Una presupuestación efectiva representa una tarea crucial en la planeación económica para evitar desvíos de recursos. Este proceso se relaciona fuertemente con competencias técnicas, así como con eficiencia, equidad y honestidad. En este sentido, y a pesar de que su tratamiento por muchos años ha sido parte central de los estudios del desarrollo, es refrescante que en el número de diciembre de 1999 de *Finanzas y Desarrollo* (publicación del Fondo Monetario Internacional), John Kennet Galbraith se refiera al buen gobierno (un gobierno honesto) como uno de los grandes pilares del desarrollo.

3. Otras nuevas direcciones en la economía y el desarrollo urbano regional

Además de los dos grandes apartados anteriores, el país necesita hacer más investigación sobre toda una gama de temas y subtemas. La relación y discusión que siguen sólo pretenden ejemplificar parte de la agenda pendiente.

Macroeconomía urbana. Si bien tanto a nivel internacional como latinoamericano y de México, se ha generado relativamente mucha investigación sobre cuestiones urbanas, se tienen temas económicos cuyo avance ha sido más lento. Quizás esto se deba a su complejidad. Uno de ellos concierne a la macroeconomía urbana, que como su nombre lo indica, se centra sobre la estructura y desempeño macroeconómicos. Esta temática no sólo se refiere a la contribución de las ciudades a la economía nacional, y a su inserción en una economía más abierta, sino que también se centra sobre la propia estructura macroeconómica de la ciudad.⁸

Es así que los llamados a la descentralización económica de las metrópolis, con frecuencia ignoran estos apartados. Después de todo, como bien lo apunta el Reporte 1999/2000 del Banco Mundial, ¿qué hace que crezcan y se desarrollen las ciudades?, y por qué el hacer las ciudades *más vivibles* forma parte de la inacabada agenda urbana [32]. Central en este entendimiento es la cuestión del financiamiento del desarrollo urbano en general y el diseño de las políticas de desarrollo económico y social. La experiencia internacional muestra que esta agenda urbana involucra muchos apartados de corte macroeconómico y requiere de mucha más investigación [33, 34,18],

Suburbanización.⁹ Lo que se conoce de los procesos de suburbanización de las principales ciudades del mundo muestra con gran nitidez que es preciso estudiar con detalle estos procesos como requisito indispensable en las estrategias de desarrollo en zonas metropolitanas, tanto en el mundo industrializado como en los países de menor desarrollo relativo.¹⁰ Una mejor infraestructura de comunicaciones y transportes tiende a acelerar la suburbanización y, curiosamente, a extender (con frecuencia a distancias superiores a los 100 kilómetros) la influencia de las ciudades, lo que se evidencia con los patrones de vivienda suburbana y empleo en las esferas centrales metropolitanas. Así pues, el manejo y administración de las grandes ciudades es muy complejo, en especial porque el proceso de rápido crecimiento y sus efectos en el funcionamiento urbano están lejos de ser cabalmente entendidos, una preocupación que no es nueva en la agenda internacional de pendientes en torno al desarrollo urbano.¹¹

Mega infraestructura. La mega infraestructura está planteando retos adicionales en la planeación del desarrollo en general y del regional en particular. A la par de las exigencias por infraestructura más convencional (como pequeñas carreteras y obras de irrigación), los rápidos cambios en la economía

⁸ Ver el trabajo de Hall [31] y su discusión sobre la difusión de impactos jerarquizados que va de lo global (precisamente) a lo intra-metropolitano.

⁹ El grueso de este apartado se basa en Aguilar Barajas [35].

¹⁰ Veánse los trabajos de Mills [34] sobre las interrelaciones de eficiencia urbana, productividad y desarrollo económico; de Drennan [36] en torno a las ciudades exportadoras de servicios en los Estados Unidos; y de Hall [31] en torno a la influencia de la telemática en el desarrollo de las grandes metropolis.

¹¹ Ver, por ejemplo, el trabajo de Sik Lee [23].

internacional están presionando por un tipo diferente de infraestructura. Se trata de grandes proyectos de mega infraestructura para una competitividad global [37]. En este nuevo contexto la discusión no es solamente sobre la construcción de un espacio educativo sino también sobre la ampliación de un gran aeropuerto o de un gran puerto.

Una tendencia que se observa en el mundo, especialmente en el más industrializado, es precisamente la ampliación de infraestructura aeroportuaria [19]. En este marco, la suerte del aeropuerto internacional de la Ciudad de México es un asunto de relevancia nacional e internacional, como también lo es la construcción del nuevo aeropuerto de Hong Kong o el de Tokio. En esta nueva escala de competencia, la acelerada carrera entre los países y ciudades más grandes del mundo también se hace visible a través de los recursos destinados a los grandes proyectos de infraestructura. Ya para finalizar este asunto, es de llamar la atención que los jets que en estos momentos se están diseñando, muy pronto doblarán la capacidad de transportar pasajeros (de 400 a 650 y eventualmente a 800 pasajeros). Es innecesario decir que la nueva infraestructura tendrá que seguir estos desarrollos.

Telemática y la conformación territorial de la economía. El avance de la telemática está transformando los espacios regionales e imponiendo nuevas exigencias. Por ejemplo, hace algunos años se argumentaba que con este avance las ciudades perderían dinamismo e incluso algunas tendrían serios problemas para mantener su base fiscal y de empleo [38]. Es probable que algo así haya ocurrido, aunque también se ha encontrado que el éxodo masivo hacia áreas suburbanas no ha tenido lugar. Lo que parece que se ha dado es un incremento de lo que se conoce como *las ciudades de las 100 millas*, como Paris, Londres, Nueva York, en las que los viajeros (commuters) pueden desplazarse estas distancias todos los días entre sus hogares y sus centros de trabajo [39]. En todo caso, lo que parece ser más previsible es que las ciudades incrementen su importancia en el Siglo XXI, fundamentalmente por su relevancia como espacios abiertos y competitivos de la nueva economía global [16]. Las manifestaciones territoriales más claras de la telemática necesitan pues ser entendidas.

Inversión Extranjera Directa (IED).¹² Desde la óptica territorial, este es uno de los temas más sub-estudiados en el escenario internacional y en el latinoamericano y mexicano en particular, a pesar de su marcada importancia. Se tienen vínculos fundamentales entre IED y el desarrollo económico de los países, así como con la integración global. Por muchos años, estos flujos han sido considerados como motores del crecimiento económico de las naciones [41]. Esto es particularmente relevante para México, especialmente en el contexto del TLCAN. Concerniente a nuestro país, sin embargo, se conoce poco sobre los patrones territoriales de estos flujos.¹³ Indudablemente que esta es una razón que explica las dificultades para predecir los impactos del Tratado sobre los flujos de inversión extranjera, como también se ha señalado [42].

Este no es un asunto menor, sino que adquiere la mayor importancia para entender mejor los beneficios económicos de la IED en los países receptores. De hecho, esta última preocupación es una de las tres interrogantes de un estudio relativamente reciente del Banco Mundial [43]. Las otras dos cuestiones son: ¿Cuáles son las características estructurales del crecimiento de la IED?, y ¿cuáles son los prospectos para sostener estos flujos? Este renovado interés en el patrón geográfico de la inversión extranjera directa se ve además reforzado por el también reconocimiento de la localización geográfica como fuente de eficiencia industrial y de competitividad internacional [15]. Hanson [44] sostiene que la mayoría de las liberalizaciones comerciales le han dedicado muy poca atención a la dimensión regional. Lo anterior representa una gran paradoja toda vez que los beneficios que los países derivan de las aperturas comerciales y de la integración global están en mucho determinados por las respuestas de sus ciudades/regiones, a las amenazas, los retos y las oportunidades involucradas.

¹² Esta sección se apoya en una publicación reciente del autor [40]

¹³ En la reunión Cámara de Diputados-INEGI, ya referida, el entonces titular del INEGI expresaba que el mismo Instituto era un usuario de información, en este caso de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). Como SECOFI no tenía disponible la información de IED por entidad federativa, era poco lo que el Instituto podía hacer en este sentido, con todo y que se reconocía la importancia fundamental de este tema. Ya más recientemente, sin embargo, la Secretaría proporciona a los interesados información agregada de flujos de IED por estado. Esta información se refiere a 1994 en adelante, periodo en el cual se tiene comparabilidad metodológica de estos flujos.

Desarrollo local. Esta es un tema que ha venido ganando importancia en las discusiones sobre el desarrollo. De entre su amplia gama de aspectos, una cuestión que ha venido siendo discutida es que difícilmente habrá apoyos provenientes de gobiernos centrales que puedan reemplazar las iniciativas locales [45]. Lo local pues se está colocando como una verdadera opción de debate ante los serios y delicados problemas del desarrollo, de tal forma que la euforia sobre la globalización no pierda de vista fenómenos de carácter más sub-nacional. De hecho, parte de la abrumadora evidencia que en este sentido se está presentando, señala enfáticamente cómo la inserción de los países en la economía internacional, está también determinada por los contextos locales.¹⁴ Como lo argumenta Scott [4, p.1], una de las paradojas aparentes de la teoría social de hoy es que al preocuparse por un mundo que se empequeñece y por un nuevo orden global, al mismo tiempo se redescubre el significado de la geografía en el arreglo de las actividades humanas; dicho de otro modo, es precisamente por que el mundo moderno se hace más pequeño que la geografía asume o reasume una enorme importancia. Más aún, literatura más radical está señalando el rechazo de *lo global* y la reivindicación de *lo local*.¹⁵

Innovación y desarrollo regional. Por muchos años se ha tratado de entender la relación entre la innovación y el desarrollo en general, y en su vertiente regional en particular. Este interés se ha acentuado significativamente. Si bien esta temática ha sido abordada en la literatura por lo menos desde los años 60 y 70, es a finales de los años 80 y en los 90 en que la discusión se ha intensificado, en parte por las nuevas avenidas que está abriendo la economía informacional. En este sentido, resulta muy ilustrativo que el Reporte del Desarrollo Mundial 1999 [50] examina precisamente el papel del conocimiento en el desarrollo, y reconoce que hay mucho por entender sobre esta compleja relación.

Más particularmente, la relación entre la innovación y el desarrollo regional es sumamente compleja. Los procesos concretos en que ocurren las actividades innovadoras varían aún entre (y dentro de) países del mismo nivel tecnológico y económico. Según la OECD [51], esto se debe a las particularidades que resultan de las distintas mezclas de procesos endógenos, tales como: inversión en capital fijo; investigación y desarrollo; educación; ventajas en el manejo de tecnologías específicas; economías de escala; y factores institucionales.

En este sentido, la generación de innovación per se no es una garantía para el desarrollo regional. La OECD [51] señala el efecto pernicioso de las rigideces en los mercados de bienes, de trabajo y financieros. Todo esto, además de todo lo que falta por aprender sobre la naturaleza y los mecanismos de la innovación, hace que el panorama no sea tan alentador. Es precisamente por ello que una tarea urgente sea investigar más profundamente el papel de la innovación en el desarrollo regional. Por ejemplo, ya desde 1994 Erickson [52] concluía que frecuentemente se le atribuye a la tecnología todo lo que no se entiende en los modelos de crecimiento económico regional.

Obviamente, esto mismo fuerza a mayor aprendizaje. Tal como (esperanzadoramente) lo concluye un reporte reciente de la OECD [53] sobre el tema, comprender mejor los procesos de innovación puede conducir a una mayor innovación en las políticas mismas orientadas a incentivar la innovación. Donde parece haber más certidumbre es en el sentido de que los determinantes de desempeño exitoso entre innovación, crecimiento y desarrollo son muchos y difíciles de replicar. *En otras palabras, no todos los lugares tienen la capacidad de convertirse en Silicon Valley.*

La agenda del agua. Este asunto representa uno de los más críticos en la agenda de pendientes del desarrollo regional de México. Más de la mitad del territorio nacional es árido o semi-árido, sin haber correspondencia entre los asentamientos humanos y de actividad económica (centro-norte) con la disponibilidad del recurso, cuantitativa y cualitativamente (sureste). Esto queda descarnadamente ilustrado por los eventos climatológicos severos y extremos - sequías e inundaciones - ocurridos en los últimos años y cuyos costos son difíciles de estimar. Este desfase entre disponibilidad y demanda se ve agravado ante el actual dinamismo económico y poblacional en el norte del país. Las tendencias apuntan a una continuada expansión de este crecimiento, lo que irremediamente hará más visibles los conflictos inter e intraregionales entre usos y usuarios del agua, tal como lo ha evidenciado la disputa

¹⁴ De entre la gran cantidad de fuentes ver los trabajos de Kresl [2] sobre la importancia urbana y regional para el TLCAN, de Brotchie y otros [46] sobre las ciudades productivas y sustentables para el siglo que viene, de Borja y Castells [47] sobre la gestión de las ciudades en la era de la información, y de Lo y Yeung [48] sobre las grandes ciudades en la globalización

¹⁵ Ver, por ejemplo, la colección de ensayos editados por Mander y Goldsmith [49], en la que este es el eje conductor de una temática amplia de asuntos, que va del medio ambiente a la sociología del trabajo, pasando por la cultura y los valores familiares.

entre Tamaulipas y Nuevo León por las aguas de la Presa *El Cuchillo*.¹⁶ En este contexto, la disponibilidad de agua es un factor determinante para sustentar esta expansión. A su vez, la agenda del agua está conformada por una variada e intrincada serie de asuntos cuya atención demanda una respuesta más orquestada por los diferentes actores involucrados, fuera de los enfoques cortoplacistas y de emergencia que han caracterizado la mayoría de las acciones.

4. Conclusiones

El nuevo contexto del desarrollo regional de México involucra una serie amplia de asuntos complejos, muchos de los cuales no parecen encontrar correspondencia en las propuestas de acción consecuentes. Al insertarse el país en una economía más abierta, la herencia de pendientes se ha ampliado dramáticamente. La importancia de lo regional también se ha acentuado. En este contexto, se tiene una imperiosa necesidad de conocer mejor el funcionamiento de la economía en el plano territorial, y de sus vinculaciones con el desarrollo.

Sin embargo, ante esta necesidad generalmente las respuestas gubernamentales han sido insuficientes, lo que se refleja en una inoperante planeación del desarrollo regional en general y en resultados muy marginales en particular. Como bien lo particulariza don Víctor Urquidi [55, p. 318], en nuestro país no se ha contado con una política de fondo hacia el medio ambiente y el desarrollo sustentable. Este juicio bien puede ser extendido a la política de desarrollo en su conjunto de vertientes – comercial, financiera, industrial, ambiental o regional. Ésta última casi siempre ha estado subordinada a la política nacional. Los retos tanto en términos del diseño de política económica como en la formación de recursos humanos son evidentes.

Habría que subrayar, en descargo de la situación anterior, que las insuficiencias de la política económica regional mencionadas, (al menos parcialmente) tienen que ver con un entorno altamente restrictivo, gobernado por factores externos e internos al país. El marco macroeconómico ha significado, por ejemplo, que, por razones obvias, se le asigne la máxima prioridad a la “administración” de las recurrentes crisis económicas, dejando para después las cuestiones, importantes y todo, relacionadas con la política social y regional.

La consideración anterior va al centro de la preocupación de William Alonso [56] por tratar de entender la ineffectividad de políticas regionales y especialmente su bajo perfil ante las políticas sectoriales (industriales). Al reflexionar sobre la hegemonía de las segundas sobre las primeras, Alonso considera que las políticas macroeconómicas crean tensión adicional, y atribuye esto a las diferentes velocidades y ritmos con las que se *mueven* las diferentes políticas. Las macroeconómicas (como el tipo de cambio, tasas de interés, y la operación de los mercados de valores) se mueven muy rápido, a menudo con ritmos diarios o incluso horarios, y, en consecuencia, requieren atención constante y urgente). Muchas de estas políticas tienen una componente externa a los países y a las regiones.

Las políticas industriales tienen velocidades más lentas (movimientos por trimestre o por año, como en el caso de la inversión de capital directamente productivo), pero mucho menos que las políticas de corte regional, las que en varios casos requerirán de varios años para poder generar resultados. Un ejemplo de esto lo dan los proyectos de infraestructura, o la atención a las disparidades socioeconómicas de desarrollo. Al concluir en su trabajo que la política regional es la manifestación territorial de la política general de desarrollo, deja en claro que a menos que la primera se enmarque en un contexto multidimensional, sus logros serán poco efectivos y podrían resultar hasta triviales.

Sin embargo, si bien mucho de este contexto restrictivo en el que ha operado la política regional, no es menos cierto que muchas de sus deficiencias son de responsabilidad exclusivamente doméstica. El menú de problemas, de los retos y de sus disyuntivas, así como de las medidas – urgentes unas y de más largo plazo otras – subraya la fundamental relevancia de mayor capacidad y responsabilidad en el manejo de la política económica - la honestidad juega aquí un papel extremadamente crucial. No es de sorprender que las últimas reuniones conjuntas entre el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional, la corrupción haya estado en el centro de las discusiones, al reconocerse su papel inhibitorio en el desarrollo. Quizás lo que sorprende es que se dé este reconocimiento después de tantos años de formular e instrumentar estrategias y proyectos precisamente para el desarrollo.

¹⁶ Ver un trabajo publicado por el autor [54] con la historia detallada de este conflicto.

El argumento anterior conduce a la inquietud inicial para realizar este trabajo: La necesidad de entender mejor el funcionamiento de la economía en general y de la economía regional en particular. Como ha quedado ampliamente demostrado, esto exige enfoques más comprensivos, alejados de dogmas economicistas. Si bien el crecimiento económico puede ser visto como un prerequisite para mayores niveles de desarrollo, no es suficiente [57]. Más enfáticamente y en lo que puede ser un viraje conceptual, el desarrollo es un determinante de gran peso en la generación de crecimiento económico. Como bien lo señala Hiernaux [58, p. 116] para el caso de México, “es evidente que la posibilidad de una reestructuración territorial “sana” no es compatible con las políticas actuales y con el modelo neoliberal que se sigue manteniendo en un contexto de ultraortodoxia”.

Es decir, no se trata meramente de un asunto de altruismo o de *sentirse bien*, sino que el propio sostenimiento y la expansión de la economía no son compatibles con grandes desigualdades de bienestar, ilustradas por una distribución del ingreso extremadamente inequitativa. Como se sugiere en un documento relativamente reciente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo [59], las exigencias de mayor competencia y cambio estructural derivadas de la creciente internacionalización de la economía no son fundamentalmente incompatibles con una mayor cohesión social. Según el autor, en la búsqueda de un balance adecuado, más que una debilidad, se considera como una fortaleza el luchar contra el atraso y la fragmentación, especialmente cuando la experiencia señala que ante la ausencia de mecanismos compensatorios, los procesos de apertura e integración tienden a ensanchar la brecha de la desigualdad entre y dentro de los países. Al reconocer que en América Latina la pobreza y la desigualdad es un *desafío que perdura*, Lustig sostiene que “las modalidades recientes de generación de empleo y la desigualdad de los salarios no son precisamente lo que se quería” [57, p. 303].

Por supuesto que, como se expresó en el cuerpo del trabajo, esto no es un llamado a proponer más estrategias “igualitarias”, “balanceadas”, “armónicas”, o de cualquier otro tipo que impliquen que la igualdad es un propósito factible de alcanzar. Este trabajo previene categóricamente contra esta retórica. La experiencia latinoamericana de los últimos años ilustra con gran nitidez que la igualdad económica es un objetivo difícil de alcanzar, incluso en contextos de altos y continuados ritmos de crecimiento económico [60]. Teóricamente, y contrariamente a lo que tiende a aceptarse acríticamente, es previsible que el funcionamiento irrestricto del mercado origine mayor concentración del ingreso. Esto lo revela el caso de los Estados Unidos, considerado como el *campeón* (mi énfasis) del libre mercado, país en el que la distribución del ingreso se ha concentrado notablemente en los últimos 50 años – según el estrato socio-económico, región y grupo étnico de que se trate.

Desde una perspectiva puramente filosófica, “rechazar la igualdad como propósito se ajusta más a la razón que a la moda” [61, p. 74], entre otros argumentos¹⁷ por qué en el fondo tanto la existencia como la atención a la desigualdad refleja la conducta moral de las personas y de las sociedades en su conjunto [62]. Esta argumentación no conduce a la inacción sino a ubicar el marco de lo posible y a prevenir del lucro electoral a expensas de necesidades muy grandes pero ajenas. Sólo se trata de precisar los alcances reales de las políticas. De hecho, como lo sugiere Lustig [57] para el contexto latinoamericano, para la mayoría de los países abordar la pobreza extrema no debería ser un esfuerzo insuperable. Destinar entre 0.5 y 2 % del PIB a las personas que viven en estas condiciones les permitiría abandonar esta categoría de pobreza. Es decir, el marco en el que se ubica la política latinoamericana y mexicana hacia los asuntos urbano-regionales es muy complejo y restrictivo, pero esto no significa una rendición o una invitación a no hacer nada.

Finalmente, las consideraciones anteriores mantienen evidentes implicaciones para los postgrados en análisis territorial. Si se persigue la formación de recursos humanos que aborden la problemática del desarrollo urbano regional, esto exige no sólo ajustarse a los nuevos retos de un entorno altamente cambiante sino, además, atender la agenda de pendientes en materia de desarrollo territorial. Como se mostró, esta agenda integrada abarca una amplia gama de asuntos, cuya interrelación conduce a un mosaico de complejidades que requieren ser consideradas. Es en este contexto que se ubica la responsabilidad de los postgrados en la materia. La docencia, la investigación, la consultoría y extensión a realizar deben ser consistentes con esta responsabilidad.

Particularmente, el trabajo del futuro egresado con responsabilidad en asuntos urbano regionales gravitará en la identificación de las fuerzas que moldean el desarrollo de las sociedades y de la aportación que en este sentido habrá de dar las diferentes disciplinas. En este marco, el espacio para el trabajo interactivo e interdisciplinario será una constante en la formación y ejercicio profesional, que

¹⁷ El autor hace un análisis muy pormenorizado de por qué es tan difícil arribar a estrategias igualitarias.

permita la articulación de la economía con la geografía, la cultura, la sociología, la historia, la filosofía, la política, y la ecología, por ejemplo. Esto ayudaría a entender mejor, entre otros asuntos, por que es tan difícil abordar el asunto de las disparidades socio económicas. Es decir, se trata de avanzar en el entendimiento de las cuestiones territoriales a partir de una formación realmente interdisciplinaria.¹⁸

5. Referencias

- [1] Aguilar Barajas, I.; "La Globalización con Desconcentración para el Desarrollo Regional", en J. W. Wilkie et al (coords.), México y el Mundo.- Memoria de la IX Reunión ANUIES-PROFMEX, México, D.F., ANUIES: 320-34 (1999).
- [2] Kresl, P.K.; The Urban Economy and Regional Trade Liberalization, Nueva York y Londres, Praeger (1992).
- [3] Daher, A.; "Competencia: Regiones Ganadoras y Perdedoras en Chile", EURE, Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales Vol. XX, No. 60: 69-82 (1994),
- [4] Scott, A.; Regions and the World Economy.- The Coming Shape of Global Production, Competition, and Political Order, Oxford, Oxford University Press (1998),
- [5] Tomkins, J. y J. Twomey; "Regional Policy", en F. Mc Donald y S. Dearden (eds.), European Economic Integration, Londres y Nueva York, Longman: 100-116 (1992).
- [6] Jovanovic, M.; European Economic Integration.- Limits and Prospects, Londres y Nueva York, Routledge (1997),.
- [7] Krugman, P.; Development, Geography and Economic Theory, Boston, MA., MIT Press (1995).
- [8] Krugman, P. ; Geography and Trade, Boston, MA., MIT Press (1991).
- [9] Krugman, P. y M. Obstfeld; Economía Internacional, Madrid, Mc Graw Hill Interamericana (1994).
- [10] Hayward, D.J.; International Trade and Regional Economies.- The Impact of European Integration on the United States, Boulder y Oxford, Westview (1995).
- [11] Gassmann, H.; "Globalisation and Industrial Competitiveness", The OECD Observer No. 197: 38-42 (1996).
- [12] De Mattos, C.; "Los Asentamientos Humanos en América Latina: Situación Actual y Perspectivas", Revista EURE Vol. XV. No. 46: 69-82 (1989).
- [13] Vickery, G.; "The Patterns of Industrial Policy", The OECD Observer No. 191: 5-8 (1995).
- [14] Gonenc, R.; "A New Approach to Industrial Policy", The OECD Observer No. 187: 16-9 (1994).
- [15] Mayes et al.; Inefficiency in Industry, Hemel Hempstead, Harvester Wheatsheaf (1994).
- [16] OECD; The OECD Observer No. 217/218: 29-58 (1999).
- [17] Taylor, J.E. y A. Yúnez-Naude; Education, Migration and Productivity, Paris Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico - Centro del Desarrollo (1999).
- [18] Niented, P.; "Editorial Introduction", Third World Planning Review Vol. 15, No. 2: 103-5 (1993).
- [19] Freidheim, C.F. y B. T. Hansson; "Airports as Engines of Economic Development", Strategy & Business No. 16: 78-84 (1999).
- [20] Begg, I y D. Mayes; " Cohesion in the European Community.- A Key Imperative for the 1990s? " , Regional Science and Urban Economics Vol. 23: 427-48 (1993).
- [21] Karl, T.; " ¿ Cuánta Democracia Acepta la Desigualdad? " , Este País No. 606-50 (1996).
- [22] Aguilar Barajas, I.; Descentralización Industrial y Desarrollo Regional en México: Una Evaluación del Programa de Parques y Ciudades Industriales, 1970-1986, México, D.F., El Colegio de México (1993).
- [23] Sik Lee; "Location of Jobs in Developing Cities", Finance and Development diciembre: 44-6 (1989).
- [24] United Nations; Trade and Development Report 1997, Nueva York y Ginebra, Naciones Unidas (1997).
- [25] Banuri, T.; Economic Liberalization.- No Panacea, Londres, Clarendon Press (1991).

¹⁸ Ver el número especial de la revista *Foreign Policy*, primavera, 1998, intitulada *Fronteras del Conocimiento*, y en la cual se discute lo interdisciplinario de las relaciones internacionales. Entre los diversos asuntos se aborda la globalización en general y la económica y de la producción en particular [63] y la localización de negocios internacionales [64].

- [26] Biersteker, T. J.; "The "Triumph" of Liberal Economic Ideas in the Developing World", en B. Stallings (ed.), *Global Change, Regional Response.- The New International Context of Development*, Cambridge, Cambridge University Press: 174-996 (1997).
- [27] Daly, H.; *Beyond Growth.- The Economics of Sustainable Development*, Boston, Beacon Press (1996).
- [28] Mikesell, R.F.; *Economic Development and the Environment: A Comparison of Sustainable Development with Conventional Development Economics*, Mansell, Londres y Nueva York (1992)
- [29] El Cid (editor); *Desarrollo Económico y Contaminación Ambiental*, Caracas, El Cid Editor.
- [30] Richardson, H.W.; *Regional and Urban Economics*, Pitman, Londres (1979).
- [31] Hall, P.; "Globalization and the World Cities", en Lo, Fu-Chen y Yeung, Yue-Man (eds.), *Globalization and the World of Large Cities*, Tokio, United Nations University Press: 17-36 (1998).
- [32] World Bank; *World Development Report 1999/2000.- Entering the 21st Century*, Washington, D.C., Banco Mundial (2000).
- [33] Williamson, J.G.; "The Macroeconomic Dimensions of City Growth in Developing Countries: Past, Present and Future", en *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics 1991*, Washington, D.C., Banco Mundial: 241-61 (1992).
- [34] Mills, E.; "Urban Efficiency, Productivity, and Economic Development", en *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics 1991*, Washington, D.C., Banco Mundial: 221-39 (1992).
- [35] Aguilar Barajas, I.; "Desarrollo Económico y Macroeconomía Urbana: Tendencias Internacionales", *Comercio Exterior Vol. 45, No. 10*: 727-34 (1995).
- [36] Drennan, M.P.; "Gateway Cities: The Metropolitan Sources of U.S. Producer Services Exports", *Urban Studies Vol. 29, No. 2*: 217-35 (1992).
- [37] Lin Sien, Ch.; " Editorial Introduction " , *Regional Development Dialogue vol. 14, No. 2*:ii-xi (1993).
- [38] Prud'home, R.; " Information Technology and the Future of the City " , *The OECD Observer No. 171* 13-17 (1991).
- [39] World Bank; *World Resources 1996-1997: A Guide to the Global Environment*, Oxford y Nueva York, Oxford University Press para el Banco Mundial (1996).
- [40] Aguilar Barajas, I.; "Foreign Direct Investment in the Metropolitan Area of Monterrey, Mexico: Recent Evidence of Some Locational Trend", en A.G. Aguilar e I. Escamilla (eds.), *Problems of Megacities: Social Inequalities, Environmental Risk and Urban Governance*, México, D.F., UNAM-Instituto de Geografía e International Geographical Union-Commission of Urban Development and Urban Life: 69-84 (1999).
- [41] United Nations; *World Investment Report*, Nueva York, Naciones Unidas (1992).
- [42] Globerman, S.; "The Economics of NAFTA", en A.M. Rugman (ed.), *Foreign Investment and NAFTA*, Columbia, University of South Carolina Press: 3-26 (1994).
- [43] World Bank; *Global Development Finance Report 1997*, Washington, D.C., Banco Mundial (1997).
- [44] Hanson; "Regional Adjustment to Trade Liberalization", *NBER Working Paper Series, WP 4713*, abril (1994).
- [45] Sengenberger, W.; " Local Development and International Economic Competition " , *International Labour Review vol. 132, No. 3*: 313-3-29 (1993).
- [46] Brotchie, J. et al.; *Cities in Competition.- Productive and Sustainable Cities for the 21st Century*, Melbourne, Longman (1995).
- [47] Borja, J. y M. Castells; *Local y Global.- La Gestión de las Ciudades en la Era de la Información*, Madrid, Taurus para el Centro de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (1997).
- [48] Lo, Fu-Chen y Yeung, Yue-Man (eds.); *Globalization and the World of Large Cities*, Tokio, United Nations University Press (1998).
- [49] Mander y Goldsmith (eds.); *The Case Against the Global Economy and for a Turn Toward the Local*, San Francisco, Sierra Club Books (1996).
- [50] World Bank; *World Development Report 1998/99*, Nueva York, Oxford University Press para el Banco Mundial (1999).
- [51] OECD; *Technology, Productivity and Job Creation: Best Policy Practices.- The OECD Jobs Strategy*, Paris, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (1998).
- [52] Erickson, R.A.; "Technology, Industrial Restructuring and Regional Development", *Growth and Change Vol. 25*: 353-79 (1994).

- [53] OECD; Boosting Innovation: The Cluster Approach, OECD Proceedings, Paris, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (1999).
- [54] Aguilar Barajas, I.; "Interregional Transfer of Water in Northeastern México: The Dispute over El Cuchillo", *Natural Resources Journal* Vol. 39, No. 1: 65-98 (1999).
- [55] Urquidí, V.; "México en la Globalización. Aspectos Generales y Regionales", pp. 315-9 en J. W. Wilkie et al (coords.), México y el Mundo.- Memoria de la IX Reunión ANUIES-PROFMEX, México, D.F., ANUIES (1999).
- [56] Alonso, W.; "Comment on "Interaction Between Regional and Industrial Policies: Evidence from Four Countries," by Markusen", pp. 299-302, en Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics 1994, Washington, D.C., Banco Mundial (1995).
- [57] Lustig, N.; "Pobreza y Desigualdad: Un Desafío que Perdura", *Revista de la Cepal* (número extraordinario) octubre: 297-313 (1998).
- [58] Hiernaux, D.N.; "Reestructuración Económica y Cambios Territoriales en México. Un Balance 1982-1995", en Carlos A. De Matos et al (comps.), *Globalización y Territorio.- Impactos y Perspectivas*, México, D.F. y Santiago, Fondo de Cultura Económica y Pontificia Universidad Católica de Chile-Instituto de Estudios Urbanos: 92-119 (1998)
- [59] Michalski, W. y otros; "Economic Flexibility and Societal Cohesion in the Twenty-First Century: An Overview of the Issues and Key Points of the Discussion", en OECD (Ed.), *Societal Cohesion and the Globalising Economy.- What Does the Future Hold?*, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development: 7-25 (1997).
- [60] Assael, H.; "La Búsqueda de la Equidad", *Revista de la Cepal* (número extraordinario), octubre: 289-296 (1998).
- [61] Letwin, W.; "The Case Against Equality", en M. Desai (Ed.), *LSE on Equality*, Londres, The London School of Economics and Political Science: 73-137 (1995).
- [62] Nagel, T.; *Una Visión de Ningún Lugar*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica (1996).
- [63] Sachs, J.; " International Economics: Unlocking the Mysteries of Globalization" , *Foreign Policy* primavera, edición especial: 97-111 (1998).
- [64] Kogut, B.; " International Business: The New Bottom Line" , *Foreign Policy*, primavera, edición especial: 152-65 (1998)

EVALUACION RELATIVA DEL DESEMPEÑO DE LOS GOBIERNOS ESTATALES MEXICANOS[†]

Jorge Ibarra Salazar, Alfredo Sandoval Musi y Lida Sotres Cervantes^{††}

En este artículo presentamos una metodología para evaluar en forma objetiva y relativa el desempeño de los gobiernos estatales mexicanos. Los diferentes indicadores que nos fue posible construir fueron agrupados en cuatro áreas: desempeño fiscal, desempeño financiero, desempeño administrativo y desempeño en la provisión de servicios. Los indicadores fueron agregados para conformar el índice global de desempeño, aplicando la técnica estadística de componentes principales.

Palabras Clave: Desempeño gubernamental, indicadores fiscales, indicadores administrativos, indicadores financieros, indicadores de provisión de servicios públicos, análisis de factores.

1. Introducción

En este artículo presentamos y aplicamos una metodología para evaluar en forma objetiva y relativa el desempeño de los gobiernos estatales en México. Este ejercicio tiene su origen en el principio económico de eficiencia en la asignación de recursos, por un lado, y la satisfacción de las demandas de los ciudadanos por bienes y servicios públicos de calidad, por el otro. Estudios sobre indicadores de desempeño para organismos sin fines de lucro –como lo es el gobierno– desde la perspectiva de la administración pública [2,3,4] enfatizan la importancia de crear un sistema de indicadores para usarlo en la presentación de resultados y rendición de cuentas de los organismos públicos. En particular, la evaluación del desempeño de las haciendas públicas estatales reviste especial importancia, ya que sus funciones tienen un impacto directo en la ciudadanía a través de la provisión de servicios públicos y la instrumentación de políticas en diversas áreas.

En México, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público ha mostrado un especial interés por evaluar las funciones de las haciendas públicas estatales. Chávez [5] refiere la importancia de contar con elementos de análisis que permitan conocer la evolución y situación de las finanzas públicas de las haciendas estatales. De ahí la necesidad de diseñar y elaborar indicadores relevantes con las variables más representativas de ingreso, gasto y deuda estatales.

La evaluación del desempeño puede auxiliar a los gobiernos estatales a realizar una comparación entre ellos mismos con base en indicadores objetivos en diferentes áreas, determinar la efectividad de ciertas actividades o programas, mejorar la toma de decisiones, alcanzar objetivos, reducir presupuestos (sin reducir el nivel de provisión de servicios públicos), mejorar la productividad y responsabilizar más a la burocracia. Por lo general, este enfoque puede traducirse en una herramienta de apoyo en las labores de planeación y presupuestación de los gobiernos. En particular, los gobiernos pueden desarrollar un sistema de indicadores de desempeño para evaluar de manera continua su función y corregir a tiempo posibles desviaciones de las metas propuestas. Adicionalmente, el establecimiento de referencias o metas numéricas en los procesos de planeación estatal, será de gran utilidad, ya que se define una medición objetiva de los resultados deseados. Esto facilitará la evaluación de resultados y la rendición de cuentas ante los congresos locales y los ciudadanos.

[†] Este artículo es una versión resumida de Ibarra Salazar *et al.* [1].

^{††} Dr. Jorge Ibarra Salazar: Profesor Asociado, Departamento de Economía, ITESM Campus Monterrey, jaibarra@campus.mty.itesm.mx
Dr. Alfredo Sandoval Musi: Subsecretario de Egresos, Gobierno del Estado de Tamaulipas, subegresos@amaulipas.gob.mx
Lic. Lida Sotres Cervantes: Estudiante de la Maestría en Negocios Internacionales, MIMLA-EGADE del ITESM, lsotres@campus.mty.itesm.mx

Desde el punto de vista de la ciudadanía, la evaluación del desempeño de los gobiernos estatales tiene especial significancia, ya que da cuenta de la forma en que aplica y utiliza los recursos que los ciudadanos pagan directamente al estado, o bien al gobierno federal. Esta es una forma de motivar la rendición de cuentas de los gobiernos estatales.

El inicio de la década de los noventa marcó para México, así como sucedió en otros países de Latinoamérica, el proyecto de un cambio estructural dirigido a darle mayor participación a los gobiernos estatales a través de mayores facultades de gasto e ingreso. Este proceso ha implicado, e implicará en el futuro, mayor participación de los gobiernos estatales en la provisión de bienes y servicios, así como en la recaudación de recursos de los ciudadanos. De ahí surge el imperativo de mejores procesos de planeación y evaluación del desempeño en diversas áreas de la administración pública estatal.

Recientemente se han presentado planteamientos para modificar los criterios para distribuir las participaciones federales a las entidades federativas [6,7,8,9]. El común denominador de estas propuestas es incluir variables, en los criterios de reparto, que reflejen la generación de impuestos de las entidades federativas. Otros aspectos que pueden ser considerados como criterios de reparto son la capacidad y el esfuerzo fiscal. En la medida que la fórmula para distribuir las participaciones federales pueda ser modificada para incluir criterios relacionados con la capacidad fiscal o con el esfuerzo fiscal, nuestro estudio producirá un beneficio adicional, ya que los indicadores que proponemos y la metodología de jerarquización puede ser una opción para ser aplicada en tal tarea. Si el objetivo del sistema de transferencias fuera el de igualar la posición fiscal de las entidades federativas, entonces requeriría una medida estatal de la capacidad fiscal y otra de la necesidad fiscal. Estas medidas podrán ser aproximadas con nuestros índices de capacidad fiscal y con el que derivamos en relación con la cobertura en la provisión de servicios.

Una alternativa que se ha considerado para aumentar la capacidad de crédito de los gobiernos estatales, es la posibilidad de emitir deuda [10]. A este respecto la Asociación de Banqueros de México, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y los gobiernos de los estados han acordado instrumentar el esquema de emisión de deuda de los estados mexicanos. Se considera que este esquema elevará la capacidad financiera de los estados, al minimizar el riesgo asociado con los colaterales [11,12]. La alternativa de emitir deuda estatal, seguramente ha estado en los círculos financieros y fiscales desde hace algún tiempo, ya que las entidades federativas han avanzado en este sentido al solicitar la calificación de su deuda pública. Ante estos avances en los esquemas de financiamiento para los estados mexicanos, es esencial contar con herramientas de evaluación relativa para su desempeño. Los indicadores generados en nuestra metodología pueden ser de utilidad para obtener un perfil de calificación. Hemos de reconocer, no obstante, y a diferencia de una calificación de deuda, que nuestro estudio únicamente considera aspectos cuantitativos con fuentes de información secundaria. Dentro de los aspectos cuantitativos, para considerar la viabilidad crediticia relativa de una entidad federativa, se debe prestar especial atención a nuestros índices fiscales y financieros.

Nuestro estudio se avoca a estimular la sistematización en el uso de indicadores de desempeño para soporte en los procesos de planeación y rendición de cuentas, así como a hacer pública la información para la mejor evaluación relativa del desempeño de los gobiernos estatales.

El artículo está organizado de la siguiente manera: la segunda sección revisa la literatura relacionada con la generación de indicadores y evaluación del desempeño de los gobiernos subnacionales; en la tercera sección se describe la metodología que seguimos para construir los índices de desempeño fiscal, financiero, administrativo y de provisión de servicios, así como el índice global de desempeño; finalmente, la cuarta sección presenta las conclusiones.

2. Revisión de Literatura

La literatura sobre productividad y medición del desempeño en el sector público proviene principalmente de dos áreas: administración pública y economía. La esencia en ambos enfoques es, por

un lado, lograr una asignación eficiente de recursos, y por el otro, satisfacer las demandas de los ciudadanos por bienes y servicios públicos de calidad. Los estudios sobre indicadores de desempeño para organismos gubernamentales desde la perspectiva de la administración pública [2,3,4] hacen énfasis en el uso de este tipo de indicadores para que los organismos cumplan con la responsabilidad de presentar resultados y rendir cuenta con relación a su función. Entre las ventajas de reportar indicadores de desempeño y determinar el grado de eficiencia de un programa o servicio de gobierno, está la posibilidad de estudiar la disyuntiva entre la provisión pública o privada del bien o servicio en cuestión. Puede ser una manera de integrar y reportar información para alertar a los administradores de cualquier problema o beneficio potencial ocasionado por cambios en el medio ambiente [3]. Además, al conocer la evolución de los diversos programas, se pueden tomar medidas correctivas para obtener los resultados deseados de los mismos.

La teoría neoclásica de la producción estudia la medición de la productividad de los factores [13]. Se ha utilizado el concepto de eficiencia –el uso de los factores productivos que maximice producción y minimice costos– con el objeto de evaluar el desempeño de unidades tomadoras de decisiones. Esta metodología tiene sus orígenes en el trabajo de Farrell [14] que analiza los fundamentos de teoría económica para medir la eficiencia en la producción. La instrumentación empírica de esta metodología se ha desarrollado en dos frentes: el primero consiste en el uso de la econometría [15,16]; en tanto que el segundo utiliza la programación lineal bajo un enfoque conocido como *Data Envelopment Analysis* [17,18].

La mayoría de los estudios emplean indicadores fiscales y financieros de los gobiernos subnacionales para evaluar el desempeño en sus finanzas públicas. Estos incluyen razones financieras [19], medidas de la posición fiscal [20,21,22,23,24], además de estudiar los procesos de toma de decisiones gubernamentales basados en indicadores de desempeño [25,26,27].

Otros investigadores que abordan el tema son más específicos en la medición y técnica empleadas para evaluar el desempeño. En particular, Brown [28] utiliza la Prueba de los 10 Indicadores de Condición Financiera (*The 10-Point Test of Financial Condition*). Brown [29], con base en los indicadores de la *Government Finance Officers Association*, realiza un análisis comparativo de las tendencias de las razones contenidas en la prueba mencionada entre municipalidades, distritos escolares, condados y otro tipo de organizaciones gubernamentales. Mercer y Gilbert [30] construyen un índice agregado para comparar la salud fiscal de los gobiernos locales y de esa forma monitorear la condición de municipalidades específicas a través del tiempo en Nueva Escocia, Canadá. Mol [2] observa la relevancia de indicadores individuales y la coherencia de un sistema de indicadores para evaluar el desempeño del Departamento de Defensa Holandés, bajo el enfoque Valor por Dinero (*Value for Money*). Este enfoque incorpora los criterios de economía, eficiencia y efectividad. Mandell [31] destaca la utilidad que tiene el empleo de herramientas de administración sobre la medición de efectividad y eficiencia de programas, mejoramiento en la toma de decisiones, administración de programas, reducción de presupuestos e impulso de productividad para los gobiernos de algunas ciudades y condados de Carolina del Norte. Honadle y Lloyd-Jones [32] estudian la condición financiera del Condado Swift del estado de Minnesota, utilizando tres herramientas: la Prueba de los 10 Indicadores de Condición Financiera de Brown [28], el análisis de tendencia¹ y el sistema de monitoreo de tendencia financiera.²

Se ha establecido también la importancia de incluir medidas de desempeño en los reportes financieros que generan los gobiernos estatales y agencias gubernamentales, ya que se considera que la publicación de esta información le da mayor valor agregado a estos reportes, además de presentar un efecto positivo en el funcionamiento de las entidades públicas [4, 33,34].

Buena parte de la literatura relacionada emplea indicadores objetivos para evaluar el desempeño de los gobiernos. Sin embargo, otros autores utilizan métodos y medidas subjetivas, tales como la percepción ciudadana, grado de satisfacción de los ciudadanos y la percepción de los funcionarios públicos [35,36,37,38].

Toda vez que se ha presentado una revisión de la literatura, que no ha pretendido ser exhaustiva, sino que más bien indicativa de los estudios que han utilizado indicadores de desempeño de la función

pública, se puede ratificar que es deseable contar con una herramienta para monitorear el desempeño de entidades federativas. En algunos casos, este proceso de monitoreo ha llevado al diseño de un sistema de evaluación del desempeño basado en indicadores. Éstos se obtienen sobre la base de variables relevantes que reflejan la situación fiscal, financiera o administrativa de las haciendas públicas y se comparan con un estándar para evaluar el desempeño.

3. Metodología

Con base en la revisión de literatura y la disponibilidad de información realizamos una clasificación de los indicadores de desempeño para los gobiernos estatales, formándose cuatro áreas: fiscal, financiera, administrativa y provisión de servicios. A su vez, el área fiscal se dividió en tres grupos de indicadores: capacidad fiscal, esfuerzo fiscal y resultado fiscal. El área financiera se dividió en indicadores relacionados con endeudamiento, con dependencia financiera y con la capacidad de operación de los gobiernos estatales. Y por último, el área de provisión de servicios se dividió en indicadores de infraestructura material y humana, y en cobertura de servicios. La Tabla 1 contiene las áreas, grupos e indicadores incluídos en el estudio.

3.1 Los Indicadores

El propósito general de los indicadores fiscales es aproximar el esfuerzo de los gobiernos para acercar su recaudación al potencial de generación de ingresos fiscales y la posición fiscal, entendida como la brecha entre necesidades y capacidad fiscal [39]. Diferentes estudios han empleado el esfuerzo y la capacidad fiscales en determinar la condición fiscal de gobiernos locales [30,40,41,42]. Otras investigaciones consideran variables relacionadas con el resultado fiscal [19, 20, 28,29,32,40,43].

Los indicadores financieros revelan la posición de la hacienda pública estatal en cuanto a sus fuentes de financiamiento, la asignación de recursos financieros, el balance entre éstos y el peso relativo que tienen sobre sus ingresos el gasto corriente, el costo financiero y el saldo de la deuda pública. Estos indicadores fueron divididos en tres subgrupos: los relacionados con endeudamiento, los relacionados con la dependencia de los estados de recursos provenientes de transferencias federales y los que muestran la operación de la hacienda pública estatal. Diversos autores han señalado la importancia de los aspectos financieros en la evaluación de los gobiernos locales [25,30], y han propuesto indicadores específicos para evaluar los aspectos financieros relacionados con la capacidad de operación [4,23,28,29,33,45], endeudamiento [5,19,21,25,44,45], dependencia de transferencias federales u otras fuentes de ingreso [5,19,23,25,28,29,45]. Otro grupo de indicadores explorados por la literatura se relacionan con la capacidad del gobierno para hacer frente a sus gastos de operación, ya sea en forma absoluta o relativa [19,23,28,29,32,33].

Los indicadores administrativos son útiles para evaluar el desempeño de las funciones que se relacionan con la administración de los recursos humanos, financieros, físicos y tecnológicos del gobierno. Los criterios de economía, eficiencia y efectividad son útiles para medir el desempeño en el ámbito administrativo de los gobiernos, así como en la conducción de programas gubernamentales en particular [2,4,31]. La Porta *et al.* [38] analizan los determinantes de la calidad de los gobiernos de varios países, y sugieren explorar algunos aspectos de un gobierno. Entre otros aspectos abordan: intervencionismo del gobierno (calidad de la regulación y seguridad de los derechos de propiedad), eficiencia del sector público o calidad de la burocracia, democracia y derechos políticos en el gobierno.

Los indicadores de provisión de servicios incluyen tres áreas: educación, salud y seguridad. Los Artículos 3 y 73 de la Constitución establecen responsabilidades conjuntas de los gobiernos estatales y federal en cuanto a los servicios de educación, en tanto que la Ley General de Educación contiene las atribuciones, exclusivas y conjuntas, de los diferentes niveles de gobierno en este ámbito. Los artículos 4 y 73 de la Constitución y la Ley General de Salud marcan las responsabilidades exclusivas y conjuntas en relación con los servicios de salud. El artículo 21 Constitucional trata la concurrencia en seguridad pública, mientras que la Ley General que Establece las Bases de Coordinación del Sistema Nacional de

Seguridad Pública coordina la integración y el funcionamiento de este sistema entre la federación, las entidades federativas y los municipios.

Tabla 1. Indicadores empleados en la construcción del índice global de desempeño*

Áreas	Grupos	Indicadores
FISCAL	Capacidad Fiscal	1. PIB per cápita. 2. Recaudación de impuestos estatales per cápita/promedio estatal de impuestos estatales per cápita. 3. Recaudación de tenencia ³ por automóvil registrado en el estado/recaudación de tenencia por automóvil promedio entre los estados. 4. Recaudación de ISAN por automóvil vendido en el estado/recaudación de ISAN por automóvil vendido promedio de los estados.
	Esfuerzo Fiscal	5. Ingresos por impuestos/PIB. 6. Ingresos por incentivos económicos ⁴ /participaciones federales. 7. Tasa de impuesto sobre nómina/la tasa promedio de los estados. ⁵ 8. Tasa de impuesto sobre hospedaje/tasa promedio de los estados. 9. Si el estado ejerce la potestad de impuesto estatal sobre tenencia de vehículos.
	Resultado Fiscal	10. Ingresos efectivos ordinarios ⁶ per cápita. 11. Ingresos estatales ⁷ per cápita. 12. Ingreso estatal/ingreso estatal disponible ⁸ . 13. Resultado fiscal (ingresos efectivos ordinarios – egresos efectivos ordinarios ⁹). 14. Resultado fiscal/ingresos efectivos ordinarios.
FINANCIERA	Endeudamiento	14. Monto de intereses de deuda directa más el gasto en servicios personales/ingreso estatal disponible. 16. Intereses de la deuda directa/ingreso neto estatal discrecional ¹⁰ . 17. Saldo de deuda total/ingreso estatal disponible. 18. Deuda pública directa/ingresos efectivos ordinarios. 19. Deuda pública directa/participaciones federales.
	Dependencia	20. Participaciones federales/ingresos efectivos ordinarios. 21. Participaciones netas estatales/ingreso estatal. 22. Ingresos ajenos ¹¹ /ingresos totales. 23. Ingresos estatales/gasto administrativo.
	Capacidad de Operación	24. Gasto corriente/participaciones netas estatales. 25. Balance financiero/ingresos totales. ¹² 26. Egresos efectivos ordinarios/egresos totales. 27. Gastos administrativos más transferencias netas/ingreso neto estatal. 28. Ingreso de operación/egresos de operación. 29. Ingresos efectivos ordinarios/ingresos totales. 30. Gasto de inversión/ingreso estatal disponible.
ADMINISTRATIVA		31. Gastos administrativos per cápita. 32. Gastos administrativos/gastos totales. 33. Servicios personales/ingreso estatal disponible. 34. Gestión Administrativa. ¹³ 35. Gestión Regulatoria. ¹⁴
PROVISIÓN DE SERVICIOS	Infraestructura	36. Personal ocupado en las instituciones públicas del sector salud por cada mil habitantes. 37. Número de unidades médicas por cada diez mil habitantes. 38. Personal docente del sector educativo por cada cien alumnos inscritos. 39. Número de escuelas por cada mil alumnos inscritos. 40. Número de bibliotecas públicas por cada cien mil habitantes. 41. Número de agencias del ministerio público por cada cien mil habitantes.
	Cobertura	42. Número de consultas por habitante. 43. Número de derechohabientes de las instituciones de salud pública/población total del estado. 44. Número de niños entre seis y catorce años que asisten a la escuela/población total de seis a catorce años. 45. Número de alfabetas/número de habitantes del estado. 46. Promedio de grados aprobados por la población de quince años y más. 47. Número de delitos ¹⁵ por cada mil habitantes. 48. Número de internos entre la capacidad de las cárceles de un estado.

* Para más descripción y justificación de los indicadores, y fuentes de información ver Ibarra Salazar *et al.* [1]

Para evaluar el desempeño de los gobiernos locales en la provisión de servicios, la literatura relacionada sugiere el uso de medidas que aproximen el grado de necesidad por servicios, el grado de satisfacción de la población objetivo, la calidad de los bienes y servicios, la cantidad del servicio, la

infraestructura física y humana en la provisión de servicios, la cantidad de insumos disponible, el nivel de cobertura y medidas de resultado en cuanto a la población objetivo atendida [3,22,26,27,33,34,35,36].

3.2 Agregación de Indicadores

La medición del desempeño para cada estado se realizó a través del Índice Global de Desempeño (IGD). El IGD es una suma ponderada de los índices de desempeño en las cuatro áreas contempladas: fiscal, financiera, administrativa y provisión de servicios. Es decir:

$$IGD_j = \alpha_1 IDF_j + \alpha_2 IDFI_j + \alpha_3 IDA_j + \alpha_4 IDS_j \quad (1)$$

Donde IGD_j es el Índice Global de Desempeño del estado j , IDF_j es el índice de desempeño fiscal del estado j , $IDFI_j$ es el índice de desempeño financiero del estado j , IDA_j es el índice de desempeño administrativo del estado j , e IDS_j es el índice de desempeño en la provisión de servicios del estado j . Los parámetros α_1 , α_2 , α_3 y α_4 , tales que $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 1$, representan el peso de cada uno de los índices de área en el índice global. Estos ponderadores se obtuvieron aplicando la técnica estadística de componentes principales a los índices fiscal, financiero, administrativo y de provisión de servicios.

Los índices de área (IDF , $IDFI$, IDS) se obtuvieron como promedios ponderados de los índices correspondientes a los grupos que los integran. Específicamente, el IDF se obtuvo como un promedio ponderado del índice de capacidad fiscal, del índice de esfuerzo fiscal y del índice de resultado fiscal. El $IDFI$ es un promedio ponderado de los índices de endeudamiento, dependencia y capacidad de operación; y el IDS se obtiene con un promedio ponderado de los índices de infraestructura y cobertura. Como el área administrativa no está dividida en grupos, el IDA es un promedio ponderado de los indicadores que integran esta área. A su vez, el índice de cada grupo de indicadores es también un promedio ponderado de los indicadores que lo componen. Por ejemplo, el índice de capacidad fiscal es una suma ponderada de los indicadores que comprenden este grupo, y así sucesivamente para el resto de los grupos (Tabla 1).

Para efectos de agregación, los indicadores que componen cada grupo fueron estandarizados¹⁶ para reconocer explícitamente el carácter relativo de la jerarquización que se realiza en este estudio. En todos los casos, los ponderadores para construir los índices fueron obtenidos aplicando la técnica estadística de componentes principales. Esta técnica de análisis multivariante ha sido empleada en otros estudios relacionados con la jerarquización de estados, ciudades o municipios en diferentes ámbitos [30,46,47,48,49,50].

Se considera que el método de componentes principales es una herramienta objetiva para obtener esas ponderaciones. Un método alternativo que pudiera ser utilizado en la definición de esos pesos consiste en la aplicación de un cuestionario en que los funcionarios públicos (y expertos en el tema) definieran, de acuerdo con su propia percepción y experiencia, la importancia de cada indicador e índice de los empleados en el estudio. Se considera que tal método puede emplearse para contrastar los resultados obtenidos en este trabajo, y es recomendado como una avenida de investigación adicional. Sin embargo, se eligió aplicar la técnica de componentes principales, ya que nos brinda un criterio estadístico objetivo para determinar los pesos de indicadores e índices. De esta forma nos ceñimos a lo que los mismos datos considerados pueden mostrarnos.

Hair *et al.* [51] describe las etapas para aplicar componentes principales. En relación con el tamaño de la muestra, nuestro estudio tiene una limitación natural que es el número de estados mexicanos. De esta forma, se emplearon treinta y una observaciones para aplicar la técnica de componentes principales y obtener los ponderadores de las variables en los distintos subgrupos de indicadores estandarizados. El Distrito Federal fue excluido de la muestra empleada en el análisis. Al igual que OCDE [52], en este estudio se considera que el Distrito Federal merece un tratamiento por separado en general, y para evaluar su desempeño relativo en particular.

El primer componente principal resume la información de las variables consideradas y además explica el mayor porcentaje de la variación total en las mismas. La matriz de factores no-rotada contiene

las cargas de los factores. Cada una de éstas representa la correlación de cada variable original con los factores e indican el grado de correspondencia entre cada variable y factor. El cuadrado de la carga del factor indica el porcentaje de la varianza de la variable original que es explicada por el factor. Por estas razones, las cargas grandes pueden hacer a la variable representativa del factor correspondiente. En este estudio, se emplea el cuadrado de las cargas de los factores para ponderar los indicadores e índices.

La Tabla 2 presenta el índice global de desempeño y sus componentes: los índices de desempeño fiscal, financiero, administrativo y de provisión de servicios. Ver Ibarra Salazar *et al.* [1] para mayor desglose de los resultados.

Tabla 2. Índice global de desempeño 1997

Posición	ESTADO	Índice Fiscal (45%)	Índice Financiero (14%)	Índice Administrativo (5%)	Índice de Provisión de Servicios (36%)	Índice Global de Desempeño
1	Nuevo León	1.8502	0.1683	-0.7219	0.5191	1.0019
2	Quintana Roo	1.5640	0.2396	1.1020	0.0691	0.8131
3	Tamaulipas	0.2909	0.5585	1.3230	0.5496	0.4742
4	Baja California Sur	0.1054	-0.5848	0.2424	1.3438	0.4631
5	Chihuahua	0.8548	-0.0397	-0.7543	0.1944	0.4087
6	Baja California	0.8558	-0.0124	-0.0065	-0.0962	0.3455
7	Coahuila	0.3568	-0.0425	-0.7339	0.5854	0.3283
8	Campeche	0.5524	-0.2649	-0.6186	0.3964	0.3218
9	Sonora	0.5825	-0.4488	-0.1888	0.2043	0.2614
10	Durango	-0.2473	-0.2604	0.1742	0.8776	0.1791
11	Nayarit	-0.2373	0.1983	0.8786	0.5821	0.1768
12	Aguascalientes	-0.0628	0.0885	1.2624	0.1662	0.1081
13	Sinaloa	0.2138	-0.2027	0.0459	-0.0092	0.0659
14	Jalisco	0.4048	-0.1201	-0.7395	-0.1692	0.0655
15	Yucatán	0.1127	0.5749	-0.0754	-0.2935	0.0215
16	Tabasco	-0.1464	0.1708	-0.8169	0.2378	0.0036
17	Tlaxcala	-0.3714	0.7647	-0.2564	0.0298	-0.0602
18	Morelos	-0.0296	0.0759	0.0936	-0.1799	-0.0629
19	Colima	-0.3583	-0.3033	0.5595	0.2427	-0.0869
20	Querétaro	-0.1887	-0.4068	0.2785	-0.1912	-0.1968
21	Hidalgo	-0.7265	0.6136	1.7273	-0.2769	-0.2513
22	Puebla	-0.0592	0.3433	-0.6847	-0.6865	-0.2609
23	Zacatecas	-0.8132	0.1224	0.3518	0.0529	-0.3092
24	Guerrero	-0.2292	-0.3237	-1.0153	-0.5005	-0.3803
25	Chiapas	-0.3321	0.1381	-0.6464	-0.7063	-0.4170
26	Guanajuato	-0.4109	0.1882	-0.7580	-0.6228	-0.4206
27	Veracruz	-0.7532	0.2071	-0.6467	-0.3681	-0.4731
28	México	-0.1115	-1.5853	-0.7867	-0.4486	-0.4753
29	San Luis Potosí	-0.8819	-0.3412	0.4859	-0.2562	-0.5104
30	Oaxaca	-1.0156	0.1213	1.6991	-0.5900	-0.5647
31	Michoacán	-0.7690	0.3631	-0.7742	-0.6560	-0.5687

4. Conclusiones

En este artículo hemos expuesto una metodología para evaluar en forma relativa el desempeño de las haciendas públicas estatales mexicanas. El cálculo del índice global de desempeño implicó seleccionar indicadores y agruparlos en cuatro áreas: fiscal, financiera, administrativa y provisión de servicios. La técnica estadística de componentes principales fue aplicada a los indicadores estandarizados para calcular los ponderadores en los diferentes índices calculados.

Ante realidades económicas y políticas que enfrentan los gobiernos de los estados, entre las que podemos mencionar al proceso descentralizador de ingresos y gastos, la alternativa de allegarse

recursos a través de la emisión de deuda, el reclamo de mayor responsabilidad fiscal, la búsqueda de indicadores que aproximen el esfuerzo y capacidad fiscales para aplicarlos como criterios de distribución de las transferencias federales, contar con una herramienta objetiva para evaluar el desempeño cobra especial importancia.

Para efectos prácticos, los resultados del estudio permiten a cada estado mexicano establecer referencias (*benchmark*) para las diferentes áreas, grupos e incluso para cada indicador específico. Tales niveles de referencia pueden ser incorporados en los procesos de planeación. Su fijación y posterior cumplimiento redundarán en un mejor desempeño, en mejores servicios a la comunidad y en una rendición de cuentas más eficaz a la ciudadanía.

5. Referencias

- [1] Ibarra Salazar, J., A. Sandoval Musi y L. Sotres Cervantes; Desempeño de los Gobiernos Estatales Mexicanos, EGADE del ITESM, Monterrey (2001).
- [2] Mol, N.; "Performance Indicators in the Dutch Department of Defence", *Financial Accountability and Management* 12 (1): 71–81 (1996).
- [3] Osborne, S., T. Bovaird, S. Martin, M. Tricker y P. Waterston; "Performance Management and Accountability in Complex Public Programmes", *Financial Accountability and Management* 11 (1): 19–37 (1995).
- [4] Hyndman, N. y R. Anderson; "The Use of Performance Information in External Reporting: An Empirical Study of UK Executive Agencies", *Financial Accountability & Management* 11 (1): 1–17 (1995).
- [5] Chávez, J.; Subsistema Gasto Público, Memorias de la XXVIII Reunión Nacional de Funcionarios Fiscales, Mazatlán, México (1996).
- [6] Sempere, J. y H. Sobarzo; "Elementos Económicos de una Propuesta de Reforma en Materia de Federalismo Fiscal en México", *Economía Mexicana. Nueva Época* 5 (2): 155-186 (1996).
- [7] INAP; Diagnóstico del Sistema de Contribución y Distribución de la hacienda Pública Estatal y Municipal, México, Instituto Nacional de Administración Pública, A.C. (1996).
- [8] Ibarra Salazar, J., A. Sandoval y L. Sotres; Propuesta para Distribuir las Participaciones Federales entre las Entidades Federativas Mexicanas", Mimeo (1999).
- [9] 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).
- [10] Gurría, J.; "Carta enviada al Director del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) sobre política sectorial del Proyecto de Fortalecimiento a Estados y Municipios", *Trimestre Fiscal* 21 (69): 349-355 (2000).
- [11] Ascencio, A.; "Apoyarán a Estados en Emisión de Deuda", Periódico El Norte, 24 de agosto, Negocios 3A (2000).
- [12] Rivera, E.; "Elevarán a Estados Capacidad Crediticia", Periódico El Norte, 25 de agosto, Negocios 3A. (2000).
- [13] Ferguson, C.; *The Neoclassical Theory of Production and Distribution*, Cambridge, Cambridge University Press (1971).
- [14] Farrell, M.; "The Measurement of Productive Efficiency" *Journal of The Royal Statistical Society* 120: 253–281 (1957).
- [15] Greene, W.; "The Econometric Approach to Efficiency Measurement", en Fried, H., C. Lovell y S. Schmidt, *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Nueva York. Oxford University Press: 60-119 (1993).
- [16] Schmidt, P.; "Frontier Production Functions", *Econometric Reviews* 4 (2): 289–328 (1985).
- [17] Ganley, J. y J. Cubbin; *Public Sector Efficiency Measurement: Applications of Data Envelopment Analysis*, North-Holland, Londres (1992).
- [18] Färe, R., S. Grosskopf y C. Lovell; *Production Frontiers*, Cambridge, Cambridge University Press, (1994).
- [19] Billings, A. y L. Crumbley; "Financial Difficulties of Governmental Units", *The CPA Journal* 58 (10): 52–61 (1988).

- [20] Levin, D.; "Alternative Measure of the State and Local Government Fiscal Position: Revised and Updated Estimates", *Survey of Current Business* noviembre: 24–25 (1988).
- [21] Hadady, E.; "Condition, Critical: Uncle Sam's Finances are Worse than you Think", *Barrons* septiembre 23: 15 (1991).
- [22] Few, P. y J. Vogt; "Measuring the Performance of Local Governments in North Carolina", *Government Finance Review* agosto: 29–34 (1997).
- [23] Raich, U.; "Desempeño Financiero Municipal. Algunas Propuestas de Evaluación", *Hacienda Municipal*: 20 (70): 84-90 (2000).
- [24] Broom, Ch.; "Performance-Based Government Models: Building a Track Record", *Public Budgeting and Finance* 15 (4): 3–17 (1995).
- [25] Wrasman, B.; "Using the Financial Indicators Database for Policy Analysis", *Government Finance Review* diciembre: 36–38 (1993).
- [26] Joyce, P.; "Using Performance Measures for Federal Budgeting: Proposals and Prospects", *Public Budgeting & Finance* Invierno: 3–16 (1993).
- [27] Roth, W.; "Performance-Based Budgeting to Enhance Implementation of the CFO Act", *Public Budgeting and Finance* Invierno: 102–107 (1992).
- [28] Brown, K.; "The 10-Point Test of Financial Condition: Toward an Easy-to-use Assessment Tool for Smaller Cities", *Government Finance Review* diciembre: 21–25 (1993).
- [29] Brown, K.; "Trends in Key Ratios Using the GFOA Financial Indicators Databases 1989-1993", *Government Finance Review* diciembre: 30–34 (1996).
- [30] Mercer, T. y M. Gilbert; "A Financial Condition Index por Nova Scotia Municipalities", *Government Finance Review* octubre: 36–38 (1996).
- [31] Mandell, L.; "Performance Measurement and Management Tools in North Carolina Local Government: Revisited", *Frontiers of Empirical Research and Development* Primavera: 96–127 (1997).
- [32] Honadle, B. y M. Lloyd-Jones; "University-Local Government Collaboration to Study Fiscal Health", *Government Finance Review* octubre: 51–52 (1997).
- [33] Brown, K., S. McDuffie y K. Molnar; "Impending Changes in Government Financial Reporting", *The CPA Journal* agosto: 42–46 (1994).
- [34] Beauchamp, T.; "In Search of a Bottom Line", *CA Magazine* 124 (11): 55–57 (1991).
- [35] Reid, G.; "Measuring Government Performance: The Case of Government Waste", *National Tax Journal* 42 (1): 29–44 (1989).
- [36] Leithe, J.; "Managing for Results: Advancing the Art of Performance Measurement", *Government Finance Review* junio: 40–42 (1996).
- [37] *Governing*; "Grading the States: a 50-State Report Card on Government Performance", *Governing*: 12 (5) (1999).
- [38] La Porta, R., F. López de Silanes, A. Shleifer & R. Vishny; "The Quality of Government", *National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper Series, Working Paper 6727* (1998).
- [39] Musgrave, R. y P. Musgrave; *Public Finance in Theory and Practice*, Third Edition, International Student Edition, USA, McGraw Hill (1980).
- [40] Benson, E., B. Marks y K. Raman; "Tax Effort as an Indicator of Fiscal Stress", *Public Finance Quarterly* 16 (2): 203–218 (1988).
- [41] Yinger, J. y H. Ladd; "The Determinants of State Assistance to Central Cities", *National Tax Journal* 42 (4): 413–428 (1989).
- [42] 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* Invierno: 5–17 (1994).
- [43] Bahl, R. y W. Duncombe; "State and Local Government Finances: Was There a Structural Break in the Reagan Years?", *Growth and Change* Otoño 30–48 (1988).
- [44] Copley, P., R. Hartung, J. Harris, R. Icerman, W. Johnson, R. Smith, K. Smith, W. Wrege y R. Yahr; "The New Government Reporting Model: Is it a 'Field of Dreams'?", *Accounting Horizons*, septiembre 11 (3): 91–101 (1997).
- [45] Duff & Phelps de México; *Perfil de calificaciones, Primer trimestre, México* (1999).
- [46] Savageau, D. y G. Loftus; *Places Rated Almanac, 5a. Edición, Macmillan Travel, U.S.A.* (1997).
- [47] Savageau, D. y R. D' Agostino; *Places Rated Almanac, Special Millenium Edition, IDG Books Worldwide, Inc., U.S.A.* (2000).

- [48] Serrano Camarena, A. y A. Sandoval Musi; Atracción de la Inversión en México, ITESM-Centro de Estudios Estratégicos: Monterrey (1997).
- [49] Unikel, L.; El Desarrollo Urbano de México: Diagnóstico e Implicaciones Futuras, El Colegio de México, México (1976).
- [50] Consejo Nacional de Población; Índice de Marginación 1995, México, CONAPO-Progres (1998).
- [51] Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black; Multivariate Data Analysis, Fifth Edition, USA, Prentice Hall (1998).
- [52] OCDE; Descentralización e infraestructura local en México: Una nueva política pública para el desarrollo, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, Perspectivas OCDE (1998).

¹ Este enfoque consiste en construir una estadística histórica de los últimos diez años de los ingresos del gobierno, la cual se utiliza para proyectar ingresos y egresos en el futuro.

² Este sistema consta de treinta y seis indicadores de condición financiera que incluye, entre otros aspectos, ingresos, gastos y deuda.

³ El artículo 16 de la Ley del Impuesto sobre Tenencia o Uso de Vehículos indica que los estados pueden establecer impuestos locales o municipales sobre tenencia sin perjuicio de continuar adheridas al Sistema Nacional de Coordinación Fiscal. La cifra empleada en este caso sólo incluye el impuesto federal sobre tenencia o uso de vehículos.

⁴ Los incentivos económicos son montos de dinero que reciben las haciendas públicas estatales por actividades de administración fiscal realizadas con motivo del Convenio de Colaboración Administrativa en Materia Fiscal Federal que celebra con el gobierno federal. Incluyen ingresos por fiscalización, verificación y multas de los impuestos al valor agregado, sobre la renta y especial sobre producción y servicios; recaudación, recargos y multas del impuesto sobre tenencia; multas impuestas por autoridades federales no fiscales; vigilancia del cumplimiento de obligaciones fiscales; gastos de ejecución; por vehículos embargados precautoriamente; por vehículos enajenados y sus multas, entre otros

⁵ Esto equivale a calcular la tasa estándar del impuesto sobre nómina como el promedio de las tasas de todos los estados, tal como lo hacen Mercer y Gilbert [30].

⁶ Ingresos por impuestos, participaciones, contribuciones de mejoras, derechos, productos y aprovechamientos.

⁷ Ingresos por impuestos, derechos, productos y aprovechamientos.

⁸ Ingreso estatal más participaciones netas.

⁹ Egresos administrativos, obra pública y fomento, y transferencias.

¹⁰ Ingreso total - participaciones a municipios – recursos federalizados.

¹¹ Son los ingresos que los estados reciben de fuentes diferentes a las propias.

¹² Es resultado que se obtiene al restar de los ingresos totales de las entidades federativas, el gasto primario (incluye gasto corriente, transferencias, gasto de inversión y ADEFAS [45] y los intereses financieros).

¹³ Porcentaje de respuestas positivas que arrojaron las encuestas de opinión empresarial sobre la calidad de gestión en trámites empresariales, efectuadas por Consejo Coordinador Empresarial (1999), Estudio comparativo de la calidad del marco regulatorio en los estados de la República Mexicana, en <<http://www.cce.org.mx/publicaciones/marco-regula.htm>>, México: Consejo Coordinador Empresarial.

¹⁴ Porcentaje de respuestas positivas que arrojaron las encuestas de opinión empresarial sobre la calidad de gestión regulatoria, efectuadas por el Consejo Coordinador Empresarial.

¹⁵ Se refiere a los delitos en averiguaciones previas iniciadas ante las agencias del ministerio público del fuero federal. Para el estado de Guanajuato, se tomó el dato de presuntos delitos registrados ante las agencias del ministerio público del fuero federal. Para el estado de Sonora, se tomó el dato de denuncias de presuntos delitos registradas ante las agencias del ministerio público del fuero federal.

¹⁶ Para estandarizar se le restó a la variable el promedio de esa variable entre los estados mexicanos y tal resultado se dividió por la desviación estándar.

VISION DE COMUNIDAD CAJEME 2020

María Zepeda Peralta*

El presente artículo describe el proceso que se llevó a cabo para la realización del estudio de Gran Visión *Cajeme 2020*. En dicho proyecto se involucró a la comunidad para que definiera el futuro que desea. En este trabajo se presentará la metodología utilizada, las encuestas realizadas así como los resultados a los que se llegó.

Palabras clave: Proyectos de Gran Visión, comunidad, largo plazo, Cajeme 2020

1. Introducción

“El futuro no es lo que va a pasar, sino lo que vamos a hacer” [1] metodología

La planeación estratégica permite la construcción de un futuro deseado y factible, tomando en cuenta el entorno y un plan concreto de implantación, por ello cada vez son más las ciudades que utilizan esta herramienta para planear el mañana.

“La experiencia histórica a nivel internacional demuestra que cuando una comunidad tiene un objetivo común a largo plazo y estrategias compartidas por todos sus miembros, esta comunidad tiene mayores posibilidades de mejorar, progresar y conseguir en un alto grado los objetivos planteados” [2]

Los estudios de Gran visión permiten a sus integrantes recapitular su experiencia, identificar su situación actual y áreas de oportunidad así como definir su visión futura, proyectos específicos para su logro y los factores podrían impedir la realización de estas acciones basado en una visión compartida.

Por las ventajas que ofrece este proyecto, ciudades a nivel internacional como Bilbao, Malasia, Mendoza, Curitiba, Singapur, Trujillo, San Pedro Zula, Santiago de Caballeros, Amberes, Róterdam, Colonia, Barcelona, Amberes, Calgary, Bristol y Sapporo, por citar algunas, han realizado su visión para los próximos veinte o veinticinco años; mientras que nacionalmente ciudades como Monterrey, Ensenada, Hermosillo, Saltillo, Chiapas y Cajeme, han comenzado con este gran proyecto a largo plazo. Países como Taiwán y Japón que realizaron este esfuerzo años atrás hoy cosechan exitosamente su trabajo.

Cajeme 2020 es un plan, para un municipio en Sonora que pretende desarrollar y mejorar su entorno en los ámbitos social, político, económico y social. En este proceso hasta la fecha han participado directamente mediante talleres participativos y encuestas 12,574 personas a través de un proceso comprometido, participativo, democrático y estructurado, donde la comunidad se decidió a planear su futuro.

2. Metodología

La metodología que se siguió para la realización de este proyecto, fue la administración interactiva, la cual apoya estructuradamente los procesos de cambio y toma de decisiones, promoviendo la interacción de grupos e individuos. Es importante mencionar que se apoyó en las metodologías aplicadas a las visiones de comunidad de Malasia, Singapur y Monterrey principalmente.

* M I María Zepeda Peralta, Investigador del Centro de Estudios Estratégicos, ITESM, Campus Guadalajara, mzepeda@campus.gda.itesm.mx

Este proceso se lleva a cabo mediante sesiones participativas, en donde se reúnen personas de diferentes actividades económicas, estratos económicos y niveles socio-culturales que intervienen dando su opinión acerca del presente y futuro del municipio.

Mediante este estudio se pretendió contestar tres grandes preguntas:

- (a) ¿Qué puede ser Cajeme? .
- (b) ¿Qué quiere ser Cajeme? Y
- (c) ¿Cómo lo va a lograr? .

El proyecto constó de ocho fases, la primera fue la realización del diagnóstico del municipio, tanto cualitativo como cuantitativo; la segunda, fue la elaboración de una encuesta de validación con la sociedad para verificar si los resultados obtenidos del diagnóstico eran la percepción de la comunidad; la tercera, fue la realización de la visión y su caracterización; la cuarta, la identificación de condiciones indispensables prioritarias, factores necesarios y áreas de oportunidad para el logro de la visión; la quinta, fue la definición de las líneas estratégicas; la sexta, la definición de proyectos prioritarios para el logro de la visión; la séptima la validación de los proyectos prioritarios con la sociedad y por último la octava fase que está llevándose a cabo actualmente es la gestión, seguimiento y control de los proyectos identificados como los principales a realizar en el corto plazo. En la figura 1 se puede observar el proceso que se siguió.



Figura 1. Esquema Metodológico

Es importante mencionar que la realización de encuestas a la comunidad fue una innovación en la metodología, ya que a través de este medio se pudo lograr una amplia participación de la comunidad, mediante la expresión de sus necesidades, problemas y visión.

2.1. Diagnóstico.

El diagnóstico cualitativo y cuantitativo fue la base del proyecto de gran visión de Cajeme 2020, debido a que en esta fase la comunidad pudo identificar sus éxitos y fracasos de los últimos veinte años, lo que permitió identificar sus fuerzas y debilidades.

La definición de éxito que se utilizó fue “evento que sucede en un periodo de tiempo determinado, resultado de decisiones conscientes o inconscientes, tomadas por miembros de la comunidad y cuya ocurrencia representa un avance en el logro de los objetivos de la misma”

Mientras que la definición de fracaso fue “fue “evento que sucede en un periodo de tiempo determinado, resultado de decisiones conscientes o inconscientes, tomadas por miembros de la comunidad y cuya ocurrencia representa un retroceso en el logro de los objetivos de la misma”

En esta etapa se realizaron 18 sesiones participativas, en las que participaron 15 personas en promedio.

2.2. Aplicación de encuesta a la comunidad.

Debido a que en el proceso anterior solo participaron 261 personas del municipio, se decidió que era necesario consultar a más población para verificar si los éxitos y fracasos identificados en las sesiones realmente eran representativos de la población. De esta manera se llevaron a cabo 9,022 encuestas en la Expo-Obregón, donde participaron solo ciudadanos del municipio que conocían su situación actual y deseaban un futuro mejor. Mediante este instrumento se preguntó a la comunidad:

- (a) El futuro deseado para el municipio.
- (b) Los principales problemas que pueden frenar el desarrollo de Cajeme.
- (c) Sus prioridades en materia de infraestructura, servicios públicos, entorno económico, gobierno, comunidad y calidad.

Una vez que se contó con el diagnóstico de Cajeme, se procedió a identificar las características futuras deseables para el municipio. Para elaborar esta fase se tomó como insumo las 9,022 encuestas realizadas en donde la población externó el futuro que deseaban para su municipio.

El análisis de las encuestas se realizó de acuerdo a cuatro criterios de agrupación: género, edad, estado civil y grado de escolaridad. Lo anterior con el fin de observar si existían diferencias significativas en las opiniones de la muestra de acuerdo a las variables antes citadas.

La encuesta constó de nueve principales preguntas, en donde se preguntó a los participantes que le gustaría que tuviera el municipio en el futuro en cuanto a los siguientes conceptos: Infraestructura y servicios públicos, entorno económico, gobierno, comunidad y calidad de vida.

Los resultados de esta encuesta se muestran en el apartado 3.3.

2.3. Determinación de la visión y su caracterización.

La definición de visión que se dio fue: “sueño capaz de mover a la gente a una acción”. Así mismo se mostró una frase de William Arthur Ward que dice: “Si lo puedes imaginar, lo puedes conseguir; si lo puedes soñar, lo puedes hacer realidad”.

Para procesar esta información se unieron las ideas semejantes mediante tópicos y así observar las características futuras deseadas con el mayor número de votos.

De esta manera Cajeme contestó a la pregunta ¿qué quiere ser?. Una vez identificada la visión se definieron cada una de sus características con el fin de centrar las opiniones en una sola descripción.

2.4. Identificación de condiciones indispensables y factores necesarios.

Posterior a la visión se identificaron las condiciones indispensables prioritarias, los factores necesarios y las áreas de oportunidad de Cajeme.

Entendiéndose por condiciones indispensables, como los requisitos mínimos necesarios que se deben garantizar a los habitantes de la comunidad para lograr una mejor calidad de vida.

Los factores necesarios, se definieron como los componentes o elementos indispensables, que son detonadores del logro de la visión (con un nivel de calidad superior al de otras comunidades).

“El desarrollo no es cuestión de cuánto se tiene, sino de lo que se puede hacer con lo que se tiene” [5]. Por lo anterior Cajeme identificó cuáles eran sus áreas de oportunidad o motores de desarrollo para el municipio, los cuales permiten:

- (a) Emplear una mayor proporción de insumos locales.
- (b) Utilizar mano de obra calificada
- (c) Aprovechar la vinculación Industria-Academia
- (d) Promover la cooperación de las empresas de la región.
- (e) Generar imagen de marca de la región.
- (f) Promover la especialización en alguna área determinada
- (g) Respetar las costumbres y proteger la cultura.
- (h) Promover la cultura emprendedora.
- (i) Realizar la actividad en la región.
- (j) Cuidar al medio ambiente.

Para realizar esta etapa se realizaron 13 talleres participativos contando con la participación de 283 personas oriundas del municipio.

2.5. Determinación de las líneas estratégicas

Las líneas estratégicas son los pilares que sustentarán a la visión, por ello a través de éstas se identifican los elementos que se deberán construir o mejorar para lograr la visión planteada.

A través del análisis de la visión se identificaron 12 grandes líneas estratégicas, las cuales se definieron por medio del objetivo que desean alcanzar en los próximo 20 años.

En la figura 2 se puede observar que para determinar las estrategias fue importante contar con una base sólida de conocimiento (pasado, presente, futuro y factores inhibidores) que permitiera establecer directrices reales y factibles que asegurara el logro de la visión.

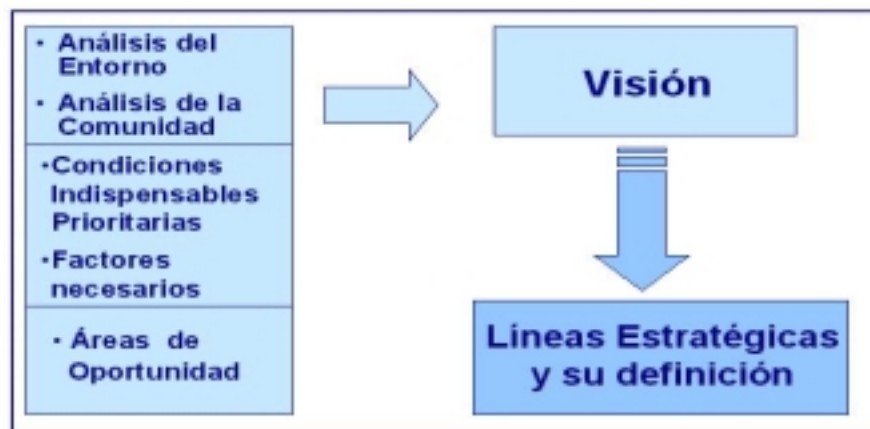


Figura 2. Esquema de elementos para determinar las estrategias

2.6. Determinación y definición de proyectos específicos para cada línea estratégica.

Una vez definida la visión e identificadas las líneas estratégicas y sus objetivos, como se muestra en la figura 3, que se encuentra en la página siguiente, se definieron los proyectos prioritarios para cada una de ellas, obteniéndose un total de 134 proyectos, con un promedio de 11 proyectos por cada una de las líneas estratégicas. Para elaborar esta fase se realizaron 12 talleres contando con la participación de 547 personas del municipio.



Figura 3. Esquema de elementos para determinar proyectos prioritarios

2.7. Difusión de proyectos prioritarios para su aprobación por la comunidad.

En esta etapa se aplicaron 2,461 encuestas a la población de Cajeme para que mencionarán cuáles eran los proyectos que consideraban prioritarios para cada línea estratégica .

En esta ocasión no se realizó un análisis de la encuesta por grupos sociales, únicamente se contabilizaron los votos que otorgaba cada participante a los proyectos. De esta manera se definieron los 36 proyectos prioritarios para el municipio. Por lo que en el inciso 3.3. no se darán los resultados de esta encuesta.

2.8. Gestión, seguimiento y control de proyectos prioritarios.

Actualmente se está llevando a cabo una convocatoria abierta a formar parte del grupo que trabaje en la gestión de los proyectos prioritarios, la intención principal es unificar los esfuerzos ya existentes en el municipio en cada línea estratégica. Así mismo el Consejo de Cajeme 2020 está en el proceso de gestión de los proyectos prioritarios.

Esta fase es quizás la más crítica, ya que como se muestra en la figura 4, la identificación de proyectos prioritarios, consulta ciudadana así como gestión, seguimiento y control, es un círculo que se irá repitiendo a lo largo de los 20 años, durante los cuales podrán existir cambios importantes en la vida de Cajeme que ocasionarán variantes en los proyectos prioritarios. Así mismo el dar constantemente seguimiento y control a los proyectos permitirá encontrar los puntos de mejora de manera continua, haciendo efectivo el proceso.

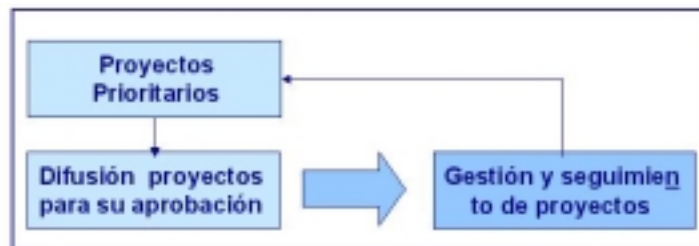


Figura 4. Ciclo de gestión y evaluación de proyectos prioritarios

La gestión, seguimiento y control de los proyectos será la clave para la realización de la visión Cajeme 2020.

3. Resultados

En este proceso se realizaron un total de 43 talleres, 9,022 encuestas para definir la visión y problemática del municipio y 2,461 encuestas comunitarias para definir necesidades o proyectos prioritarios en cada línea estratégica, de esta manera se logró la participación de 12,574 personas de un total de 356, 290 [3] personas con las que cuenta el municipio.

Los principales resultados que se obtuvieron en este proceso de consulta ciudadana fueron: la identificación e éxitos y fracasos del municipio, visión, áreas de oportunidad o motores de desarrollo para la región, condiciones indispensables y factores necesarios para su logro, definición de líneas estratégicas y determinación de proyectos prioritarios.

3.1. Éxitos

Los principales éxitos que se encontraron en el municipio fueron los siguientes:

- (a) Haber desarrollado la acuicultura.
- (b) Haber impulsado la industria para tener mejores opciones.
- (c) Haber desarrollado o creado nuevas colonias modernas, para los trabajadores, mediante créditos de viviendas.
- (d) Haber desarrollado gente trabajadora.
- (e) Haber tenido una cantidad muy grande de grupos de trabajo social abarcando todas las áreas.
- (f) Haber impulsado la educación superior tecnológica.

3.2. Fracasos

Los principales fracasos que se encontraron fueron:

- (a) Haber permitido la expropiación agraria de 1976.
- (b) Haber remunerado al trabajo de la industria.
- (c) Haber tenido bajo nivel de vida.
- (d) Haber contado con deficiente formación de calidad para maestros y maestras.
- (e) Haber contribuido a la contaminación.
- (f) Deterioro en los valores.

3.3. Resultados de las encuestas

El total de encuestas aplicadas en ambos casos no estuvieron guiadas por la fórmula estadística que dicta el número de muestra necesario para que un estudio de este tipo sea representativo. Las encuestas se aplicaron convocando a la ciudadanía a participar en un período de tiempo determinado con el compromiso de reunir un número mayor de encuestas al arrojado por la fórmula.

Debido a que la segunda encuesta que se aplicó no fue separada por grupos sociales, solo se elaboró para observar la prioridad que la comunidad le daba a los proyectos obtenidos de las sesiones participativas, en este apartado solo se presentarán los resultados de la primera encuesta realizada.

Los resultados que se presentan a continuación solo considerarán las distinciones más importantes de cada una de las dimensiones incluidas en la encuesta, con el fin de conocer la existencia de preferencias diferenciales según características individuales.

Como se mencionó anteriormente los grupos sociales que se tomaron en cuenta para realizar este análisis fueron: género, edad, estado civil y nivel de escolaridad.

La información incluye únicamente las diferencias que fueron estadísticamente significativas.

En lo que respecta a infraestructura y servicios según sexo, las mujeres opinaron que era prioritario contar con trasportes públicos, cómodos y seguros, mientras que los hombres prefirieron tener todas las calles pavimentadas. Siguiendo con el análisis de la variable infraestructura y servicios, ahora, por nivel de escolaridad, las personas de primaria y secundaria mostraron preferencia en contar con trasportes públicos, cómodos y seguros, mientras que los de preparatoria, profesional y postgrado con tener todas las calles pavimentadas.

El análisis de infraestructura y servicios públicos por edad mostró que los jóvenes prefieren contar con trasportes públicos, cómodos y seguros, mientras que los adultos tener todas las calles pavimentadas

En lo que respecta al entorno económico las mujeres opinaron que su prioridad es que se ofrezcan oportunidades de desarrollo diversificadas, ambos concordaron que es importante ser atractivo para la inversión extranjera.

En el análisis de la variable gobierno no hubo diferencias significativas en la preferencia de la población según su nivel de escolaridad y edad, todos desean que el gobierno ayude a mejorar el nivel de vida de la población.

Lo importante que arrojaron las encuestas en lo que respecta a la sociedad para personas casadas fue el tener una comunidad libre de drogas, mientras que para la soltera, el fomentar el respeto por el medio ambiente.

De manera general por nivel de escolaridad en lo que respecta a la calidad de vida, todos estuvieron de acuerdo en que desean que el proyecto de visión ayude a mejorar el nivel de vida de la población. Sin embargo, al hacer el análisis de esta misma variable por edad, se presentaron, datos interesantes, la población de edad avanzada se preocupa porque se tengan índices de delincuencia bajos, la población medianamente madura por tener un centro médico con servicios de primer mundo y los jóvenes por no tener problemas de contaminación ambiental.

Como se puede apreciar a través de los resultados presentados anteriormente, la visión de Cajeme 2020 así como sus proyectos prioritarios cubren las preocupaciones de la comunidad.

3.4. Visión

La Visión definida para el municipio es:

“CAJEME : Un municipio con alta calidad de vida y lleno de oportunidades.

Una comunidad participativa, democrática, honesta, responsable y emprendedora que busca constantemente su desarrollo integral.

Un municipio en armonía con el medio ambiente, con una economía diversificada y servicios eficientes, donde se respeten la dignidad humana y los valores universales.”

3.5. Áreas de Oportunidad

Las principales áreas de oportunidad que se encontraron son:

- (a) Agrícola – Industrial
- (b) Acuacultura – Industrial

- (c) Investigación
- (d) Servicios Educativos
- (e) Turismo

3.6. Líneas Estratégicas

Se definieron 12 líneas estratégicas:

- (a) Educación Integral
- (b) Salud
- (c) Cultura y Valores
- (d) Deporte y Esparcimiento
- (e) Desarrollo Urbano y Rural
- (f) Desarrollo Económico
- (g) Ecología y Medio Ambiente
- (h) Participación Ciudadana Corresponsable
- (i) Seguridad Pública
- (j) Medios de Comunicación al Servicio de la Comunidad
- (k) Gobierno Coparticipativo
- (l) Estado de Derecho

3.7. Proyectos Prioritarios

Finalmente se identificaron para cada línea estratégica los proyectos prioritarios, los cuales se presentan a continuación:

- (a) Promover la creación de un centro de capacitación municipal para la formación integral de maestros en todos los niveles educativos, aprovechando las nuevas tendencias y tecnologías.
- (b) Promover la creación de un consejo ciudadano que regule, verifique y certifique los contenidos de las transmisiones de los medios de comunicación.
- (c) Promover la creación y mantenimiento de instalaciones deportivas, con infraestructura y equipamiento adecuado, que satisfaga las necesidades de la comunidad.
- (d) Establecer programas permanentes de concientización en la cultura ecológica dirigido a toda la comunidad: ámbito educativo en todos sus niveles, empresas, instituciones y reforzando a través de los medios de comunicación.
- (e) Impulsar a través de los medios de comunicación programas que promuevan los valores y una cultura de identidad en la comunidad en general.
- (f) Diseñar e implementar comités ciudadanos sin fines partidistas, que definan necesidades y busquen soluciones para su sector, con vinculación directa con autoridades municipales.
- (g) Promover la creación de un consejo económico interdisciplinario que defina un plan maestro de desarrollo económico para Cajeme, coordinado por los organismos existentes, para una adecuada promoción económica del municipio, que brinde continuidad en ciclos administrativos gubernamentales.
- (h) Promover la creación de un consejo técnico ciudadano que incluya a los sectores económico, político social y cultural del sector rural y urbano, para verificar el cumplimiento del plan maestro de desarrollo y que otorgue seguimiento a través de los ciclos administrativos gubernamentales.
- (i) Promover la creación de centros de apoyo integral a personas y familias con problemas de drogadicción, alcoholismo, nutrición, discapacidad y necesidades especiales.
- (j) Promover la Implementación en los planes de estudio desde la educación básica de programas de promoción cívica y estado de derecho (derechos y responsabilidades de cada ciudadano de acuerdo a la ley)
- (k) Crear un consejo ciudadano apartidista que vincule a la ciudadanía con el gobierno a través de mecanismos claros y precisos, en busca del bien común.
- (l) Humanizar y profesionalizar, proveer de equipo y remuneración económica adecuada a los cuerpos de Seguridad Pública.

Dichos proyectos son acciones concretas que deben de realizarse para el logro de la visión Cajeme 2020.

4. Conclusiones

El proyecto de Cajeme 2020 se caracterizó por su enfoque social y participación ciudadana, gracias a que el Consejo se dio a la tarea de realizar invitaciones a todos los niveles del municipio. “ La inhabilitación de una de las partes representa una remoción virtual de esa persona con respecto a su ambiente” [4]. En este proyecto se pudo percibir el interés de la sociedad por la pluralidad que existía en las sesiones en donde se encontraba a gente de diversos partidos políticos, universidades, comisarías, nivel de escolaridad y diferente actividad económica. Lo anterior trajo como consecuencia que el enfoque del proyecto tuviera una visión integral, ya que las diversas problemática, necesidades y cualidades del municipio fueron tomadas en cuenta.

La aplicación de las encuestas fue una innovación importante dentro de la metodología ya que permitió la participación de un mayor número de personas de la comunidad lo que trajo como consecuencia que el proyecto fuera validado por la sociedad.

Para la visión de Cajeme 2020 de manera general el nivel de escolaridad y sexo no importó

La etapa siguiente es la gestión y seguimiento de proyectos, la cual el primer año se tiene que revisar cada dos meses, después cada seis meses y por último cada año. Esta etapa como se ha ido mencionando será la clave del éxito. Cabe mencionar que se considera como inicio de la operación de proyectos cuando existe un grupo organizado de personas que se responsabilizan de lograr el objetivo y llevan a cabo las actividades del proyecto.

Los proyectos de visión que hasta ahora se han realizando han sido exitosos en el mediano y largo plazo, como se observa en el caso de Japón, Malasia y la ciudad de Singapur.

5. Referencias

- [1] Borges Jorge Luis, *Informe Anual de progreso Ensenada 2025*, 1998.p.1.
- [2] Moreira Rodríguez Héctor, *Visión Monterrey 2020*, CEE ITESM Campus Monterrey, Monterrey, 1996, p III
- [3] *Censo de Población 2000*, INEGI
- [4] Ackoff Russell L., *Recreación de las Corporaciones, un diseño organizacional para el siglo XXI*, Oxford, México, 2000. p.120
- [5] Ackoff Russell L., *Recreación de las Corporaciones, un diseño organizacional para el siglo XXI*, Oxford, México, 2000. p.279

EXPERIENCIAS EN EL DESARROLLO DE CLUSTERS VIRTUALES INDUSTRIALES Y SU IMPACTO EN LA MIPYME MEXICANA

Nathalie Galeano, Ricardo Mejía, Joaquín Aca, Arturo Molina.

El proyecto Clusters Virtuales Industriales se inició formalmente a finales de 1999, con el objetivo de apoyar a las MIPyMEs (micro, pequeñas y medianas empresas) para mejorar su competitividad, crear empresas virtuales y desarrollar procesos de vinculación con OEM's (empresas manufactureras de equipo original) y maquiladoras, por medio de la creación de Clusters en los sectores metalmecánico y plástico del área metropolitana de Monterrey. En el presente artículo se presentan las experiencias durante dos años de ejecución del proyecto, describiendo las actividades y resultados de cada una de las etapas, al igual que el marco de referencia para la realización y desarrollo de los Clusters Virtuales Industriales.

Palabras clave: MiPyMEs, Clusters Industriales, Desarrollo Empresarial, Competitividad, Nuevos Negocios.

1. Introducción

Es indudable el papel importante que juegan las agrupaciones empresariales en el alcance de logros conjuntos que van enfocados a estrategias como la disminución de costos y el aumento de ventas, alcanzables mediante el mejoramiento de sus procesos, utilización de métodos estándares de trabajo, uso correcto de tecnologías, capacitación y acceso a información oportuna y veraz para la toma efectiva de decisiones. A estas agrupaciones industriales se les suele llamar Clusters Industriales.

Los Clusters Industriales se definen tradicionalmente por Porter [1] como un grupo de compañías geográficamente próximas e interconectadas, y asociaciones institucionales de un campo en particular, unidas por aspectos comunes y complementarios. Este concepto ha ido evolucionando con el tiempo, eliminando las barreras geográficas que existen entre las empresas; de la misma manera, se pueden encontrar varias formas de agrupar empresas en un Cluster: por productos, procesos, sectores económicos, regiones o por cadenas productivas.

Los Clusters Virtuales Industriales (VIC, por sus siglas en inglés: Virtual Industry Clusters), son agrupaciones de micro, pequeñas y medianas empresas que tienen como objetivos principales: mejorar su capacidad de aprender e innovar mediante el intercambio de experiencias, información y mejores prácticas; complementar sus áreas de especialización y sus capacidades productivas para incursionar en nuevos mercados y en desarrollos de nuevos productos; establecer alianzas estratégicas, aumentar su poder de negociación mediante economías de escala y desarrollar sus competencias clave.

El proyecto Clusters Virtuales Industriales surge como parte del proyecto de investigación "Global Virtual Enterprises" desarrollado en el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura del ITESM, Campus Monterrey en colaboración con la Red COSME (Cooperation of Small and Medium Enterprises) [2].

Este proyecto busca desarrollar la capacidad competitiva de MIPyMEs (micro, pequeñas y medianas empresas) a través de la unión de empresas en un Cluster Virtual Industrial para proveer mejores bienes y servicios a las compañías manufactureras de equipo original (OEMs) o industria maquiladora.

Ing. Nathalie Galeano: Asistente de Investigación CSIM, ITESM, Campus Monterrey, ngaleano@tamayo.mty.itesm.mx

Ing. Ricardo Mejía: Asistente de Investigación CSIM, ITESM, Campus Monterrey, rmejia@tamayo.mty.itesm.mx

Ing. Joaquín Aca: Asistente de Investigación CSIM, ITESM, Campus Monterrey, jaca@tamayo.mty.itesm.mx

Dr. Arturo Molina: Profesor Investigador CSIM, ITESM, Campus Monterrey, armolina@campus.mty.itesm.mx

En este artículo presentamos los resultados de la ejecución del Proyecto Clusters Virtuales Industriales durante dos años de ejecución 2000-2001, período durante el cual han participado 42 empresas. Se pretende entonces, responder las siguientes preguntas:

- ¿ Hasta qué punto ha sido capaz el Proyecto VIC de alcanzar su población objetivo?
- ¿ Qué tipo de servicios ha provisto el Proyecto VIC a las empresas? ¿ Por qué están interesadas las compañías en estos servicios? ¿ Están satisfechas con los servicios que han recibido del proyecto?
- ¿ Se han beneficiado las compañías con estos servicios? ¿ Qué tipo de servicios generan los más grandes impactos? ¿ Por qué?

2. Marco Teórico

Los VIC son una entidad de negocio importante dentro del marco de referencia para la formación de Empresas Virtuales [3], ya que son los generadores de competencias clave necesarias para la selección de varias empresas que se consolidan como una empresa virtual, participando en el desarrollo de una nueva oportunidad en el mercado.

Para entender mejor estos conceptos, se presentan a continuación algunas definiciones importantes:

- Marco de Negocios Virtuales [3], conformado por tres entidades: los Clusters Virtuales Industriales, el Broker de Negocios Virtuales (VIB: Virtual Enterprise Broker) y la Empresa Virtual (VE: Virtual Enterprise).
- Los Clusters Virtuales Industriales son un conjunto de compañías de diversos giros, con características bien definidas y enfocadas que tienen el propósito de ganar acceso a nuevos mercados y oportunidades de negocio mediante la nivelación de sus recursos [3].
- El Broker de Negocios Virtuales es la entidad responsable de buscar oportunidades en el ambiente global y facilitar la creación de las empresas virtuales; es quien busca y selecciona los socios del negocio y configura las infraestructuras adecuadas para la formación de la Empresa Virtual, utilizando los servicios suministrados por los VIC [3].
- Una Empresa Virtual es un sistema que entrega soluciones al cliente, creado por una unión temporal y reconfigurable de competencias clave, agregadas por medio de tecnologías de información y comunicación [4].
- 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 [5].

3. Aplicación del Marco de Referencia para los Clusters Virtuales Industriales

El proyecto Clusters Virtuales Industriales busca aplicar los conceptos del Marco de Referencia de los VIC [6] para demostrar su validez en el contexto mexicano. Este apartado describe los objetivos de los VIC dentro del proyecto y la aplicación del marco de referencia para lograr dichos objetivos.

Los principales objetivos de los Clusters Virtuales Industriales son:

- Servir como proveedores de capacidades tecnológicas al Broker de Negocios Virtuales, para la participación en Empresas Virtuales.
- Mejorar su capacidad de aprender e innovar mediante el intercambio de experiencias e información, mejorando sus contactos por medio de los Clusters, y complementando sus áreas de especialización y capacidades productivas.
- Aumentar las capacidades administrativas estratégicas mediante el complemento de funciones individuales con funciones colectivas para investigar información referente a inteligencia competitiva, compartir recursos de información y mejores prácticas, establecer alianzas estratégicas con los Clusters y desarrollar las competencias de las empresas participantes.

- Aumentar su poder de negociación y las economías de escala, mediante el desarrollo de programas de proveedores, adquisiciones colectivas, uso de servicios comunes, así como compartir riesgos financieros en el financiamiento de proyectos y esfuerzos de negocios.

El marco de referencia para los VIC define cuatro cuadrantes [6], como aspectos claves en el alcance de los objetivos de los Clusters Virtuales Industriales. Los tres primeros son los pasos para diseñar, crear y administrar el Cluster, y el cuarto define las tecnologías de información que apoyan estas tres etapas.

3.1 Diseño del Cluster

Durante el primer año del proyecto, se trabajó en las dos primeras etapas: Diseño y Creación del Cluster. Durante el Diseño se seleccionaron los sectores a los que se iban a enfocar los Clusters en donde, analizando la distribución de las empresas en Nuevo León y la experiencia del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura en la industria, se seleccionaron los sectores claves metalmecánico y plástico. Una vez identificado los sectores, se pasó a la definición y organización de los Clusters, los cuales se estructuraron según capacidades tecnológicas de la siguiente manera:

- VIRCAST, Cluster de fundición e inyección de metales.
- VIRTROQ, Cluster de troquelados, doblados y estampados.
- VIRTUAL CNC, Cluster que tiene capacidades de maquinados de piezas para la industria en general con tecnología CNC.
- DIES and Tools, Cluster de empresas que tienen capacidades para maquinar moldes, herramientas y aditamentos para diferentes aplicaciones.
- METALWORKING, Cluster que reúne empresas de pailería, soldadura, construcción de equipo y extrusión de aluminio, es decir, transformación y unión de metales en general.
- VIRPLAS, Cluster que reúne empresas con capacidades de transformar el plástico mediante diferentes procesos, dentro de los cuales están: inyección, termoformado y vaciado de poliuretano.

3.2 Creación de los Clusters

Basados en la metodología que definen Molina y Flores para la Creación del VIC [7], se han realizado las siguientes actividades con el fin de crear los Clusters existentes: Contacto con las empresas, evaluación y selección de las mismas [8], publicación en el portal **Mexican-Industry.com.mx**, calificación y evaluación tecnológica.

El contacto con las empresas para crear los VIC se realizó por medio de campañas, invitando vía telefónica y por fax a diferentes empresas encontradas en bases de datos públicas. La población objetivo para estas campañas, fueron micro, pequeñas y medianas empresas manufactureras (según clasificación de CAINTRA) de los sectores metalmecánico y plástico ubicadas en el área metropolitana de Monterrey, que estuvieran interesadas en ofrecer sus capacidades a nuevos mercados, que contaran con sistemas de calidad y servicio al cliente y que desearan participar en proyectos de mejora continua. En la campaña de creación de los VIC se contactaron alrededor de 150 empresas que cumplieron con los requisitos para participar en el proyecto. Las tablas 1 y 2 muestran la distribución de las 42 empresas que decidieron participar en el proyecto según el número de empleados y el sector manufacturero.

Tamaño de Empresas	Número de Empleados	Número de Empresas	Porcentaje de Compañías
Manufactureras			
<i>Micro</i>	1 a 30 empleados	23	54.8%
<i>Pequeña</i>	31 a 100 empleados	12	28.5%
<i>Mediana</i>	101 a 500 empleados	5	11.9%
Servicio			
<i>Micro</i>	1 a 20 empleados	1	2.4%
<i>Pequeñas</i>	21 a 50 empleados	1	2.4%
<i>Medianas</i>	51 a 100 empleados	0	0.0%
Total		42	100.0%

Tabla 1. Análisis de Empresas por Número de Empleados.

Una vez iniciado el proyecto en las empresas, se llenó la información del perfil de las mismas, se capturaron las capacidades tecnológicas y se publicó esta información en el portal **Mexican-Industry.com.mx**. Con esta información se llenó la base de datos de las empresas de los VIC' s la cual contiene las capacidades tecnológicas de las mismas, y se encuentra ligada a la parte de búsquedas del portal, en donde una organización que busque proveedores para satisfacer sus demandas puede realizar búsquedas de una manera estructurada y con información actualizada de capacidades de procesos y maquinarias específicas de cada empresa.

Sector Industrial	Número de Compañías	Porcentaje de compañías
Metalmecánico		
Fundición	4	9.5%
Maquinados	6	14.2%
Moldes y Herramientas	12	28.5%
Procesos de acabado	2	4.8%
Soldadura	2	4.8%
Troqueles	4	9.5%
Subtotal metalmecánico	30	71.3%
Plástico	12	28.7%
Total	42	100%

Tabla 2. Análisis de Empresas por Sectores.

Como último paso del proceso de creación del VIC, se realizó la clasificación de las empresas mediante las evaluaciones tecnológicas utilizando la metodología IMMPAC-Diagnóstico [9]. Con esta metodología se alcanzó un conocimiento de las capacidades, fortalezas y debilidades de todas las empresas y se planteó un Plan de Desarrollo Empresarial para cada una, el cual definió los proyectos de mejora con el fin de aumentar la competitividad y la productividad [6]. Los resultados que percibieron los empresarios en esta etapa se muestran en las tablas 3 y 4; estos datos fueron tomados de una encuesta de retroalimentación realizada al final del primer año de ejecución. Vale la pena anotar, que la encuesta fue enviada a las 42 compañías, 21 de las cuales regresaron las encuestas completas, representando una tasa de respuesta efectiva del 50%.

El 67% de los clientes que respondieron la encuesta indicaron que cambiaron sus operaciones como resultado directo del desarrollo de la metodología IMMPAC. La tabla 3 muestra el porcentaje de empresas que observaron cambios en procesos específicos. Los efectos más importantes logrados se presentan en la formulación de la estrategia del negocio, en los sistemas de calidad y en la forma de realizar publicidad, promoción y ventas.

Procesos	% de Empresas que Contestaron la Encuesta Cambio Observado
Formulación de estrategias de negocio	24%
Sistema de Calidad	24%
Forma de realizar publicidad y promoción	19%
Forma de realizar ventas	19%
Servicio posventa al cliente	19%
Organización de producción	19%
Investigación de mercado	19%
Sistemas Administrativos	14%
Compra de materia prima y materiales	14%
Distribución del producto	14%
Forma de administrar recursos humanos	10%
Proceso de fabricación	5%

Tabla 3. Efectos Inmediatos – Procesos de Negocio

En general, las empresas que respondieron la encuesta, indicaron que los cambios hechos en los procesos redituaron en ganancias en el desempeño, con aumento del número de clientes, reducción del

número de ausentismo o accidentes y reducción de defectos, retrabajo y rechazos del cliente tal como se muestra en la tabla 4.

Procesos	% de Empresas que Contestaron la Encuesta Cambio Observado
Aumento de número de clientes	24%
Reducción en ausentismo o accidentes	24%
Reducción de defectos, retrabajo y rechazos del cliente	19%
Incremento en productividad	14%
Cumplimiento de estándares y regulaciones	14%
Reducción en costos	10%
Reducción en el tiempo de entrega de manufactura	5%
Incremento en tasa de cumplimiento de ordenes	5%

Tabla 4. Resultados Intermedios – Desempeño Mejorado

3.3 Administración del VIC

Durante el segundo año del proyecto se ha trabajado en la tercera etapa en el marco de referencia para los VIC: el proceso de administración. En esta etapa se están desarrollando varias actividades en las empresas, como son: el fortalecimiento, la comercialización y promoción de los Clusters; el desarrollo de un sistema de proveeduría estratégica; el apoyo con capacitación enfocada hacia las necesidades específicas de las empresas, y el inicio de procesos de vinculación con otras empresas. Al hablar de procesos de vinculación nos referimos a la integración de las empresas de los Clusters a cadenas productivas de sectores específicos, o a la integración con maquiladoras o empresas OEM' s. En el siguiente inciso (Administración y Desarrollo de Competencias Clave del VIC) se detallan los resultados de este proceso.

3.4 Estructura de Tecnologías de Información para apoyar VIC' s.

Las etapas de Diseño, Creación y Desarrollo de los VIC están soportadas por diferentes tecnologías de información desarrolladas como parte del proyecto de investigación. Dentro de estas herramientas podemos mencionar:

- a) Portal en Internet: **Mexican-Industry.com.mx** es un portal que reúne la información del proyecto y de las empresas, a la vez que pretende ser una ventana de negocios y de información para las empresas participantes y sus clientes actuales y potenciales. Por otro lado, este portal es el lugar que enlaza las diferentes tecnologías de información que apoyan los VIC, por medio de ligas a cada una de ellas.
- b) Base de datos de empresas: Para la captura de las capacidades tecnológicas se desarrolló una base de datos orientada a objetos, en donde su estructura define el modelo de manufactura de una empresa. En esta base de datos se encuentra toda la información referente a especificaciones de procesos y de la maquinaria con la que cuentan las empresas de los VIC. Esta es una herramienta muy valiosa para las organizaciones que buscan proveedores, ya que desde el portal se pueden realizar búsquedas y encontrar fácilmente capacidades para manufacturar un producto específico, lo cual disminuye el tiempo de búsquedas de proveedores.
- c) Herramientas y metodologías de evaluación y clasificación de empresas: Durante la etapa de Creación y Administración del Cluster se utiliza la metodología IMMPAC para realizar la evaluación tecnológica a las empresas y definirles el Plan de Desarrollo Empresarial. Esta metodología se encuentra accesible vía Internet a las empresas participantes en los VIC, lo que facilita el llenado de la información y la retroalimentación por parte de los consultores a las empresas. Otro aspecto importante de mencionar es que el sistema IMMPAC en red puede ser usado por las empresas para hacer evaluaciones periódicas y analizar su propia evolución.

- d) Sistemas de información inteligentes: Parte importante del desarrollo de un VIC es el contar con información precisa y concisa de diferentes aspectos tales como mercados, proveedores, entorno económico, inteligencia competitiva y noticias de la industria en general. El portal **Mexican-Industry.com.mx** pretende contar con esta información y proveer conexiones con sitios y agentes de interés para las empresas de los VIC, esta sección se encuentra actualmente en desarrollo.

4. Administración y Desarrollo de Competencias Clave del VIC

La administración del VIC es el proceso de coordinación y desarrollo del VIC, para que las empresas participantes alcancen los objetivos planteados y finalmente formen parte de una Empresa Virtual o participen en vinculaciones con otras empresas. Durante la administración del VIC, la selección, formación, desarrollo y protección de las competencias claves del Cluster es parte fundamental para cumplir con los requerimientos que el Broker de Negocios Virtuales necesite ante una oportunidad en el mercado que genere la creación de una Empresa Virtual [10].

Las cuatro actividades importantes en el proceso de administración de las competencias clave son:

4.1 Selección de Competencias Clave:

Es en esta etapa donde el Cluster selecciona las competencias clave, habilidades y tecnologías que debe desarrollar para asegurar su futuro, permitiéndole entregar un beneficio fundamental y diferenciado para sus clientes. La claridad en la definición de dichas competencias clave, y el grado de consenso que tenga esta definición, demuestran la capacidad de los VIC para administrar sus competencias clave.

Las actividades planteadas para la selección de las competencias clave según el marco de referencia de los VIC son:

- Mapeo de las habilidades de las empresas por medio de cuestionarios (Base de datos de capacidades tecnológicas).
- Identificación de habilidades clave y no clave del Cluster.
- Agrupación de las habilidades según jerarquías.
- Selección de las competencias clave del Cluster.

Actualmente las competencias clave de los Clusters están definidas en términos de productos, procesos y tecnologías con las que cuenta cada uno. Los procesos y las tecnologías están capturadas en la base de datos de capacidades tecnológicas, mientras que los productos se tienen diferenciados en el portal **Mexican-Industry.com.mx**.

4.2 Desarrollo de Competencias Clave:

El desarrollo de las competencias clave de un Cluster requiere la acumulación y la integración de conocimiento dentro y fuera del mismo, para lo cual se requiere comunicación y aprendizaje interdisciplinario, mediante proyectos de mejora internos que mejoren las competencias de las empresas. Las actividades que se deben desarrollar en esta etapa son dos: la definición del plan individual de desarrollo empresarial, con actividades enfocadas a mejorar las competencias clave, y la definición del plan conjunto de desarrollo para el VIC.

En este aspecto se ha trabajado con las empresas en la definición del Plan de Desarrollo Empresarial, como se mencionó en etapa de creación de los VIC. Cada empresa debe trabajar en la implementación de los proyectos de mejora planteados en este Plan, para lo cual, los coordinadores del proyecto han apoyado a las empresas con: cursos de capacitación técnica y operativa; reuniones mensuales en donde se trabajan diferentes temas de competitividad y mejoramiento empresarial; búsqueda de información general que le sirve a la empresa para mejorar sus operaciones; desarrollo de proyectos de mejora con alumnos que realizan estancias de investigación (se han realizado proyectos relacionados con sistemas de costeo y documentación de procesos), así como la ejecución de asesorías y auditorías para algunos proyectos específicos.

Sin embargo, actualmente no existe un plan conjunto de desarrollo para cada Cluster, esto es parte de las actividades que se tienen planeadas para el siguiente año de operación.

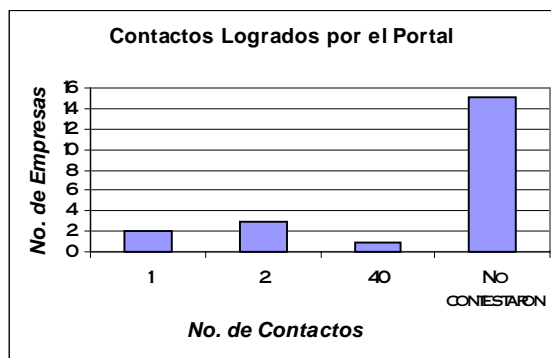
4.3 Utilización o Despliegue de Competencias Clave:

Para nivelar las competencias a través de diferentes empresas o mercados, es necesario utilizar dichas competencias con el fin de asegurar la participación exitosa en los nuevos negocios (empresas virtuales). Las actividades que apoyan este proceso son:

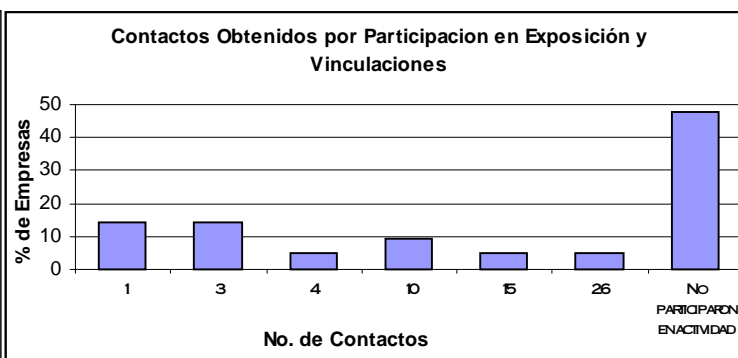
- Comercialización del VIC.
- Matriz de oportunidades, con el fin de identificar nuevas oportunidades de productos y mercados para las empresas.
- Inteligencia competitiva de mercados.
- Definición de procesos de vinculación, empresas virtuales y desarrollo de productos para las empresas del VIC.

En esta etapa se ha trabajado en la comercialización y búsqueda de vinculaciones para las empresas participantes [10], las actividades que se han realizado son: envío de información vía correo electrónico o fax a diferentes clientes potenciales, organismos gubernamentales, asociaciones gremiales y bancos que apoyan a las empresas; visitas de presentación del proyecto y ofrecimiento de capacidades en diferentes compañías, coordinación de la participación de las empresas de los VIC en exposiciones y envío de información sobre búsqueda de negocios vía Internet.

Los resultados encontrados al finalizar el primer año de ejecución se pueden ver en las siguientes gráficas elaboradas a partir de la encuesta de satisfacción mencionada anteriormente.



Gráfica 1. Contactos logrados por la página de Internet al final del 2000.



Gráfica 2. Contactos obtenidos por vinculación o participación en exposición, al final del 2000.

4.4 Protección de Competencias Clave:

En esta etapa se deben proteger las competencias clave de su desaparición o deterioro dentro del Cluster; para esto se pueden realizar diferentes actividades tanto en el área financiera, como legal, administrativa, estratégica y tecnológica. En esta etapa las actividades más importantes son:

- Actividades para sostener y mantener las competencias clave: desarrollo de proyectos de mejora, búsqueda de competencias faltantes o de competencias que se retiren del Cluster.
- Análisis e identificación de los servicios legales (modelos de derecho de autor, patentes) y los modelos de acuerdos e inversiones públicas y privadas.
- Desarrollo de esquemas financieros rentables para los VIC.
- Identificación de otras estrategias para la protección.

En esta etapa, para la protección de las competencias de los VIC, se planteó una campaña de fortalecimiento durante el segundo año de operación, en donde se seleccionaron empresas que

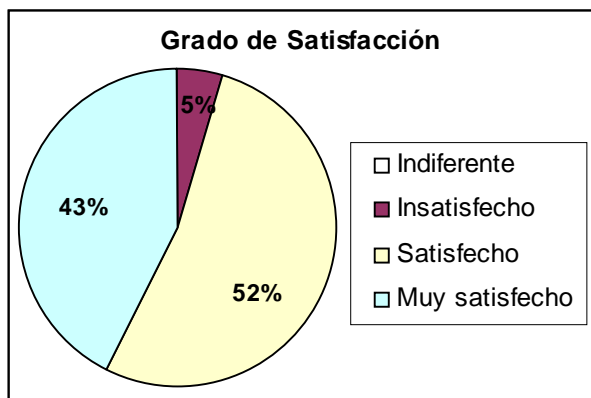
cumplían con el perfil necesario para pertenecer al Cluster y con competencias complementarias o faltantes en el grupo inicial de empresas. Este proceso se debe realizar periódicamente para contar con todas las competencias necesarias en los VIC que satisfagan las necesidades de los mercados y clientes.

En el aspecto financiero, se tienen identificados algunos organismos de apoyo a este tipo de proyectos, sin embargo, no se cuenta con esquemas definidos de financiamiento para realizar algunas actividades específicas. Actualmente se están realizando propuestas para encontrar apoyo financiero.

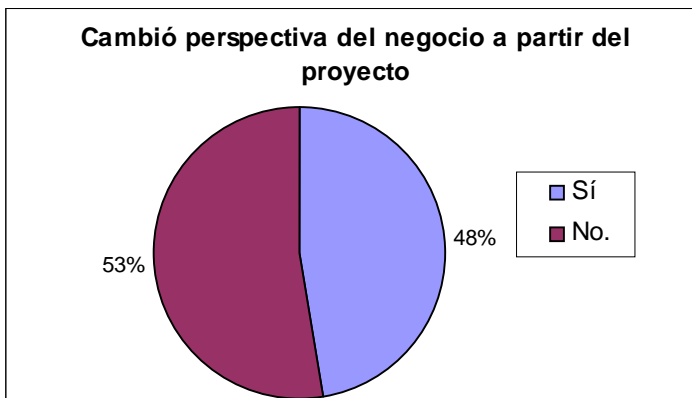
Las otras dos actividades de la etapa de protección de competencias claves, búsqueda de estrategias para la protección e identificación de servicios legales, se encuentran en desarrollo.

5. Resultados Generales

Algunos resultados del proyecto global se reflejaron en la encuesta mencionada anteriormente, las gráficas 3 y 4 muestran el grado de satisfacción de las empresas y los cambios en la perspectiva de las mismas al final del primer año de ejecución.



Gráfica 3. Grado de satisfacción de las empresas al final del 2000.



Gráfica 4. Cambio de la perspectiva del negocio al final del 2000.

Mientras que la mayoría de las empresas que respondieron la encuesta estaban satisfechas con los servicios que recibieron, algunas ofrecieron sugerencias de cómo estos servicios podrían mejorarse en el futuro. Las sugerencias más relevantes fueron: realizar una mayor promoción y publicidad al portal, realizar asesorías especializadas, aumentar los proyectos de vinculación, y desarrollar capacitaciones en diferentes áreas.

6. Conclusiones

Haciendo referencia a las preguntas planteadas en la introducción de este artículo, se pueden mencionar las siguientes conclusiones relevantes:

- El Proyecto Clusters Virtuales Industriales ha trabajado con empresas de la población clave. Se ha trabajado con 42 micro, pequeñas y medianas empresas del sector metalmecánico y plástico del estado de Nuevo León, México.
- El Proyecto Clusters Virtuales Industriales ha desarrollado diferentes proyectos enfocados a aumentar la competitividad y las ventas de las empresas participantes. Dentro de estos proyectos se encuentran: la evaluación tecnológica de las empresas; la definición del Plan de Desarrollo Empresarial con cada una de las empresas mediante la metodología IMMPAC; el diseño y la

publicación del portal **Mexican-Industry.com.mx** como parte importante de la imagen y promoción de las empresas; la realización de actividades enfocadas a ampliar los mercados de las empresas como la búsqueda de proyectos de vinculación con OEM' s y maquiladoras, además de la participación en exposiciones tecnológicas.

- Las compañías están satisfechas con los servicios provistos por el Proyecto Clusters Virtuales. Aproximadamente el 90% de los clientes que respondieron la encuesta, indicaron que se encuentran "Muy satisfechos" o "Satisfechos" con los servicios del proyecto. Por otra parte el 65% de las empresas que respondieron la encuesta de clientes, comentaron que no podrían haber obtenido servicios similares de otras organizaciones.
- Las empresas se han beneficiado de los servicios provistos por el Proyecto Clusters Virtuales. El 65% de las empresas que respondieron la encuesta de clientes, indicaron que han cambiado sus operaciones como resultado directo del proyecto. Estos cambios se han visto reflejados particularmente en áreas relacionadas con la formulación de la estrategia, con la forma de realizar publicidad y promoción, con la forma de realizar las ventas, con la organización de la producción y con los sistemas de calidad. Las empresas que utilizaron el portal como medio de publicidad para promocionar sus productos y sus capacidades obtuvieron diferentes contactos para realizar negociaciones, una de estas empresas reportó 40 contactos realizados. Aunque algunas empresas no reportaron contactos, se atribuye esto al hecho de que no utilizaron la herramienta tecnológica como una forma de comercializar sus productos.

Como resultado de la investigación se han desarrollado diferentes herramientas metodológicas y tecnologías que soportan el funcionamiento de los VIC. Estas herramientas son:

- La metodología IMMPAC - Diagnóstico (Integración y Modernización de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa para Alcanzar la Competitividad) que evalúa tecnológicamente a las empresas y define el Plan de Desarrollo Empresarial.
- El marco de referencia de Clusters Virtuales Industriales, el cual define la metodología para su diseño, creación y desarrollo, además de la estructura de apoyo de tecnologías de información.
- El Modelo de Manufactura (Software MModel) que captura las capacidades tecnológicas de las empresas.
- El Portal Mexican-Industry.com.mx, herramienta que ofrece diferentes productos y servicios a la industria manufacturera.
- El modelo del Broker de Negocios Virtuales, el cual explica cómo explotar las oportunidades de negocio ofrecidas por la industria de equipo original (OEM) y maquiladora.

7. Agradecimientos

Se agradece a todas las personas que han sido parte activa de este proyecto de investigación: Myrna Flores, Verónica Alvarado, Daniel Caballero, Veruzcka Medina, Martín Cerecer, Marcela Velandia, Pedro López, Teresa Valdepeña, Rubén Meneses, Fernando Pérez y a los estudiantes que han participado por medio de cursos PADS y estancias de verano de investigación científica. Se agradece de manera especial a los siguientes estudiantes que realizaron su verano de investigación en el 2001: Marlen Zazueta, David Palma, Elsa Berenice Gámez, Yacaira Campos, Giancarlo Fierro, Víctor Hugo Ramírez, Hugo Alberto López, Ana Lucía Lugo, María Guadalupe Lara y Pedro Herrera.

8. Referencias

- [1] Porter M., On Competition, Part II, Chapter 7: Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments and Institutions.
- [2] Flores M., Molina A., Bremer C.F., Global Research and Education in Systems Engineering: Experiences from the COSME Network. The internet and Emerging Business and Communication Models, 1999.

- [3] Molina, A. Ponguta, S. Bremer, C. y Eversheim, W., Framework for Global Virtual Business, Agility & Global Competition, Vol. 2, No 3, pag 56-69; John Wiley & Sons, 1998.
- [4] Vesterager J, Bjørn L, Goobi C., Architecture and methodology for creating virtual enterprises – Results from Globeman 21. Artículo presentado en IMS Globeman21 Open Day, Tokyo, Japón. Marzo, 1999.
- [5] Hamel, Gary, and Heene, Aimé, Competence-Based Competition. The Strategic Management Series. John Wiley and Sons. England 1994.
- [6] Velandia Marcela, Galeano Nathalie, Caballero Daniel, Alvarado Verónica, Molina Arturo, " Formación de Clusters Virtuales Industriales" , XXXI Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM, Memorias en CD, 18 - 19 Enero, 2001.
- [7] Flores M., Molina A., "Virtual Industry Clusters: Foundation to create Virtual Enterprises", in Advanced in Networked Enterprises - Virtual Organizations, Balanced Automation and Systems Integration, L.M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, Heinz-H. Erbe (Eds.), Kluwer Academic Publishers, 2000, pp. 111- 120.
- [8] Caballero, D., Bauernhansl, T., A Methodology to Evaluate Enterprises to become members of Virtual Industry Clusters. E-Business and Virtual Enterprises: Managing Business-to-Business Cooperation, L.M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, Rabelo (Eds.), Kluwer Academic Publishers, 2000, pp. 443-454.
- [9] Molina Arturo, González Daniel, Galeano Nathalie., IMMPAC: 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, Enero de 1999.
- [10] Molina, A., Flores, M., Exploitation of Business Opportunities: the role of the Virtual Enterprise Broker. E-Business and Virtual Enterprises: Managing Business-to-Business Cooperation, L.M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, Rabelo (Eds.), Kluwer Academic Publishers, 2000, pp. 269-280.

Effects of US interest rates on capital flows, the real exchange rate and reserves in Mexico

André Varella Mollick • Campus Monterrey

Algunos desafíos para el desarrollo de la ciencia económica

Alejandro J. Flores Becerril • Campus Monterrey

The persistence of corruption: A labor market approach

Bonnie Palifka • Campus Monterrey

Valoración económica de servicios ecológicos en un área en el noreste del estado de Tamaulipas,

Adriana Nelly Correa Sandoval, Irma Adriana Gómez Cavazos, Fernando A. Manrique y Ernesto C. Enkerlin Hoeflich • Campus Monterrey y Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas, SEMARNAP

Fiscal coordination and dependence on revenue sharing transfers of state governments in Mexico

Jorge Ibarra Salazar y Rodrigo Pérez Alanís • Campus Monterrey y Universita Luigi Bocconi, Italia

EFFECTS OF U.S. INTEREST RATES ON CAPITAL FLOWS, THE REAL EXCHANGE RATE AND RESERVES IN MEXICO

André Varella Mollick[†]

Using monthly data to bond and equity markets in Mexico from U.S. investors, we search for responses to shocks in U.S. interest rates and to the ratio M2/Reserves in Mexico over the years 1988-2001. U.S. interest rates are external shocks due to business cycle conditions in the large neighbor and the ratio M2/Reserves handles the degree of financial vulnerability. A positive shock (increase) to U.S. interest rates is found on M2/Reserves, moving it higher persistently and across specifications. Responses are also found as expected in terms of real exchange rate depreciation and fall in reserves after a positive shock to the U.S. Federal Funds target rate. However, a shock to U.S. rates explains only a small part (12%) of the variance of the real exchange rate, of bond flows (9%) and of equity flows (1%) to Mexico. Such quantitative effects are smaller than previously reported for the early 90s when rates bottomed in the U.S. The qualitative results of this paper, however, are consistent with the hypothesis.

Keywords: Real Exchange Rate, Foreign Exchange Reserves, M2/Reserves, Equity and Bond Flows.

1. Introduction

Several empirical studies have pointed out the importance of external factors on macroeconomic series of emerging markets. Calvo et alii [1] argue that foreign components of U.S. interest rates and other indicators (income, real estate and equity markets) are able to explain around 50% of the variance of the real exchange rate and foreign exchange reserves in ten Latin American economies. Chuhan et alii [2] also report that external variables explain from one third to one half of bond and equity flows from the U.S. to Asian and Latin American countries. Using vector autoregressions (VAR), Levy and Sturzenegger [3] claim that the business cycle in Europe (German interest rates) affects foreign exchange reserves and the real exchange rate in several Latin American economies during the early 90s, replicating the conjecture to European business cycles. It was natural that an explanation based on external components was complemented by country-specific fundamentals. Kim [4] finds, under a structural VAR (SVAR) that the resurgence in capital movements is largely due to external factors, such as world interest rates and the business cycle in industrial economies. Despite the incorporation of domestic factors (productivity and demand shocks), external factors prevail in explaining capital and current accounts of Chile, Mexico, Malaysia, and South Korea.

In 2001, the 3% levels of U.S. interest rates are back to the picture, which makes important to revise this literature and the evidence. This paper adds to the existing evidence in several ways. We attempt to cover the whole of the 90s, which is a period when several phases happened in U.S. credit markets. The period includes the low level of rates around 3% in 1992, the recovery of the U.S. economy and the subsequent rise of rates, and also comprehends fluctuations in interest rates in 1998 caused by Russian debt default and a domestic credit crunch. The FED pushed rates down to 4.75% during the fall of 1998 and, in mid-1999, started to hike gradually until the level of 6.50% in May of 2000. Following the slowdown at the end of 2000 in the U.S., short-term rates were reduced again in early January of 2001. Ten months later, Federal Funds rate bottomed at 2.5% in October of 2001.

We conjecture in this paper whether economic effects due to external factors holds in a period not limited to the early 90s. Mexico is chosen in this study for several reasons: i) it has very strong commercial ties with the U.S.; ii) its currency has fluctuated throughout and has appreciated notably

[†] Assistant Professor, Department of Economics, ITESM-Campus Monterrey, E-mail address: avarella@campus.mty.itesm.mx

since 1999; iii) it underwent economic reforms earlier than most Latin American countries; and iv) it is the second largest and a representative economy of Latin America.

Keeping the VAR methodology, this paper uses existing evidence in determining which external and domestic factors to consider. We explore one indicator that hitherto has not been explored in the literature: the ratio M2/Reserves. As emphasized by Calvo and Mendoza [5] the ratio M2/Reserves is a very good indicator of crisis and financial difficulties. The larger the ratio, the lower is the ability of a country to weather a speculative attack on its currency. It turns out that a rising ratio of M2/Reserves correctly anticipates the crisis of December of 1994 in Mexico. On the external front, we employ U.S. interest rates: the intended Federal Funds target rate. As dependent variables, we concentrate on funds by U.S. investors to Mexico into equity and bond markets gathered by the U.S. Treasury Department. Such data were also used by Chohan et alii [2] and Sarno and Taylor [6] for the early 90s and are exempt of bias due to central bank intervention. We also investigate responses in the real exchange and the amount of foreign exchange reserves in Mexico, which were the major endogenous variables in Calvo et alii [1].

The main results of this study can be summarized briefly. A positive shock to U.S. interest rates is felt as expected on M2/Reserves in Mexico, moving the ratio higher and persistently after the shock. U.S. shocks explain between 14% and 33% of M2/Reserves variations one year after the shock. Under direct bond and equity flows as major dependent variables, innovations in the U.S. federal funds explain about 9% of bond flows from U.S. investors to Mexico or 1% of net equity flows. In the enlarged sample used in this paper, a shock to U.S. interest rates explains not more than 7% of reserves variations and not more than 5% of real exchange rate changes under the Calvo et alii [1] benchmark specification. Finally, we can combine M2/Reserves with real exchange rates as the final series in the orderings and the effects of external shocks explain 12% of the real exchange rates variance 1 year after the shock. Typically, the responses to U.S. interest rate shocks are as expected: higher standard deviation in U.S. interest rates move reserves down and depreciate the real exchange rate.

This paper is structured as follows. Section 2 of the paper discusses our hypothesis, section 3 summarizes the data and major features of the inflows into Mexico, while section 4 presents the estimations. Section 5 reviews the work and presents extensions for further research.

2. Hypothesis

The amount of money into bonds (bnd) and equities (eqt) sent by U.S. investors at time t (within a month in our data) to Mexico can be modeled as:

$$\text{Bnd}_t = f(u_t^{i^*}, u_t^{m2r}, u_t^{\text{bnd}}) \quad (1)$$

$$\text{Eq}_t = g(u_t^{i^*}, u_t^{m2r}, u_t^{\text{eqt}}) \quad (2),$$

where: $u_t^{i^*}$ are shocks to the U.S. interest rate, u_t^{m2r} are shocks to the domestic M2/Reserves ratio, u_t^{bnd} are shocks to the bond flows, and u_t^{eqt} are shocks to the equity flows. Higher interest rates in the U.S. should discourage the flow of funds into Latin American markets. A higher ratio of M2/Reserves in Mexico should also lead to lower flows since the risk is higher of a financial or currency crisis. See Calvo and Mendoza [5] for a theoretical model based on “herd behavior” and for an analysis of the 1994 financial crisis in Mexico based on its (rising) M2/Reserves ratio. Kaminsky and Reinhart [7] verify, under a probabilistic approach for a sample of 20 countries, that growing M2/Reserves increases the likelihood of crisis.

Since the structural shocks in equations (1) and (2) are unobserved, some identifying assumptions are needed to uncover structural shocks from the observed series. In order to extract the two structural shocks ($u_t^{i^*}$ and u_t^{m2r}), we use a two-variable system in which:

$$Y_t = \sum_{i=0} A_i U_{t-i} = A(L) U_t \quad (3),$$

where $Y_t = (\Delta i_t^*, \Delta m2r_t)'$, $U_t = (u_t^{i^*}, u_t^{m2r})'$, and $A(L) = \sum_{i=0}^{\infty} A_i L^i$, where L is the lag operator and A_i is the matrix of impulse responses of endogenous variables to structural shocks. The system of equations is:

$$\Delta i_t^* = a_{11}(L) u_t^{i^*} \quad (4a)$$

$$\Delta m2r_t = a_{21}(L) u_t^{i^*} + a_{22}(L) u_t^{m2r} \quad (4b),$$

where $a_{ij}(L)$ are polynomials in L . Note that the system is of very low dimension and one does not need to assume many restrictions. All is needed in (4a) and (4b) is that the world interest rate be exogenous and that shocks to M2/Reserves be orthogonal to shocks in the world interest rate.¹ Examples of innovations in (4a) are shifts to the marginal productivity of capital and changes in monetary policy. The latter includes a more aggressive or lenient Federal Reserve Board in response to inflation threats and growth prospects.² Examples of innovations to equation (4b) are more complicated since two factors are included in the ratio M2/Reserves. Factors affecting M2 are pertained to domestic monetary policy or money demand (e.g., a boom in income that pushes the monetary aggregate up), while factors moving reserves are related to the current account and credibility factors. We require in (4a) and (4b) that there is no connection between the innovations, which is plausible if the shocks respond to different forces.

As in Ahmed et alli [9], the VAR is estimated for the system of observed variables. In the modified VAR, the external series follows an autoregressive process and the domestic series are modeled as functions of their own lags and of the lags of the external variables:

$$\Delta i_t^* = c^1 + \sum b_k^{11} \Delta i_{t-k}^* + v_t^1 \quad (5a)$$

$$\Delta m2r_t = c^2 + \sum b_k^{21} \Delta i_{t-k}^* + \sum b_k^{22} \Delta m2r_{t-k} + v_t^2 \quad (5b)$$

$$\Delta bnd_t = c^3 + \sum b_k^{31} \Delta i_{t-k}^* + \sum b_k^{32} \Delta m2r_{t-k} + \sum b_k^{33} \Delta bnd_{t-k} + v_t^3 \quad (5c),$$

$$\Delta eqt_t = c^4 + \sum b_k^{41} \Delta i_{t-k}^* + \sum b_k^{42} \Delta m2r_{t-k} + \sum b_k^{43} \Delta eqt_{t-k} + v_t^4 \quad (5d),$$

where the vector of v_t^j are reduced-form innovations. The VAR is of dimension 3 and its last row is *either* (5c) or (5d) depending on which financial market (fixed income or stocks) is considered. Structural shocks can be recovered as linear combinations of reduced-form innovations. Given appropriate restrictions on the long-run matrix, we can recover the full dynamic system. Disturbances should be orthogonal to each other and the long-run matrix must be lower triangular, which is obtained by either (5a)-(5b)-(5c) or (5a)-(5b)-(5d) with Wold orderings as: $[i^*, m2r, bnd]$ and $[i^*, m2r, eqt]$. In addition to the systems above, we estimate the conventional specification in Calvo et alli [1] as well: $[i^*, res, rer]$, where reserves are represented by (res), and the real exchange rate by (rer). Finally, we combine our model based on M2/Reserves with the benchmark specification to obtain the ordering: $[i^*, m2r, rer]$.

3. The Data

The period of our analysis comprises two full swings as U.S. interest rates reached the 3% levels during 1993 and then staged a recovery. See figure 1 for the behavior of the U.S. Federal Funds rate for our 13-year sample with monthly data. The first chart in the figure documents the significant declining period that goes from 1989 until 1992, which is the one covered by Calvo et alli [1]. Two visible periods of upward rates in the U.S. are 1994 and the more recent six times hikes by the FED between June 1999

¹ In section 4 we report the correlation among the series. Technical identification requires that *shocks* to the series are unrelated to other shocks, which certainly is not the same as the sample correlation coefficient between any two series is low or close to zero. The orthogonality of structural shocks is impossible to verify, which may cause misspecifications in the SVAR.

² See Clarida et alli [8] for evidence that the FED during the Volcker-Greenspan tenures has adopted a more aggressive stance on inflation control than their predecessors.

and May 2000. Figure 1 also contains the patterns of U.S. flows into Mexico as well as Mexican data.³ In Mexico the bond and equity flow series appear insensitive to U.S. interest rate swings. The M2/Reserves series has two spikes: in early 1990, one year after the inauguration of the Salinas administration; and in late 1994 with the currency crisis that forced the abandon of exchange rate bands.⁴

This paper uses monthly U.S. capital flow data on gross and net purchases of non-U.S. securities (equities and bonds) in Mexico for the period of January 1988 to April 2001. Mexico is responsible for a substantial share of U.S. flows into the Latin American region and the Mexican peso has benefited lately from a sustained real exchange rate appreciation together with foreign reserves accumulation. See the “tcr” and “res” series in figure 1. The capital movements data come from the U.S. Treasury Department and belong to the *Treasury International Capital (TIC)* Reports. Such data are aggregated by type of capital flows and form perhaps the most comprehensive available data set on a monthly basis for portfolio flows to less developed countries. The TIC data represent U.S. investor’ s purchases and sales of long-term foreign securities as reported to the TIC reporting system by commercial banks, bank holding companies, brokers and dealers, foreign banks, and non-banking enterprises in the U.S.

In this paper we consider two particular types of capital: U.S. funds into equities and bonds to Mexico. The data on bonds cover the purchase and sale of foreign bonds from and to U.S. investors to Mexico. We focus on gross bond inflows instead of net bond inflows. Consistent with the literature, we choose to do so because net bond flows are influenced by countries’ gross purchases of foreign assets (sterilization by central banks, for example) and the repurchases of the countries’ own external obligations. Since the net bond outflows are influenced by many non-market factors, for which it is not possible to clean the data, we can only meaningfully study *gross bond inflows*. For equity flows, we can correctly study the *net equity flows* since they are not influenced by central banks’ operations.

For bonds and equity flows series towards Mexico (country code 31704), we use historical data from the database “U.S. transactions with foreigners in long-term securities” from the U.S. Department of the Treasury (www.ustreas.gov/tic). For exchange rates and international reserves, we employ the series “Market Rate” (end of period, we) and “Total Reserves minus Gold” (11.d) published in the International Financial Statistics by the International Monetary Fund. The exchange rate is used to convert domestic M2 into M2 in dollars in order to obtain the ratio M2/Reserves. Other series were taken from Mexico’ s central bank. We employ the series M2 published by Banxico (www.banxico.org.mx) on the tables “*Agregados Monetarios y Financiamiento*”.

4. Results

The basic correlation coefficients match our priors: the U.S. interest rate is negatively correlated to (gross) bond flows (-0.28) with (net) equity flows (-0.26) and positively correlated with M2/Reserves in Mexico (0.49). The ratio M2/Reserves in Mexico is very weakly correlated with bond flows (-0.03) and with equity flows (-0.001). The real exchange rate is positively correlated with the U.S. federal funds rate (0.50), with the ratio M2/Reserves (0.28), and negatively correlated with bond flows (-0.23) and with equity flows (-0.09). Mexican international reserves show a negative correlation with U.S. interest rates (-0.53) and with the real exchange rate (-0.74), along with M2/Reserves (-0.61). Reserves also correlate weakly with bond inflows (0.26) and with equity flows (-0.09).

Unit root tests (omitted to save space), under the methodologies of Dickey-Fuller and Phillips-Perron, document non-stationarity for most of the series in levels and stationarity in differences. We can not reject, at the 5% significance levels, the null hypothesis that there is a unit root in each of the series (ff, tcr, and res) when expressed in levels, while we are always able to reject the null in first differences.

³ Results for Brazil and Chile are subject to a smaller sample size and are still preliminary. In Brazil, the M2/Reserves plot shows clearly the rise in 1999, while in Chile the M2/Reserves ratio in Chile has a U-type pattern at levels much lower than in Brazil and Mexico, suggesting a less prone environment to financial vulnerability in the sense of Calvo and Mendoza [5].

⁴ Calvo and Mendoza [5] list three factors when explaining why huge gaps in stocks during 1990 in Mexico did not bring about a crisis as they did in 1994. First, in 1990 the environment was different with rates very low in the U.S. that contributed to flows into Latin America. Second, the Mexican government could then finance its debt through ajustabonos, an option no longer available in 1994. Third, foreign investors were not main holders of Mexican public debt in 1990 as they were in 1994.

Bond and equity flows and the ratio M2/Reserves, however, are stationary in levels. Both ADF tests and the Phillips-Perron tests yield the same results for all series. The series originally considered by Calvo et alii [1] in their study (U.S. interest rate series, the real exchange rate and reserves) can be classified as integrated of order 1. The lag selection criterion of the lags in the ADF regressions is based on a data dependent procedure, which usually has more power than when chosen by an information criterion or by an arbitrarily set lag length as showed by Ng and Perron [10].

The main qualitative results of this paper are summarized in figures 2 to 5. The lag-length for the VAR is chosen by minimization of the Akaike and Schwarz-Bayes information criteria, assuming an initial lag-length of 6. In figure 2, we show the plots of impulse responses in the VAR [ff, res, tcr] for Mexico. A 1% shock to the U.S. interest rate affects reserves negatively (between -2% and -4%) over the whole forecasted horizon. This is consistent with Calvo et alii [1]. Also, the 1% innovation in foreign exchange reserves implies a strong negative response of the real exchange rate: an appreciation, which is also in agreement with the major hypothesis. The 5% confidence bands generated by 1000 Monte Carlo replications rule out a positive or zero response in both cases.

In table 1 the corresponding variance decompositions are reported. Under inference based entirely on unit root tests, variance decompositions in the upper part of table 1 suggest external shocks explain – after 12 months - about 7% of the variance in reserves and 4.5% of the variance in the real exchange rate. These figures are much lower than the 50% levels reported in Calvo et alii [1] for the 1988-1991 period but are obtained for the VAR in first-differences. Shocks in reserves explain about 11% of the variance real exchange rates over the same period. Estimating in levels, the amount of real exchange rate variances explained by reserves becomes almost 52% in the middle panel of table 1, while external shocks continue to have minor effects. For the specifications in first-differences, the impulse responses die out soon after the shock and are, therefore, omitted.

After reproducing the hypothesis in Calvo et alii [1] for longer time series, we introduce the results of specifications with M2/Reserves and direct flows of U.S. investors to Mexico. The model was developed in section 2 above. In figure 3, shocks in U.S. interest rates lead to more than proportional responses in M2/Reserves, implying more financial vulnerability in the sense of Calvo and Mendoza [5]. Higher rates in the U.S. contribute to higher stock imbalances in Mexico. The impact of U.S. interest rates on the direct flows of bonds is, however, not statistically different from zero throughout the period.

In figure 4, the impulse responses are qualitatively the same as above, under net equity flows instead of bond flows. In the upper part of table 2, one can see that innovations in U.S. rates explain from 0.2% (1 month) to 14.3% (12 months) of the variations in M2/Reserves in Mexico. Conversely, interest rate shocks explain from 0.6% (1 month) to 32.3% (12 months) of the variations in M2/Reserves in Mexico in the lower part of table 1 when bond flows are investigated. In figure 5, a shock in U.S. interest rate leads to a large and significant increase in M2/Reserves in a hump-shaped pattern. The real exchange rate also depreciates remarkably over the period following an increase in the U.S. federal funds target rate. Finally, the 1% innovation in M2/reserves leads to at least 1% depreciation in the peso, which supports the vulnerability hypothesis. Turning to variance decompositions in table 2, innovations in M2/reserves explain 26% of the variations in the real exchange rate in Mexico and innovations in U.S. interest rates explain 12.5% of variations in the real exchange rate over the 12 months period.

5. Final Remarks

This paper proposes simple models in order to explain the effects underlying U.S. capital flows to Mexico. Based on existing evidence and theoretical viewpoints, we select two factors: the *U.S. Federal Funds rate* and the *ratio M2/Reserves* in Mexico. The former is an example of external shock that has been used extensively by Calvo et alii [1], Chohan et alii [2], and Kim [4]. The latter has been shown by Calvo and Mendoza [5] to well explain the Mexican crisis of December of 1994. We find empirically consistent responses in our model. In addition to the results of the model developed in section 2, we also check for the whole sample the hypothesis put forward originally by Calvo et alii [1].

The results are fairly robust to stationarity of the series. Yet, on a fundamental basis, there are factors omitted in our approach. Studying bond flows, Antzoulatos [11] emphasizes supply factors

through global bond issuance. Studying equity flows, Brennan and Cao [12] build a model in which U.S. purchases of equities in foreign developing markets are positively associated with the current stock market return in those markets. Domestic market returns have been investigated previously by Brennan and Cao [12] and P/E ratios and domestic returns have been explored by Chuhan et alii [2]. Our parsimonious VARs, however, do not require a great deal of identifying assumptions. And the specification is intuitive, capturing factors very important for the analysis, such as the ratio M2/Reserves that well anticipates the Mexican currency crisis of December of 1994. Finally, complementing imperfect measures of capital flows (international reserves) that are plagued by central bank intervention, we also employ direct monthly data from U.S. investors to Mexico. Our research agenda includes extending the results of this paper to other Latin American countries and to investigate more deeply the transmission channels here proposed.

6. References

- [1] Calvo, G., L. Leiderman and C. Reinhart; "Capital Inflows and Real Exchange Rate Appreciation in Latin America", *IMF Staff Papers* 40 (1): 108 - 151 (1993).
- [2] Chuhan, P., S. Claessens and N. Mamingi; "Equity and Bond Flows to Latin America and Asia: the Role of Global and Country Factors", *Journal of Development Economics* 55: 439-463 (1998).
- [3] Levy Yeyati, E. and F. Sturzenegger; "Implications of the Euro for Latin America' s Financial and Banking Systems", *Emerging Markets Review* 1: 53-81 (2000).
- [4] Kim, Y.; "Causes of Capital Flows in Developing Countries", *Journal of International Money and Finance* 19: 235-253 (2000).
- [5] Calvo, G. and E. Mendoza; "Mexico' s Balance of Payments Crisis: A Chronicle of a Death Foretold", *Journal of International Economics* 41: 235-264 (1996).
- [6] Sarno, L. and M. Taylor; "Hot Money, Accounting Labels and the Permanence of Capital Flows to Developing Countries: an Empirical Investigation", *Journal of Development Economics* 59: 337-364 (1999).
- [7] Kaminsky, G. and C. Reinhart; "The Twin Crises: The Causes of Banking and Balance-of-Payments Problems", *American Economic Review* 89 (3): 473-500 (1999).
- [8] Clarida, R., J. Galí, and M. Gertler; "Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory", *Quarterly Journal of Economics* 115 (1): 147-180 (2000).
- [9] Ahmed, S., B. Ickes, P. Wang, and B. S. Yoo; "International Business Cycles", *American Economic Review* 83 (3): 335-359 (1993).
- [10] Ng, S. and P. Perron; "Unit Root Test in ARMA models with Data Dependent Methods for the Selection of the Truncation Lag", *Journal of the American Statistical Association* 90: 268-281 (1995).
- [11] Antzoulatos, A. A.; "On the Determinants and Resilience of Bond Flows to LDCs, 1990-1995", *Journal of International Money and Finance* 19: 399-418 (2000).
- [12] Brennan, M. and H. H. Cao; "International Portfolio Investment Flows", *Journal of Finance* 52 (5): 1851-1880 (1997).

Table 1. Variance Decompositions: Mexico: 1988:1 – 2001:4
VARs: [Δ (ff), Δ (res), Δ (tcr)]; [ff, res, tcr]; and [Δ (ff), m2r, gfb].

Decomposition and Periods after Shocks	Shocks in Δ (ff)	Shocks in Δ (res)	Shocks in Δ (tcr)
Δ (ff)			
1	100.00	0.00	0.00
6	99.06	0.85	0.10
12	99.05	0.85	0.10
Δ (res)			
1	2.57	97.43	0.00
6	7.35	91.54	1.11
12	7.36	91.53	1.11
Δ (tcr)			
1	0.76	9.25	89.99
6	4.47	10.91	84.62
12	4.49	10.91	84.60
Decomposition and Periods after Shocks	Shocks in ff	Shocks in res	Shocks in tcr
ff			
1	100.00	0.00	0.00
6	99.20	0.44	0.36
12	97.48	1.24	1.28
res			
1	2.95	97.05	0.00
6	4.22	95.09	0.69
12	6.12	91.51	2.38
tcr			
1	0.21	13.69	86.10
6	0.40	32.76	66.84
12	0.82	51.81	47.37
Decomposition and Periods after Shocks	Shocks in Δ (ff)	Shocks in m2r	Shocks in gfb
Δ (ff)			
1	100.00	0.00	0.00
6	93.98	4.82	1.19
12	92.34	5.87	1.19
m2r			
1	0.59	99.41	0.00
6	20.85	78.04	1.12
12	32.68	63.15	4.18
gfb			
1	0.00	6.45	93.55
6	4.88	5.77	89.35
12	9.39	4.36	86.25

Note: The VARs are estimated with 2 lags in first-differences, with 1 lag in levels, and 4 lags in the bottom chart, as implied by minimization of Akaike and Schwarz-Bayes information criteria starting with order 6. The upper part specification comes directly from inference based on the unit root tests. The specification in the middle follows Calvo et alii [1]. Reserves (res), gross flows of bonds (gfb) and the real exchange rate (tcr) are in logarithms. In the first-differenced VAR of the upper panel, the impulse responses die out soon after the shock and are omitted.

Table 2. Variance Decompositions: Mexico: 1988:1 – 2001:4
[Δ (ff), m2r, nfe]; and [Δ (ff), m2r, tcr].

Decomposition of Series and Periods after Shocks	Shocks in Δ (ff)	Shocks in m2r	Shocks in nfe
Δ (ff)			
1	100.00	0.00	0.00
6	98.64	0.66	0.70
12	98.11	1.15	0.74
m2r			
1	0.19	99.81	0.00
6	10.98	86.83	2.20
12	14.33	83.35	2.32
nfe			
1	0.39	0.49	99.11
6	1.43	0.56	98.01
12	1.43	0.59	97.98
Decomposition of Series and Periods after Shocks	Shocks in Δ (ff)	Shocks in m2r	Shocks in tcr
Δ (ff)			
1	100.00	0.00	0.00
6	99.22	0.75	0.03
12	98.76	1.16	0.08
m2r			
1	0.12	99.88	0.00
6	9.91	90.07	0.02
12	12.79	87.16	0.05
tcr			
1	0.24	6.15	93.62
6	7.34	17.26	75.40
12	12.45	25.54	62.01

Note: The VARs are estimated with 1 lag in the upper part of the table and with 1 lag in the lower part of the table, as implied by minimization of Akaike and Schwarz-Bayes information criteria starting with order 6. The series M2/Reserves (m2r), international reserves (res), and the real exchange rate (tcr) are in logarithms.

Figure 1. U.S. Federal Funds intended target rate (FF); Gross Purchase of Mexican Bonds (GFB) and Net Purchase of Mexican Equity (NFE) by U.S. investors, Mexican International Reserves (RES), the ratio M2/Reserves (M2R) in Mexico, and the real exchange rate (TCR) in Mexico, Monthly Data.

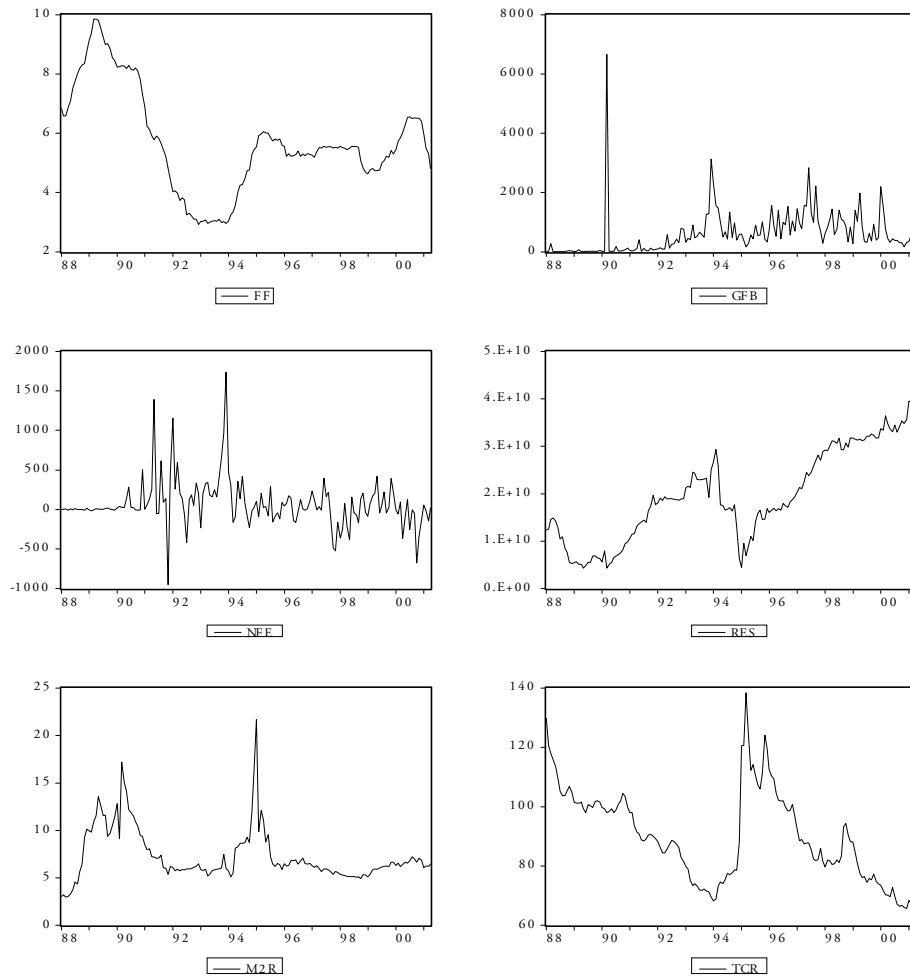


Figure 2. Mexico: Impulse Responses for [ff, res, tcr]. Var. Decompositions (VDs) in table 1, middle chart.

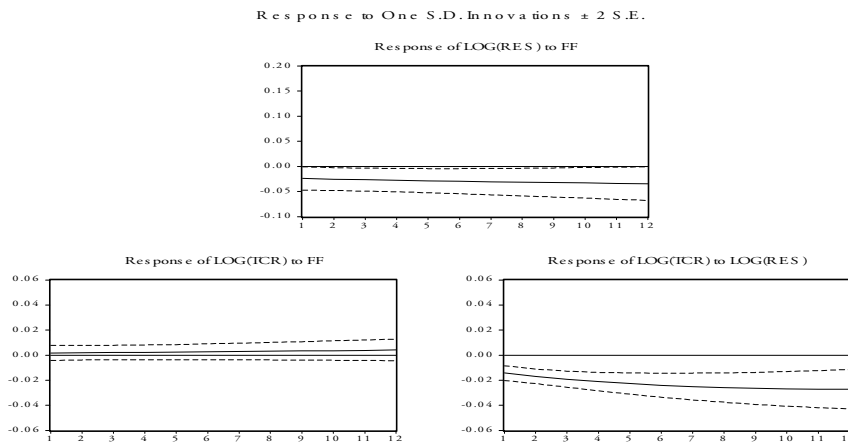


Figure 3. Mexico: Impulse Responses for $[\Delta(ff), m2r, gfb]$. VDs in table 1, lower chart.

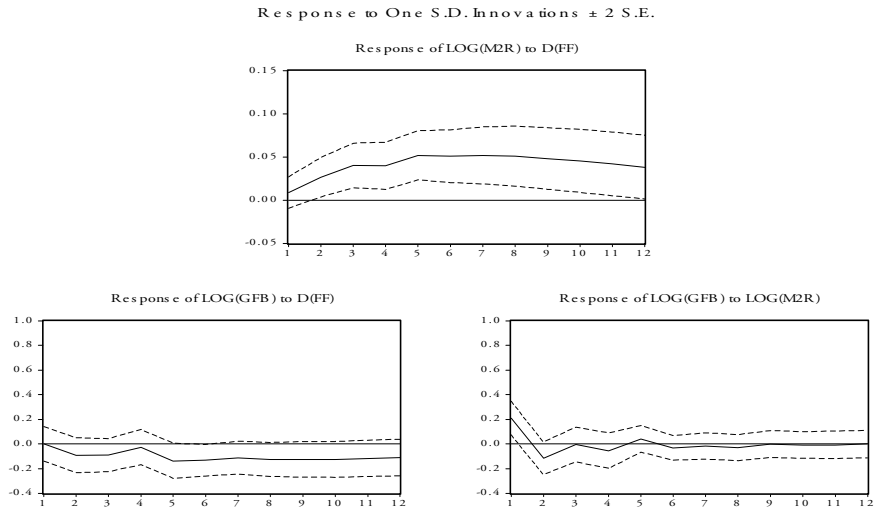


Figure 4. Mexico: Impulse Responses for $[\Delta(ff), m2r, nfe]$. VDs in table 2 upper chart.

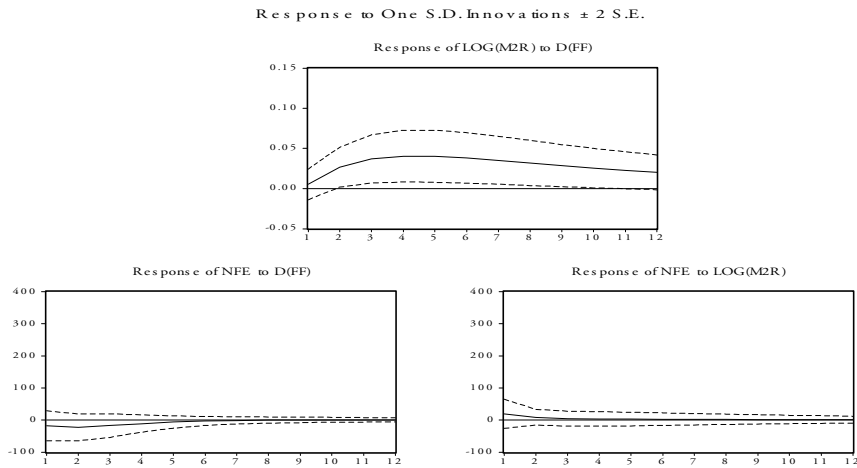
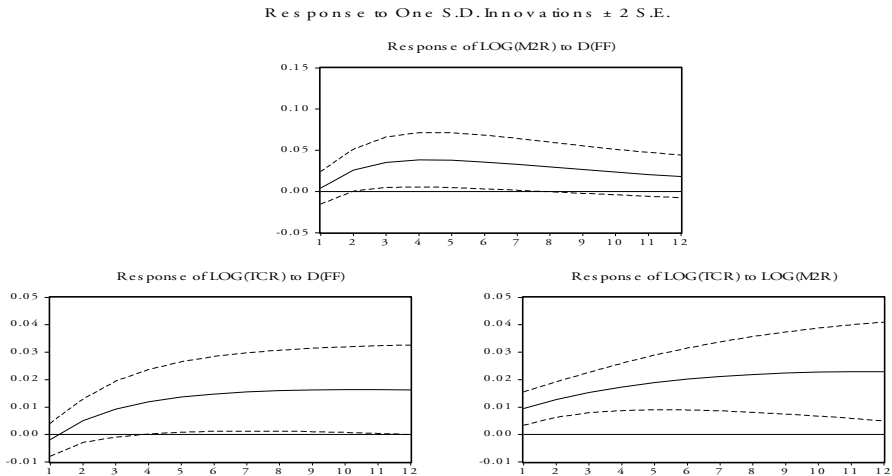


Figure 5. Mexico: Impulse Responses for $[\Delta(ff), m2r, tcr]$. VDs in table 2, lower chart.



ALGUNOS DESAFIOS PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA ECONOMICA

Alejandro J. Flores Becerril[†]

En relación con las críticas tanto externas e internas dirigidas a la ciencia económica y con referencia a una revisión rápida del desarrollo histórico del pensamiento económico, se analizan algunos desafíos relevantes a los que deberán responder los economistas en el futuro. Entre estos se encuentran la necesidad de explicar y proponer respuestas a la crisis actual y contrarrestar sus características de fin de siglo, como son la falta de unidad, sus tendencias determinista, reduccionista y de su alejamiento de la realidad. Concluimos que el desarrollo de la ciencia económica obedece a imperativos de época y actualmente es relevante la exigencia de generar políticas públicas.

Palabras Clave: Ciencia Económica, Historia del Pensamiento Económico

1. Crítica y percepción general

Durante los últimos treinta años del siglo XX la economía como campo de estudio ha sufrido una crisis importante ante la problemática mundial en un ambiente no plenamente explicado, conocido como globalización. Así, la economía ha sido objeto de críticas, no siempre bien fundadas, provenientes de la opinión pública, de las esferas gubernamentales y de economistas mismos que difieren en posición y pertenencia a escuelas de pensamiento.

El primer desafío es diferenciar las críticas bien fundadas de aquellas que no lo son y dar una respuesta adecuada a las segundas. El reto siguiente es el de interpretar el primer grupo de críticas y satisfacerlas aportando los avances teóricos, metodológicos o de diseño de políticas que sean conducentes y que seguramente enriquecerán a la economía como disciplina relevante.

La percepción general es simplista e irreal. A juzgar por las opiniones que es común escuchar o leer y por los chistes que han proliferado a propósito de los economistas¹, se juzga a este profesionista como un *ser alejado de la realidad*, dada su propensión al uso abusivo de supuestos, *neccio* por creer sólo en sus propias ideas, mismas que no pueden coincidir con las de sus colegas y sobre todo *incapaz* tanto para explicar los problemas del mundo como para proponer soluciones eficientes.

Esta visión generalizada implica que los economistas lo suponen todo pero paradójicamente pretende que de no hacerlo podrían resolver de una vez por todas los problemas económicos y correlativos del mundo. En pocas palabras, consideran un mundo extremadamente simple. Por lo tanto podríamos afirmar que esta posición de crítica externa hacia la economía y sus profesionales refleja ignorancia tanto del mundo real como de lo que es este campo de estudio.

Lo anterior representa en sí un importante desafío para los economistas. Es necesario demostrar que la problemática de un mundo gobernado por fuerzas económicas, sociales, políticas y naturales no es simple y que la economía tiene un lugar relevante en su estudio. Sin embargo, la exigencia cotidiana de acciones basadas en razonamientos económicos obliga a la toma de decisiones insuficientemente

[†] Dr. Alejandro J. Flores Becerril: Profesor del Departamento de Economía, ITESM Campus Monterrey, ajflores@campus.mty.itesm.mx.

¹ Me refiero a conversaciones corrientes y a información que difunden los medios masivos. En lo que concierne a los chistes sobre economistas, hay en internet un sitio dedicado a este propósito, cuya lectura tomaría muchas horas.

informadas e insuficientemente apoyadas en conocimientos disponibles, en un contexto que podríamos designar como “la economía de Babel”.

Sobre este punto Klamer y Meehan [9] aportan reflexiones valiosas sobre la yuxtaposición y no plena correspondencia entre distintos niveles de lenguaje económico y sus aplicaciones.

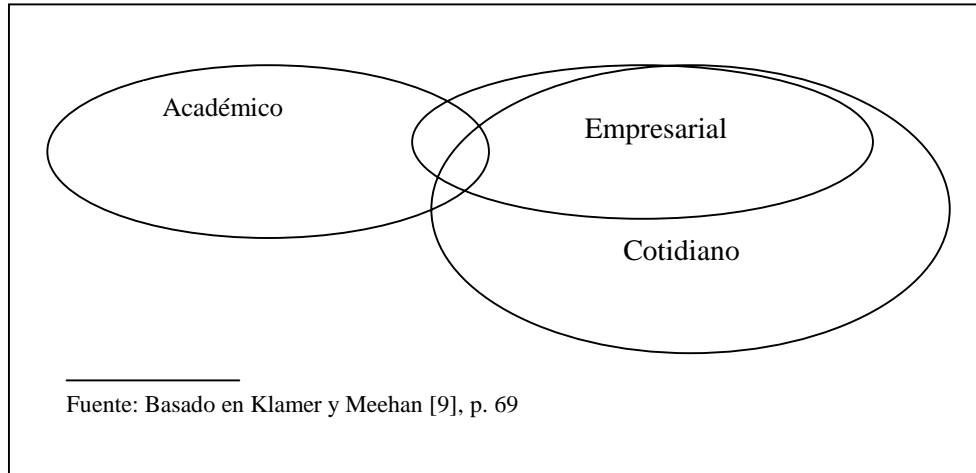


Figura 1. Ambitos del Campo de la Economía

En los ámbitos cotidiano y empresarial se toman constantemente decisiones relacionadas con asuntos económicos y, dado el desconocimiento existente sobre lo que es la economía, en este caso la académica, el mercado de trabajo facilita la colocación de profesionistas no economistas en los puestos de tales decisiones. Esto debilita la vinculación entre la economía académica y sus aplicaciones y conduce hacia resultados francamente negativos² como son la ausencia o falta de sistematización, evidencia empírica insuficiente y predominancia de sentido común tendiente a dramatizar en torno a intereses de carácter extraeconómico.

A lo anterior habría que agregar el hecho de que tanto en el sector público como en las empresas y en los medios de comunicación las decisiones y el análisis económicos están en manos de no economistas o de profesionistas con bases académicas endebles en el área de economía.

La existencia de un mercado para una “economía sin economistas” ha propiciado la publicación de mucha literatura “económica” escrita en buena parte por no economistas en campos como sociología económica, derecho económico, ingeniería financiera y sicología económica entre muchos otros que se ubican en la intersección de la economía con otras disciplinas.

La realidad es compleja, cambiante y contradictoria. Por lo tanto no podríamos esperar que cualquiera de las ramas de la ciencia alcance un nivel de desarrollo y perfección tal que le permita

² Klamer & Meehan [9] señalan: “Everyday economists are all those coping with economic issues on a daily basis. Someone deciding to buy now instead of later in anticipation of rising prices practices everyday economics, and so does a company in the process of planning an expansion, and so does a politician weighing the pros and cons of NAFTA. Everyday economists are most likely to personalize the economy; they think in terms of people doing things, of right and wrong, of victories and defeats, of special interests, and of identities. Do not expect from these economists neatly systematized knowledge and empirical evidence. These people, and we are all among them, think in dramatic terms, of winners, losers, and of power. We assume that journalists come closest in expressing this type of economic “knowledge” because they have to cater to an audience in need of such knowledge. The policy entrepreneurs are placed to mediate between the academic and everyday spheres. [...] Whereas academicians choose to think about the economy as a (general equilibrium) system of markets, everyday economists prefer to think in anthropomorphic or biological terms. That is to say, the economy is populated by people who are emotionally driven, and functions like an organism as a whole with functionally interdependent parts. The academic narrative is minimal whereas everyday economists prefer to dramatize the economy, endowing it with villains (big corporations, unions, foreigners, or presidents of the other party) and heroes (entrepreneurs, small businesses, unions, presidents of one’s own party).” ([9], pp. 69-70)

apoyarse en un método incuestionable y generar como resultado un conjunto de verdades absolutas, irrefutables e inmutables.

La economía, por supuesto, no es la excepción; sin embargo tal parece que de ella se esperaría tal estado. En el interior de su construcción teórica encontramos concepciones utópicas que apuntan en esa dirección, como las teorías del estado estacionario de los clásicos, de la sociedad sin clases de Marx, o del óptimo social de los neoclásicos³. Fuera de este contexto también se esperan de la economía resultados perfectamente racionales o prácticamente mágicos.

Los gobiernos esperan que los economistas resuelvan de una vez por todas las grandes preocupaciones de nuestro tiempo como el desempleo, la inflación, la pobreza, el atraso tecnológico o la inestabilidad. Las empresas esperan respuestas categóricas al crecimiento de los mercados, a las fluctuaciones de la tasa de ganancia, a los imperativos de la competitividad y a la evaluación de alternativas en la toma de decisiones. La sociedad espera también la eliminación de toda incertidumbre de las expectativas de elevación de su nivel de vida.

En todos estos contextos se espera que el economista domine a tal punto las técnicas de pronóstico que no cabe esperar más que desencanto y críticas severas. En este sentido podríamos decir que el economista es uno de los grandes mitos de la sociedad contemporánea. La “racionalidad” actual espera ver al economista tomar el lugar del antiguo sacerdote que sabe interpretar el oráculo o los designios del futuro.

Los libros registran anécdotas que caricaturizan a los economistas como incapaces de dar una respuesta concreta o satisfactoria⁴, o bien que donde se encuentra un cierto número de economistas se tendrá seguramente un número mayor de opiniones⁵. En el contexto de la inversión privada existe la idea de que los economistas no son capaces de comprender la problemática real de las empresas.⁶

Este hecho refleja de manera preocupante un fuerte desconocimiento de lo que es la economía y de lo que puede esperarse de un economista y que **la percepción en los círculos informados puede ser muy similar a la percepción popular**. Sin embargo, a este nivel el asunto se convierte en un problema de primer orden porque se perpetúan hechos como el que la economía sea practicada sobre bases engañosas y a menudo por profesionistas sin el perfil adecuado y el que la economía diste mucho de ofrecer resultados satisfactorios.

Holt y Pressman [6] reúnen una visión de la disidencia en la economía durante el siglo veinte, la cual significa críticas “desde adentro” y propuestas que han abierto caminos a la investigación. La disidencia, abarca los siguientes aspectos y autores: enseñanza de la economía (Robinson), metodología deductiva del análisis económico (Bergmann, Buchanan y Friedman), comportamiento real de los individuos y sus determinantes externas (Commons, Means y Veblen), supuestos en las ciencias sociales (Knight), cuerpo teórico de la economía tradicional (Kalecki, Keynes y Sraffa), conclusiones de política del análisis económico estándar (Hobson, Kaldor y Lange).⁷

La existencia de desacuerdos, debates y propuestas, lejos de ser razón para caricaturizar una profesión, es un reflejo del trabajo colectivo al interior de una profesión y, como lo señalan los autores citados, cada idea y cada teoría de los disidentes parecen decirnos que hay una mejor manera para

³ Sobre este particular, recordemos la idea de Heilbroner [4] sobre el papel de las utopías: son elaboradas, no para ser alcanzadas, sino para dar sentido a lo que realiza.

⁴ Tomemos como ejemplo la siguiente: “In the late 1940s, President Harry S. Truman actively sought out a one-armed economist to give him advice. The problem, he lamented, was that whenever he asked one of his economic advisers for help an suggestions their response was always ‘ On the one hand ...and the other hand..!’ About thirty years later, President Ronald Reagan expressed a similar dissatisfaction with his economic advisers, quipping that if you line up all the economists in the world end to end they would not reach a conclusion.” ([6], p. ix)

⁵ Ver Ormerod [11].

⁶ “ Business people view economists as aloof number crunchers who are unable to understand the real problems facing business firms.” ([6], p. x.)

⁷ Ver Holt y Pressman [6], introducción, pp. ix-xi, donde se presenta la estructura general de los textos reunidos en la obra.

hacer economía y contribuye a mantener el ejercicio honesto de la profesión por su cuestionamiento constante del pensamiento tradicional.⁸

2. Relevancia de la Economía

Si a pesar de la crítica desde afuera la Economía continúa siendo un área de estudio y de ejercicio profesional importante, se debe principalmente a que los problemas económicos siguen siendo una preocupación central de todos los actores de la vida social y al reconocimiento tácito de que el punto de vista de los economistas continúa siendo necesario, aunque por diversas razones los tomadores de decisiones en los ámbitos público y privado normalmente no son consistentes con lo que es económicamente recomendable.

El paso de los fenómenos económicos a un lugar de importancia capital para la supervivencia y desarrollo de la sociedad en su conjunto es uno de los rasgos distintivos de la época moderna. Este aspecto es con frecuencia relegado a segundo plano inclusive en obras de historia económica y en los análisis de la evolución del pensamiento económico. En este sentido, sería sano recuperar la visión de un libro ya antiguo, cuya primera edición se publicó en 1944, que presenta un análisis enriquecedor de ubicar la historia de la Economía en su contexto social.

“...durante los cuatro siglos de su desarrollo histórico, la economía política ha cambiado tres veces su naturaleza intelectual. Sucesivamente ha sido práctica, filosófica, anticuaria y científica; pero, en todas las fases por las que ha pasado, fue fiel reflejo de la realidad social, cuyo estudio y comprensión constituyen su custodia y su misión.” ([12], p. 109)

En los planes de estudio de las licenciaturas en economía es frecuente encontrar separadas las asignaturas de Teoría Económica, Historia Económica e Historia del Pensamiento Económico, impartidas por especialistas diferentes y con programas que en ocasiones no se articulan de manera adecuada. Reintegrar estas áreas de estudio permitiría lograr una de las propuestas de este autor: estimular el pensamiento.⁹

Para observar de manera global el desarrollo de la economía como área específica de pensamiento consideraremos tres períodos que reflejan el grado de importancia del análisis de los aspectos económicos respecto de la vida social en su conjunto.

2.1 De la reflexión filosófica a la economía política

La economía surge con la consolidación de la modernidad, entre cuyos componentes se encuentran la universalización del mercado como elemento estructural y funcional del sistema económico real, la combinación empresas y familias como entidades especializadas en las esferas de la producción y el consumo respectivamente, todo ello en un marco jurídico-político del triunfante Esta Nación.

La modernidad como proyecto de construcción de una sociedad racional encontró en esta estructura una base consistente que permitía tipificar a la población en dos grupos genéricos con racionalidad propia, cuya expresión sería la maximización de la satisfacción y de la ganancia, relacionados en un contexto mercantil adecuado para asegurar esos beneficios particulares y la acumulación de capital como base para el crecimiento del sistema en beneficio de todos sus componentes.

Así, desde sus inicios la economía está ligada de manera directa con un sistema económico específico: el capitalismo, cuyo estudio requiere incorporar una visión de diversos aspectos como los históricos, sociales, tecnológicos, ideológicos y políticos, entre otros. Con esta visión compleja la

⁸ Íbidem.

⁹ “No es de tanta utilidad impartir amplios conocimientos –aunque es de esperarse que ello no será sin valor aun en este aspecto– como estimular el pensamiento”. ([12], p. 8)

economía adquiere en sus inicios la denominación de economía política, que podríamos definir como un esfuerzo metodológico de integración de una visión del mundo con el análisis dinámico y multidimensional del capitalismo, incluyendo la previsión racional de su desarrollo en perspectiva¹⁰.

Esto significó el surgimiento de la escuela clásica en el siglo XVIII y de su polarización en el siglo XIX con la formación de las escuelas marxista y neoclásica, enfrentando dos propuestas parciales, liberalismo y estatismo, para asegurar la racionalidad del funcionamiento de la economía real.

El enfoque neoclásico ha sido dominante en los círculos académicos y gubernamentales, a pesar de su tendencia reduccionista al privilegiar el estudio de los mecanismos económicos en detrimento de los otros componentes, principalmente históricos y sociales. No obstante, las obras significativas de sus autores conservan por muchos años la denominación de economía política¹¹.

2.2. De la economía política a la política económica

El siglo XX marcó la consolidación y una gran caída del neoclasicismo y ambas situaciones significaron fragmentación y aparente antagonismo excluyente del campo de la economía. En su consolidación el marxismo fue relegado a la posición de escuela disidente y en su caída con la Gran Depresión, fue desplazada por el keynesianismo.¹²

John M. Keynes, discípulo de Alfred Marshall pero con conocimientos sobre áreas como las fluctuaciones económicas y la crisis, revela las limitaciones del enfoque neoclásico para enfrentar la crisis de los años treinta¹³ y propone una reconsideración del análisis económico, de la cual es necesario enfatizar la incorporación de dos elementos clave: primero una explicación de la crisis y segundo, un conjunto de propuestas de políticas para contrarrestar tendencias indeseables y estabilizar con ello desenvolvimiento de la economía.

La adopción de una posición analítica dinámica, fuera del equilibrio, macroeconómica, con incertidumbre y no liberal, llevó a considerar su aportación como una revolución teórica que obligó a la escuela neoclásica y a todas las escuelas de pensamiento a revisar sus fundamentos y sobre todo a reincorporar a sus modelos una mayor aproximación a la realidad. Surge así la fase de la política económica que significó para esta ciencia el imperativo de explicar los problemas inmediatos y proponer vías de solución.

La revisión de la escuela neoclásica a la luz del keynesianismo y de los acontecimientos económicos de los últimos treinta años del siglo XX permitió una “contrarrevolución” con el surgimiento de los monetaristas¹⁴, que contienen bases neoclásicas, liberales y con objetivos específicos de explicación de la crisis y de diseño de políticas económicas con relación al ciclo de los negocios y reincorporando la lógica del enfoque microeconómico.

2.3. De la economía a la diversidad de campos de investigación

De manera paralela al desarrollo de la ciencia económica en escuelas de pensamiento, durante la segunda mitad del siglo XX la profesión abrió posibilidades de aplicación innovadora en una cada vez mayor diversidad de campos de investigación, con lo cual la economía¹⁵ alcanza una importante

¹⁰ Heilbroner y Milberg [5] señalan que en el presente la economía ha abandonado este enfoque y con ello ha perdido la posibilidad de crear una nueva situación clásica.

¹¹ Es reincidente el empleo de la expresión “Economía Política” en los títulos. El marxismo se vio confinado a realizar la crítica de la economía política

¹² Sobre los procesos de sustitución de paradigmas en la ciencia económica, sería conveniente revisarlos con una visión integradora, dado que ninguno de ellos ha sido realmente eliminado y muchos de los desplazamientos son sólo relativos y temporales. A menudo ofrecen al “perdedor” la posibilidad de reconsideración y mejoramiento.

¹³ Ver su crítica de la economía clásica (que en realidad es neoclásica) en su Teoría General.

¹⁴ Por sus diferencias con los neoclásicos anteriores a la crisis de los treinta se les ha denominado *contrarrevolución monetarista*, *neo-neoclásicos* y *neoliberales*.

¹⁵ Ya en este período los manuales de teoría económica se intitulan simplemente Economía (Economics). Con ello se consolida el abandono del análisis multidimensional. La economía se ha convertido en una especialidad.

sofisticación analítica y formal, pero pierde unidad teórica y tiende a alejarse de la realidad. En este contexto las bases teóricas de las distintas escuelas ofrecen sólo referencias y posibilidades para realizar la investigación.

A manera de ejemplo, Castaingts Teillery señala: “Los temas tratados no se inspiran en la herencia recibida de alguna o algunas de las escuelas del pensamiento económico, por el contrario, la fuente clave de estímulo orientador fue la visión que a lo largo de muchos años de seguimiento tuve de la coyuntura económica de México, de Latinoamérica y del mundo. No creo que ninguna escuela teórica sea capaz de ofrecernos un análisis satisfactorio de lo que sucede hoy día, por eso sólo acudí a la teoría para buscar en ella algunos instrumentos analíticos (operadores teóricos) que me permitiesen comprender los problemas reales que tenía frente a mí; para ello recurrí a diferentes escuelas y no me quise ligar a ninguna de ellas. El criterio de selección de estos operadores teóricos no fue su posible consistencia lógica en el interior del cuadro de pensamiento en el cual se elaboraron, sino su capacidad explicativa frente al problema concreto que tenía enfrente. En muchos casos los operadores teóricos, tal y como eran propuestos por la escuela de pensamiento que los elaboró, no eran utilizables y por ello hubo que hacerles muchas modificaciones, que si bien es cierto hacían violencia a la teoría que los produjo, también lo es el hecho de que, gracias a esas modificaciones, esos operadores me eran útiles para el análisis de la problemática concreta que se presentaba ante mis ojos. En otras ocasiones me vi obligado a imaginar y elaborar nuevos operadores analíticos.” ([12], p.15)

El análisis económico es innovador, pero se apoya en el ligado teórico de las etapas anteriores. “De esta forma, el lector se encontrará con algunos operadores directamente provenientes de las teorías, con otros transformados y modificados y otros nuevos. Aparentemente hay un desorden o un caos; yo creo que no es así, ya que se ha buscado configurar una nueva arquitectura del conjunto de instrumentos analíticos usados, aunque los puntos y normas de referencia que le dan orden a esta arquitectura no provienen de la herencia teórica, sino que surgen de los procesos reales que se estudian en el libro.” ([12], p.15)

3. Tendencias recientes

Fernández Díaz [3] identifica cuatro rasgos predominantes del estado actual de la economía: Enfoque determinista y reduccionista, falta de unidad, desintegración creciente y falta de operatividad ante las crisis modernas

Llama la atención que también en el caso de la física y otras ciencias naturales los especialistas señalan prácticamente las mismas tendencias recientes preocupantes o limitantes, como el reduccionismo, el determinismo, la falta de unidad y la atomización en especialidades con vínculos débiles entre sí.¹⁶

En el campo de la economía esto ha propiciado críticas profundas. “Prigogine ha dicho que la Economía se encuentra en tiempos de Galileo, perpetuando su visión mecanicista, laplaciana y equilibrada de la realidad perdiendo la oportunidad de profundizar en un análisis más rico y complejo que haga posible el entendimiento, primero, y la solución, después, de los problemas económicos planteados. Quizá la afirmación pueda parecer exagerada, pero hay que interpretarla en su dimensión de crítica aleccionadora y a manera de amigable advertencia. En cualquier caso todo ello sin olvidar los indudables avances experimentados por la Economía Matemática, con la aplicación de la Estadística y la Teoría de la Probabilidad, así como con el desarrollo de la Econometría.” ([3], p. 10)

El camino seguido en la matematización de la economía fue influido por el uso de la modelización matemática en la física. La abstracción para modelar los aspectos esenciales de la realidad observada y los principios de la mecánica en primer término significaron avances importantes en la formalización del análisis económico. El pensamiento económico ortodoxo, al tiempo que potenció su poder analítico,

¹⁶ Ver, por ejemplo: Israel [7], Israel [8] y Klein [10].

tendió a desarrollar campos de especialización en la investigación y con la incorporación de la axiomatización también siguió una tendencia a alejarse de la realidad.¹⁷

La exploración de campos específicos ha generado una cada vez mayor subdivisión de la investigación económica y un descuido de los elementos epistemológicos que permitirían su integración en un sistema científico general.

“Además de la complejidad del campo abarcado, la falta de unidad en el conocimiento económico se debe a la carencia o el desconocimiento de unas reglas claras de epistemología y, en definitiva, de una filosofía de la Ciencia Económica. Como una tercera causa, de no menor importancia, podría considerarse la aparición de nuevos términos y conceptos en el ámbito de la Economía, que han venido a desbordar el marco de la lógica determinista-mecanicista, requiriendo un nuevo tratamiento con instrumentos de análisis distintos de los tradicionales.

“Se abandona el empleo de la matemática tradicional y se busca el ropaje de la matemática moderna, a través, fundamentalmente, del concepto de estructura topológica, sustituyendo a la lógica determinista por la lógica de la probabilidad, y abriendo puertas a campos aún insuficientemente explorados, como el de la teoría general de la dinámica de las discontinuidades, con sus dos ramas principales de Teoría de Catástrofes y Matemática del Caos.” ([3], p. 10)

Estos señalamientos marcan ya un aspecto positivo de la aparente desintegración del campo de investigación de la Economía. La incorporación de instrumentos analíticos más poderosos y mejor adaptados a los niveles de complejidad de la problemática estudiada, lo cual seguramente conducirá a la reunificación teórica de las especialidades desarrolladas y a una nueva aproximación a la realidad. Tal sería una condición indispensable para dotar a la Economía mediante el trabajo colectivo de investigación de elementos que le permitan contrarrestar su incapacidad o insuficiencia para aprehender y proponer soluciones a los principales problemas que hoy se plantean.

La economía debe dar respuesta a los problemas que emanan de los cambios de la realidad. Por lo tanto, su contenido y sus métodos deben evolucionar de manera permanente. Ya en la segunda mitad del siglo XX la complejidad es abordada a través de campos de investigación especializada; falta darles unidad.

En este contexto la economía parece condenada a acumular fracasos, a ser un conjunto de teorías fuera de la realidad o ininteligible. Si deseamos permanecer en una visión apegada a los cuadros conceptuales de las escuelas, tendremos elementos explicativos insuficientes para llegar a aplicaciones eficientes y si avanzamos hacia la investigación de casos específicos y a la utilización de un instrumental analítico sofisticado, nuestra ciencia sale del alcance de quienes toman decisiones en la realidad. Paul Ormerod [11] habla de la muerte de la economía al mismo tiempo que reconoce la posición dominante que ha alcanzado en las esferas políticas de Occidente y la influencia que la teoría económica ortodoxa ha ejercido en el diseño de políticas públicas a partir de los años ochenta.

Sin embargo, enfatiza las limitaciones de la economía ortodoxa para explicar al mundo, a la que califica de “caja vacía” y acusa de encontrarse al nivel de las ciencias físicas de la Edad Media.¹⁸

Los últimos treinta años del siglo pasado ofrecen un panorama poco alentador: menores tasas de crecimiento y altas tasas de desempleo en las economías desarrolladas, transición con graves problemas sociales en las naciones ex socialistas, empobrecimiento del tercer mundo, surgimiento espectacular de un grupo de países del sureste asiático y rasgos de agotamiento de su modelo de desarrollo. Conocimos efectos perversos en la economía global, como los llamados dragón, tango, samba, vodka, tequila, whisky. La economía, basada en el enfoque monetarista propuso políticas de austeridad, la apertura y la

¹⁷ Ver [7] y [8].

¹⁸ “Yet orthodox economics is in many ways an empty box. Its understanding of the world is similar to that of the physical sciences in the Middle Ages. A few insights have been obtained which will stand the test of time, but they are very few indeed, and the whole basis of conventional economics is deeply flawed.” ([11], p. ix)

liberalización, con pronósticos de recuperación, progreso y sobre todo solución de problemas que nunca llegaron.

Paralelamente al notable desarrollo teórico, metodológico y de matematización alcanzado principalmente en los años ochenta, la ciencia económica fue incapaz de dar respuesta satisfactoria a las expectativas de explicación y solución de esos problemas críticos.¹⁹

La práctica de la economía se ha alejado demasiado de la ortodoxia, en el sentido de que ha terminado por descuidar algunos aspectos fundamentales. Ormerod²⁰ señala por un lado un rompimiento con los orígenes, empezando con la escuela clásica del siglo XVIII y por el otro un aislamiento respecto de la metodología de las ciencias físicas.

Parece evidente la necesidad de dirigir esfuerzos hacia los aspectos metodológicos y epistemológicos para apoyar el desarrollo de la teoría y de la política en el campo de la Economía.

4. Problemas del método

Ormerod ([11], pp. 38-41) considera que desde el punto de vista metodológico la economía se ha visto empobrecida. Los economistas clásicos representaron para él una gran promesa porque utilizaron la teoría como un método de análisis y realizaron un trabajo orientado hacia problemas prácticos con implicaciones directamente económicas pero que tenían que ver con diversos aspectos de la economía política. Es decir, la economía se dirigía hacia asuntos de importancia política y relevancia general. Si esto es cierto, el cambio de enfoque hacia asuntos exclusivamente económicos representaría el economicismo que podríamos también denominar la “economía económica.”

Durante la segunda mitad del siglo XIX, con el advenimiento de la escuela neoclásica, y bajo la visión positivista, se incorporan a la Economía los avances de las ciencias físicas y se impulsa el uso de las matemáticas. Los aspectos metodológicos adoptaron con ello una nueva dimensión más allá de los preceptos de la filosofía de la ciencia, la de los procedimientos y el uso de instrumentos, y en esa dirección se desarrollarían los nuevos progresos de la ciencia económica, alejándose de la visión de la economía política pero fortaleciéndose como teoría económica mecanicista.²¹

Mientras que este enfoque se consolidaba en nuestra disciplina y marcaba una nueva era, la visión mecanicista en la física era puesta en cuestión y dio lugar a avances importantísimos, gracias a lo cual ya para el siglo veinte incorporaría la visión relativista y conceptos como la entropía. En los años setenta la física ya había incorporado las ideas de incertidumbre y de las dificultades inherentes de la predicción, comportamiento discreto y registraba un enorme interés en el estudio de sistemas no lineales y caóticos.

Esta visión es más cercana a los economistas del siglo XVIII que los de la última década del XX, porque su enfoque estaba dirigido a un sistema económico no armónico, sujeto a catástrofes y en un proceso continuo de crecimiento y cambio.²²

¹⁹ Ormerod [11], p. 3 señala: “The orthodoxy of economics, trapped in an idealized, mechanistic view of the world, is powerless to assist.”

²⁰ “Contemporary orthodox economics is isolated. It is isolated from its roots in the late eighteenth and early nineteenth centuries, when economists were by no means afraid to theorise, but did so purely to illustrate and understand the great practical issues of the day. Its method of analysis is isolated from the wider context of society, in which the economy operates, and which Adam Smith believed to be of great importance. And its methodology, despite the pretensions of many of its practitioners, is isolated from that of the physical sciences, to whose status it none less aspires.” ([11], p.21)

²¹ “The intellectual self-confidence of scientists in the Victorian era stemmed from a mechanistic view of the world. Essentially, they saw the physical world as a machine: a very complicated one, but a machine none less, whose principles of working could be understood in the same way as the workings of the steam engine were”. ([11], p. 39)

²² “Analytically, the scientists of the 1990s would feel very much at home in the world of the classical economists, with its emphasis on dynamic change and marked and irregular fluctuations. As we have seen, even for Adam Smith, analysis of the economy was by no means confined to a world of harmony, brought about by each individual economic agent following his or her self-interest. For Malthus, the economy was very far removed from harmony. Catastrophic and unpredictable impacts such as war and plague were a central feature of human society. From time to time, an economy might escape them for prolonged period and enter a phase of rapid population growth, only to be laid waste by famine. For Ricardo and Marx the main interest was in the process of growth and change.

Blaug [1] coincide con las ideas precedentes al señalar que la mayor debilidad de la economía moderna es la reticencia a producir teorías que aborden de manera clara las implicaciones y su confrontación con los hechos.

Los economistas trabajan en la investigación empírica, pero como señala Blaug [1] gran parte de ello es como jugar tenis sin red, porque con frecuencia se limita a la demostración de que el mundo real corresponde a las predicciones. La proliferación de artículos que aplican análisis de regresión a todo problema económico concebible ha conducido hacia un instrumentalismo no muy relevante y en ocasiones a una “econometría de cocina” restringida a un conjunto de procedimientos mecánicos y faltos de análisis²³.

Otro mal del análisis económico es el de la constante referencia a hechos estilizados más que a la realidad misma, es decir, encontramos capitalismo, mercado y situaciones estilizadas, con contextos no reales. Los economistas difícilmente pueden seguir la metodología que pregonan porque a menudo abordan cuestiones sujetas a política gubernamental, de manera que los deben generar no solamente programas de investigación científica –y lo hace de manera decreciente-, sino también y de manera creciente programas de acción política. Con ello tiende a debilitarse la posibilidad de producir un trabajo analítico significativo para ser evaluado. Es solamente cuando una teoría define de manera progresiva ambos aspectos que puede hablarse de una revolución en el pensamiento económico. ([1], p. 244)

Tal vez podríamos hablar de crisis del pensamiento económico cuando hay evolución regresiva o estancamiento del programa de investigación científica e incapacidad para generar un programa de acción política eficiente u operativo.

Como ya se señaló antes, es fundamental someter las proposiciones de la teoría a la prueba de la experiencia, pero ello significa el desarrollo de un gran trabajo en el área de la información.²⁴ Las tareas importantes son, de acuerdo con los análisis de Blaug [1]:

En el plano de la investigación se requiere dar más énfasis en el problema de la información, incluyendo la integración de bancos de datos y aportar mayores esfuerzos para replicar los resultados previos con nuevos conjuntos de datos y en la reunión de muchas evidencias en lugar de resultados de un experimento crucial.

Por otro lado, dejar de considerar el análisis y prueba cualitativa como arcaica, abriendo con ello las posibilidades de enfoques que, como el histórico, pueden aportar puntos de vista valiosos y útiles.

En lo que se refiere a difusión de los trabajos, las publicaciones especializadas deberán brindar apoyo a trabajos en función de la validez de los resultados más que sobre la base de la sofisticación de las técnicas utilizadas y publicar trabajos con resultados, aún cuando éstos sean pequeños. Por su parte, los autores deberán presentar todas las regresiones que corrieron y no sólo la que sostiene sus hipótesis; para ello deberán usar datos tanto para realizar y ajustar las regresiones como para probar sus hipótesis.

Neither of them believed that there were any natural harmony in the workings of the economy that would guarantee a smooth process of transition.

“It was this view of the world which was lost in the economics that took shape in the final decades of the nineteenth century, and that has since come to dominate the profession.” ([11], pp. 40-41)

²³ “The journals abound with papers that apply regression analysis to every conceivable economic problem, but it is no secret that success in such endeavours frequently relies on “cookbook econometrics”: express a hypothesis in terms of an equation, estimate a variety of forms for that equation, select the best fit, discard the rest, and adjust the theoretical argument to rationalize the hypothesis that is being tested. Marshall used to say that scientific explanation is simply “prediction written forwards”. But the reverse proposition is false: prediction is not necessarily explanation written forwards. Empirical work that fails utterly to discriminate between competing explanations quickly degenerates into a sort of mindless instrumentalism and it is not too much to say that the bulk of empirical work in modern economics is guilty on that score.” ([1], p. 241)

²⁴ “Unfortunately, we lack both reliable data and powerful techniques for distinguishing sharply between valid and invalid propositions in positive economics and professional pressures to “publish or perish” continually encourage a “game playing approach” to econometric work that does nothing to improve the data base or the standard techniques that are regularly employed for testing economic hypothesis.” ([1], pp. 244-245)

Cabe agregar entre los requerimientos para construir alternativas para enriquecer el enfoque científico para el análisis económico, vencer los obstáculos que representan para los economistas académicos el tener que cumplir con y trabajar dentro de los marcos que establece la teoría ortodoxa, es decir el programa de investigación neoclásico.²⁵

No menos importante es el punto de vista de Heilbroner y Milberg [5] sobre la necesidad de crear una nueva situación clásica para vincular la disciplina con el orden capitalista e integrar a su cuadro analítico consideraciones extraeconómicas de naturaleza sociopolítica.

En el panorama actual estos autores²⁶ consideran que si bien la profesión está generando un volumen importante de trabajo en muchas direcciones, existe un “desorden teórico” en el que no puede surgir un nuevo paradigma porque los contendientes no tienen una visión global de lo que podría ser una nueva situación clásica y señalan que a falta de una nueva visión directriz, el pensamiento económico académico se ha dirigido hacia su interior, haciendo que el “indisoluble vínculo de la economía con el capitalismo parece ser el secreto mejor guardado de la profesión”. ([5], p. 145)

Con el fin de contrarrestar la tendencia a excluir de la economía los contenidos históricos, sociales, políticos y otros -lo cual nos ha llevado a una crisis de visión-, proponen “un enfrentamiento directo con la fuente de descontento intelectual al que hasta el momento sólo nos hemos referido de pasada. Se trata de la relación entre la economía como modo de visión y análisis, y las necesidades y problemas del orden social en la que está inmersa; o sea, el capitalismo.” ([5], p. 138)²⁷

5. Perspectivas

Durante los últimos años del siglo pasado surgieron numerosas aportaciones en el campo de la Economía, sin llegar a constituir un paradigma alternativo definido. Fernández Díaz ([3], pp. 11-14) hace un breve recuento de algunas de esas aportaciones y subraya lo siguiente:

- Detentan como denominador común, el hecho de asumir rendimientos crecientes y competencia imperfecta. Presenta como ejemplo las relativas a la Economía Industrial, el Crecimiento Endógeno y la Nueva Teoría del Comercio Internacional
- En el contexto de las economías externas, se está dando, una recuperación de teorías anteriores mediante su formalización, como es el caso de los trabajos de Rosenstein-Rodan, Hirschmann y Myrdal.
- Han surgido estudios sobre el cambio tecnológico, con análisis empíricos que parten del empresario innovador de Schumpeter y que, en ocasiones, se relacionan con el comercio internacional. Menciona los trabajos recientes de Dosi, Pavitt y Soete, entre otros.
- La competitividad en empresas y a escala mundial es abordada en las obras de Porter, planteadas también desde una perspectiva real, y en las que se abordan los múltiples factores determinantes de aquella. Conviene agregar que para estos trabajos existe una línea analítica que pasa por David Ricardo y Schumpeter.
- Se han dado a conocer estudios sobre Regulación como parte fundamental de la Economía Industrial y en estrecha conexión con la Economía del Bienestar.
- Se ha retomado el análisis de las fallas del mercado y de la acción correctora del gobierno, así como la consideración de los efectos de las políticas de regulación, o de los intentos de abordar el control político de las mismas.

²⁵ The challenge of constructing an alternative, scientific approach to the analysis of economic behaviour is one to which increasing attention is being paid. The obstacles facing academic economists are formidable, for tenure and professional advancement still depend to a large extent on a willingness to comply with and to work within the tenets of orthodox theory. It is a source of encouragement that more and more economists are willing to look at alternatives, despite the risks they take in so doing.” ([11], pp. ix.x)

²⁶ Ver Heilbroner y Milberg [5], Capítulo 6: “La naturaleza de la sociedad”, pp. 127-150.

²⁷ Proponen considerar al capitalismo como un complejo sistema de relaciones políticas y sociales, con tres componentes principales: la acumulación de capital, la asignación del mercado y la articulación de los ámbitos público y privado.

- Se han dado extensiones importantes en el área de la teoría del crecimiento, agregando a los trabajos relevantes de décadas anteriores consideraciones como las del progreso técnico, en general, y del progreso técnico en los modelos de generaciones, lo cual ha dado lugar a la formulación de modelos con progreso técnico endógeno. Este enfoque, además, se ha relacionado recientemente con el comercio internacional al plantearse en el marco de la economía global.
- Los avances en la teoría del comercio internacional, con escenarios de monopolio y oligopolio ha conducido a reconocer la necesidad y la importancia de intervenciones gubernamentales a escala mundial apoyadas en el diseño de políticas comerciales e industriales, entre otras.

“Vemos, pues, a través de estos ejemplos significativos, que se está produciendo un abandono paulatino, a veces de forma tímida y encubierta, de posiciones radicales y reduccionistas, propiciando con ello el reencuentro enriquecedor con la realidad, así como el modo de alcanzar una visión más rigurosa, científica y unitaria de la Economía.” ([3], p.13).

En consecuencia, es de esperarse que el conjunto de trabajos individuales aparentemente inconexos que generan los economistas tenderán en el futuro a una convergencia que creará las condiciones para reintegrar el campo de estudio de la economía y para vincularlo más estrechamente con la realidad.

6. Conclusiones

La economía ha sido objeto de críticas no siempre justificadas, sin embargo plantean algunos desafíos para su desarrollo, como son: combatir el desconocimiento que existe sobre su naturaleza y alcances; la necesidad de reconsiderar los aspectos metodológicos y de iniciar análisis integradores y fortalecer la difusión de sus resultados.

Es necesario desmitificar a la economía estableciendo claridad sobre su estatus científico ligado al estudio de una realidad compleja, cambiante y contradictoria que no depende sólo de aspectos económicos y que entre sus alcances no están ni resolver de manera sobrenatural los problemas ni aportar una verdad o un conjunto de verdades absolutas e irrefutables.

Aportar argumentos en el sentido que el ejercicio honesto de la profesión no debe ser confundido con actitudes de evasión o incompetencia. El simplismo, la irracionalidad y la inconsistencia se encuentran más en la percepción que existe sobre de ella como fuente de soluciones milagrosas.

A pesar de haber sido insuficientemente operativa ante la crisis de los últimos años, la Economía es una disciplina relevante porque está enfocada al análisis de uno de los componentes centrales de la vida de la sociedad moderna.

Es necesario contar con un paradigma alternativo y unificador que vincule el conocimiento de la teoría en sus distintas especialidades con la historia económica y con la historia del pensamiento económico para proponer aplicaciones a la realidad inmediata.

El pensamiento económico ha pasado por etapas de cambio que han sido respuestas a imperativos de época. Se ha dirigido de una visión multidimensional con unidad metodológica a una atomización de especialidades, de la economía política al economicismo.

La economía, desde su surgimiento está ligada al desarrollo del orden capitalista y su subdivisión en escuelas primero y en especialidades o programas de investigación en décadas recientes no son en realidad excluyentes, sino un esfuerzo disidente sano de búsqueda de mejores formas de hacer economía.

Las tendencias generales del desarrollo de la ciencia económica han sido identificadas por el reduccionismo, la pérdida de unidad, la falta de operatividad ante la crisis y el alejamiento de la realidad.

Sin embargo, debemos subrayar que los esfuerzos de formalización están dando a la Economía mayor capacidad para abordar fenómenos en ambiente de mayor complejidad.

El estudio que la Economía hace de la realidad ofrece una respuesta múltiple, pero aún insuficientemente integrada. Para ello es un imperativo reconsiderar los aspectos metodológicos, con lo cual se fortalecerá el desarrollo tanto de la teoría como de las políticas, o como los denomina Blaug, los programas de investigación científica y los de acción política, cuya articulación ha sido determinante en la realización de revoluciones teóricas.

Por último, se señaló la importancia de relacionar el análisis económico con el orden capitalista incorporando los componentes del sistema: acumulación, mercado y articulación de las esferas pública y privada.

7. Referencias

- [1] Blaug, M.; *The Methodology of Economics or How Economists Explain*, Cambridge, Cambridge University Press (1994).
- [2] Castaingts Teillery, J.; *Los Sistemas Comerciales y Monetarios en la Tríada Excluyente. Un punto de vista Latinoamericano*, México D.F, Universidad Autónoma Metropolitana - Plaza y Valdez (2000).
- [3] Fernández Díaz, A.; *La Economía de la Complejidad*. Madrid, McGraw Hill (1994).
- [4] Heilbroner, R.; *Capitalismo en el Siglo XXI, Nueva Imagen: México* (1997).
- [5] Heilbroner, R. y W. Milberg; *La Crisis de Visión en el Pensamiento Económico Moderno*, Paidós, Barcelona, Buenos Aires, México (1998).
- [6] Holt, R.P.F. y S. Pressman; "Introduction: dissent in twentieth century economics", in R.P.F. Holt and S. Pressman (eds), *Economics and its Discontents, Twentieth Century Dissenting Economists*, Cheltenham, UK-Northampton, MA, USA, Edward Elgar: ix-xi (1998).
- [7] Israel, G.; *La Mathématisation du Réel*. Paris, Éditions du Seuil (1996).
- [8] Israel, G.; *Le Jardin au Noyer, Pour un Nouveau Rationalisme*. Paris, Éditions du Seuil (2000).
- [9] Klammer, A. y J. Meehan; "The Crowding out of Academic Economics: the Case of NAFTA", in Robert F. Garnett (ed), *What Economists Know?*, New Economics of Knowledge, Routledge, London, New York: 65-86 (1999).
- [10] Klein, E.; *L' Unité de la Physique*. Paris, Presses Universitaires de France (1994).
- [11] Ormerod, P.; *The Death of Economics*. London-Boston, Faber & Faber (1994).
- [12] Stark, W.; *Historia de la Economía en su Relación con el Desarrollo Social*. México, D.F, Fondo de Cultura Económica (1974).

THE PERSISTENCE OF CORRUPTION: A LABOR MARKET APPROACH

Bonnie Palifka[†]

The persistence of corruption has been explained by inherited reputation, collusion, and externalities. This paper offers an alternative explanation: workers self-select into jobs with or without bribes, depending on their propensity to corruption. Three single-period cases and one career choice model incorporating both risk and uncertainty are examined for the existence of separating equilibria. The effect of wages on bribery and possible implications for labor supply in distinct markets are considered.

Key Words: Corruption, Labor Markets.

1. Introduction

A number of economic studies have shown that corruption has negative effects on economic growth. There are two reasons for this relationship: bribes, in some cases, constitute an increase in costs for investors and importers; and corruption in general may introduce or increase uncertainty in the economic environment. With this knowledge in hand, many governments have tried to design policies aimed at reducing the level of corruption. Because corrupt practices are in many places reinforced through social institutions, however, these policies may be difficult to implement.

Corruption has begun once again to capture the imaginations of scholars, particularly economists, as developing countries begin to seek ways to reduce its incidence and, thus, its effect on economic growth. Even the World Bank is taking corruption seriously as a determinant of growth. While the topic received little attention during the 1980s, in the 1990s a number of articles concerned with corruption have been published. Mauro [1] examines empirically the negative effects of corruption on growth. Other authors examine the determinants of corruption itself. In particular, an effort has been made to identify the factors that influence both the incidence of bribes and the equilibrium bribe (price), principally in a game-theoretic setting [2,3]. A few studies have concerned themselves with the difficulty of eradicating corruption: its persistence. This paper falls in the last category.

Corruption persistence has been explained in terms of reputation inherited by new workers in a given occupation [4], by the possibility of collusion between supervisors and workers [3], and as a result of externalities caused when an increasing portion of workers are corrupt [5]. Each of these models examines the decision of the worker to accept or demand a bribe, once in the position that enables him to do so. My model, by contrast, considers the labor supply decision: the choice between a job that offers opportunities for corruption and one that does not. As an extension, I consider the option of fulfilling one's duties without a bribe, once in the "corrupt" job. I identify a separating equilibrium for each of four progressively complex models, in which "honest" workers take the job without bribery opportunities, while "corrupt" workers sort themselves into the "corrupt" job. Corruption persistence is explained by the matching of "corrupt" workers with the "corrupt" job each period.

The concept of self-selection is far from new. In most self-selection models, however, the distinguishing factor is heterogeneous skill: wage dispersion is explained as the outcome of diverse payoffs to distinct tasks, at which each worker is relatively skilled or unskilled [6,7]. There are thus relative returns to higher-skilled labor. In the case of bribery, however, the returns are not to skill, but rather to an inherent "propensity to corruption". Indeed, this analysis considers workers who are identical in all

[†] Assistant Professor, Economics Department, ITESM Monterrey Campus, bpalifka@campus.mty.itesm.mx.

Thanks to Daniel Hamermesh, Steve Bronars, William Glade, Alejandro Somuano, and seminar participants for comments. Any remaining errors are my own.

respects except for this propensity. Lazear and Moore [8] offer a study of individuals self-sorting into self-employment based in part on risk aversion.¹ The present is a model of self-sorting into jobs with or without bribery opportunities based on the individual's propensity for corruption, approximated by risk aversion.

The basic model and four special cases are described in Section 2. Section 3 examines the effect of raising the wage of government workers on the incidence of bribery. Implications for the supply of labor and relative wages for each job are studied in Section 4. General conclusions and extensions are offered in Section 5.

2. The Model

Consider two types of agents, one "honest" (H), the other "corrupt" (C) or corruptible. (In essence, both agents are corruptible, but C more so than H .) In all other respects the agents are identical. (In particular, the agents are equally for each job and their respective aversions to risk are privately known but unobservable to outsiders: if they both apply for either position, they are equally likely to be hired.) The corruptibility of each agent is captured in his relative risk aversion: H is more risk-averse than C .² To capture the disparity in risk aversion, I use the constant relative risk aversion (CRRA) utility function:

$$U(v) = \frac{v^{1-\rho}}{1-\rho} \quad \text{if } \rho \geq 0, \rho \neq 1, \quad (2.1)$$

$$U(v) = \ln v \quad \text{if } \rho = 1 \quad (2.2)$$

where v is the value of employment in a given position and ρ is a measure of aversion to risk.

There are two employment options: a private sector job (J_P) and a government job (J_G), in which the employee exercises monopoly control over the provision of a license, permit, or other government service.³ Throughout the paper, the subscripts $i=C,H$ and $j=P,G$ designate the agent and the job, respectively. I assume that these are the only two employment opportunities, and that the wages offered for each job equal or exceed the agent's reservation wage (normalized to zero).

For simplicity, consider the workers to have the following extreme utility specifications: $\rho_H = 1, \rho_C = 0$. (C is risk-neutral.) This may be generalized to a world in which a large number of agents lie on a continuum of risk aversion (corruptibility) and, in a separating equilibrium, those fulfilling the condition $\rho > \rho_K$ (where ρ_K is the critical level of risk aversion, dependent on w_P, w_G, b , and X , defined below) choose J_G , while all others choose J_P . (See Section 4.)

2.1 Case 1: the simplest case.

In the simplest model, each job offers a fixed wage (w_P and w_G , respectively) which is paid irrespective of performance. In addition, each period any worker in J_G is offered and must accept a bribe of fixed amount b ; if detected, the worker is fined X . The supervisor detects, charges, and fines one worker each period, so the probability of detection is $q = 1/N$.

Proposition 1. If every period a bribe of fixed value b is offered, the probability of detection is fixed, and a one-time fine is imposed, a separating equilibrium exists if

¹The other possibility considered by Lazear and Moore is that of differing discount rates between workers. As indicated in Section 2, these two concepts may be closely related.

²Beenstock [9] also uses risk aversion as a measure of corruptibility.

³This stereotype is adopted for simplicity of exposition only. There are ample examples of private-sector corruption of this type and of government offices that are free of bribes.

$$\exp[(1-q)\ln(w_G + b) + q\ln(w_G - X)] \leq w_p \leq w_G + (1-q)b - qX \quad (2.3)$$

where $(1-q)b$ is the expected bribe and qX is the expected punishment. In other words, C chooses J_G when the difference between the expected bribe and the expected punishment is larger than the wage gap. Thus in this simple model a corruptible agent will take J_G and accept $w_G < w_p$ only when the bribe is high enough, the probability of detection low enough (there are many other workers), and the punishment imposed low enough.⁴ Under certain conditions, however, H will also choose J_G and the separating equilibrium falls apart.

Proof

H chooses J_P if and only if:

$$\ln w_p \geq (1-q)\ln(w_G + b) + q\ln(w_G - X) \quad (2.4)$$

C chooses J_G if and only if:

$$w_p \leq (1-q)(b + w_G) + q(w_G - X) \quad (2.5)$$

Solving (2.4) for w_p and combining with (2.5) leads to (2.3). n

2.2 Case 2: Bribe Offered with Fixed Probability

This is a simple modification of Case 1, in which a bribe is offered to the employee in J_G with fixed probability a , $0 < a < 1$. All other parameters are unchanged.

Proposition 2. If the probability of receiving a bribe is less than unity, while the probability of detection when accepting a bribe is fixed (positive, and less than one) and a one-time fine is imposed, a separating equilibrium exists if

$$\exp\{ (1-a)w_G + a[(1-q)\ln(w_G + b) + q\ln(w_G - X)]\} \leq w_p \leq w_G + a[b(1-q) - qX] \quad (2.6)$$

Proof

In this scenario, H chooses J_P if and only if

$$\ln w_p \geq (1-a)w_G + a[(1-q)\ln(w_G + b) + q\ln(w_G - X)] \quad (2.7)$$

C chooses J_G if and only if:

$$w_p \leq (1-a)w_G + a[(1-q)(w_G + b) + q(w_G - X)] \quad (2.8)$$

$$w_p \leq w_G + a(1-q)b - aqX \quad (2.9)$$

Note that (2.9) differs from (2.5) only in that the terms associated with a bribe are now subject to a probabilistic determinant. In this case, the acceptable wage gap, *ceteris paribus*, is lower. Thus any factor that leads the briber to reduce the frequency of offering bribes will also tend to require public sector wages to approach private sector wages.

2.3 Case 3: Bribe Drawn from a Distribution

⁴This corroborates Beenstock's [9] conclusion that individuals may accept lower pay when they are able to engage in "benign corruption" like that considered in this paper. In the case considered by Beenstock, either $q=0$ or $X=0$ or both.

Here b is no longer fixed, but is drawn from a distribution $f(b)=b+\varepsilon$, where ε is normally distributed about a zero mean. The workers know before taking the job what the wages are and they know the distribution $f(b)$, but they do not know the exact bribe that will be offered. Thus there is risk associated with the possibility of receiving a bribe and with detection, but *uncertainty* regarding the value of the bribe that may be offered.

Proposition 3. When the distribution of bribes is universally known but the exact bribe is only asymmetrically known, while the probabilities of receiving a bribe and of being detected are known and fixed and the punishment for taking a bribe is one-time and fixed, a separating equilibrium exists if

$$\exp\{ (1-a)w_G + a(1-q)\int_b \ln(w_G + b)f(b)db + q\int_b \ln(w_G - X)f(b)db\} \leq w_p \leq w_G + a(1-q)\int_b bf(b)db - aq \quad (2.10)$$

Proof

H chooses J_P if and only if

$$\ln w_p \geq (1-a)w_G + a(1-q)\int_b \ln(w_G + b)f(b)db + q\int_b \ln(w_G - X)f(b)db \quad (2.11)$$

C chooses J_G if and only if:

$$w_p \leq w_G + a(1-q)\int_b bf(b)db - aqX \quad (2.12)$$

2.4 Case 4: Career Choice in the Face of Risk and Uncertainty

Usually, an individual choosing a job is making a decision for the next several years, perhaps a lifetime, especially where government employment is concerned. (Changing jobs is not costless.)

To model this lifetime choice, I incorporate uncertainty about future wages and bribes into the basic model, converting the maximization problem from one of single period earnings to one of lifetime income. The basic decision is

$$\max_{J_1, J_2} V_1 = \{EU_i(J_P), EU_i(J_G)\} \quad (2.13)$$

Where the expected utility of each job is determined by the prevailing wages and bribe, the wage and bribe distributions (for the formation of future wage expectations), the shape of the utility function, and a discount factor. Formally,

$$\max \left\{ \frac{1}{1-\delta} \int_{w_1} U_i(w_P)g(w_P)dw_P, \frac{1}{1-\delta\beta} \iint_{b, w_2} U_i[(w_G + a(1-q)b - aX]h(w_G)f(b)dw_Gdb \right\} \quad (2.14)$$

or, accounting for the fact that not all future bribes will be acceptably high,

$$\max \left\{ \frac{1}{1-\delta} \int_{w_1} U_i(w_P)g(w_P)dw_P, \frac{1}{1-\delta\beta} \int_{w_2} \left\{ \int_0^b U_i(w_G)f(b)db + \int_b^b U_i[(w_G + a(1-q)b - aX]f(b)db \right\} h(w_G)dw_G \right\} \quad (2.15)$$

where δ is the individual's discount rate for future income⁵ and β is the probability each period of surviving to the next. Since this is simply the sum of the probability of not receiving a bribe plus the probability of receiving a bribe discounted by the chance of detection,

⁵I assume $\delta_C = \delta_H$, although it might be argued that δ is positively correlated with ρ , i.e., $\delta_C < \delta_H$.

$$\beta = (1-a) + a(1-q) = 1-aq \quad (2.16)$$

The minimum acceptable bribes \underline{b} for C and H are as defined in equations (3.2) and (3.3) (below), respectively, when each holds with equality.

I assume that $f(\cdot)$, $g(\cdot)$, and $h(\cdot)$ are normally distributed.⁶

It is not obvious from this specification which job either of our two workers will choose, nor is it solvable. We can, however, make some general observations: (1) H , being more risk-averse, will tend to prefer J_P as $w_P - w_G$ and b decrease and as the variances of w_G and b increase. Therefore, if *either* the government wages *or* possible bribes become more uncertain, the honest agent will be less likely to want the government job. (2) C , being, in this case, risk neutral, is ambivalent to any increases in uncertainty, and responds only to changes in the means of (expected) future wages and bribes. Therefore, (3) in a multi-agent continuum of risk aversion, higher variances in government wages or bribes accruing to government positions will result in a higher proportion of such employees being "corrupt". Variances in wages might arise from perennial budget problems or change-or-regime phenomena, while variance in bribes could be caused by changing regulatory environments.

3. The Effects of Raising the Wage on Bribery

Once C has accepted J_G , will raising w_G decrease corruption? Once the job choice has been made, C accepts a bribe if and only if

$$(1-q)(w_G + b) + q(w_G - X) > w_G \quad (3.1)$$

Rearranging terms, we find that the wage has no effect on the decision to accept a bribe:

$$b \geq X \frac{q}{1-q} \quad (3.2)$$

Thus an increase in the wage, so often prescribed by anti-corruption crusaders, cannot alone reduce bribery among those already employed, if there is a one-time punishment. Either an increase in the rate of detection or in the fine imposed is necessary to reduce the incidence of bribery.

On the contrary, if H is induced to take J_G and w_G is subsequently increased, the decision to accept a bribe is affected. H will accept a bribe if and only if the following condition is met:

$$b \geq w_G^{\frac{1}{1-q}} (w_G - X)^{\frac{q}{1-q}} - w_G \quad (3.3)$$

The exact effect of a wage increase on the acceptable bribe is ambiguous.⁷

4. Implications for Labor Markets

To study the implications of this self-sorting model in the private-sector and government labor markets, it is necessary to move away from the two-type model and consider a continuum of risk aversion on which an infinite number of agents lie. Each agent decides to take J_P or J_G dependent on the expected bribe offer and expected punishment in J_G . There exists a critical value of risk aversion (for a

⁶Beenstock [9] assumes a normal distribution of the probability of detection. I leave this extension for further research, as I am less convinced of its validity.

⁷Derivations of (3.3) and of this conclusion are given in the Appendix.

given expectation of bribe and punishment), σ_k , above which all agents choose J_P and those agents for whom $\sigma < \sigma_k$ choose J_G . The proportion of agents who prefer to work in J_G is thus dependent on w_P , w_G , $f(b)$, q , and X .

The equilibrium bribe (distribution) is determined in the market for "bent rules". [10, 11] If the equilibrium bribe should increase, for example as a result of newly introduced regulations, then a larger proportion of agents—as more and more risk-averse workers are induced to switch—prefer J_G and the supply of labor in the government sector increases, while that of the private sector decreases. This exerts some downward pressure on wages in the government sector (and upward pressure on wages in the private sector) which (1) contributes to the wage gap between the government and the private sectors and (2) reduces the tendency of more risk-averse workers to change sectors, ameliorating (1). The wage adjustments may completely offset the increase in bribes, depending on the relative elasticities of labor supply and demand (not considered here), in which case nothing changes except b and w_G .

5. Conclusions and Extensions

This paper presents an alternative explanation for the persistence of corruption in certain occupations: when a separating equilibrium exists, the opportunity for bribery attracts a disproportionate number of "corrupt" workers, while "honest" workers avoid such jobs. When the corrupt job is in the government sector, regulations may raise the equilibrium bribe, attracting more risk-averse workers to that sector, depressing government wages and raising private sector wages, with the net effect of increasing the public-private wage gap that is often blamed for government officials turning to bribery in the first place. Nevertheless, the effect on bribes of raising government wages is ambiguous except under very specific conditions.

This analysis could be extended by including a distribution of detection, as suggested by Beenstock [9]. Other modifications of the model might include allowing for a (known) finite length of employment, which could vary between the sectors; allowing for an exogenous probability of termination each period;⁸ allowing the hiring official to be corrupt; and allowing supervisors to be corrupt (thus reducing the "fine" to a bribe). Since the labor market implications are studied only on the supply side, it would be ideal to embed this into a larger determination of equilibrium, complemented by labor demand and including the market for "bent rules"; endogeneity of government regulations and anti-corruption enforcement⁹ might be included in an approximation to general equilibrium.

In the best of all possible worlds, data on wages and bribes would become available, enabling empirical testing of this theory. For the moment, we are confined to anecdotal evidence.

6. References

- [1] Mauro, P.; "Corruption and Growth." *Quarterly Journal of Economics* 110 (3) 681-713 (1995).
- [2] Shleifer, A. and R.W. Vishny; "Corruption." *Quarterly Journal of Economics* 108 599-617 (1993).
- [3] Bac, M.; "Corruption and Supervision Costs in Hierarchies." *Journal of Comparative Economics* 22 99-118 (1996).
- [4] Tirole, J; "A Theory of Collective Reputations (with Applications to the Persistence of Corruption and to Firm Quality)", *Review of Economic Studies* 63 (1): 1-22 (1996).
- [5] Andvig, J.C. and Moene, K.O.; "How Corruption May Corrupt." *Journal of Economic Behavior and Organization* 13: 63-76 (1990).
- [6] Roy, A.D.; "Some Thoughts on the Distribution of Earnings." *Oxford Economic Papers*: 3135-146 (1951).
- [7] Heckman, J.J. and G. Sedlacek; "Heterogeneity, Aggregation, and Market Wage Functions: An Empirical Model of Self-Selection in the Labor Market." *Journal of Political Economy* 93 (61) 1077-1125 (1985).

⁸This exogenous probability is often included in other studies of corruption. See, e.g., Carillo [10].

⁹See Dabla [12] for endogeneity of enforcement.

- [8] Lazear, E.P. and Moore, R.L.; " Incentives, Productivity and Labor Contracts" , Quarterly Journal of Economics 99: 275-296 (1984).
- [9] Beenstock, M.; " Corruption and Development," World Development :715-24 (1979).
- [10] Carrillo, J.; " Grafts, Bribes and the Practice of Corruption." GREMAQ, Université de Toulouse Working Paper (1995).
- [11] Palifka, B.J.; " Trade Liberalization and Bribery: The Case of Mexican Customs." University of Texas Working Paper (1997).
- [12] Dabla, E.; " Enforcing Property Rights: Corruption and Growth in Less Developed of Economies." University of Texas Working Paper (1996).

Appendix: Derivation of Equation (3.3)

(The effects of wages on bribery once an honest worker is in job G for Case 1)

An honest agent in J_G will accept a bribe if and only if the expected utility from accepting the bribe exceeds that derived from the wage alone:

$$(1 - q)\ln(w_G + b) + q\ln(w_G - X) \geq \ln w_G \tag{A.1}$$

$$\ln(w_G + b) \geq \frac{1}{1-q}[\ln w_G - q\ln(w_G - X)] \tag{A.1}'$$

$$b \geq w_G^{\frac{1}{1-q}}(w_G - X)^{-\frac{q}{1-q}} - w_G \tag{A.1}''$$

The effect of a wage increase on the minimum acceptable bribe can be seen by taking the derivative:

$$\frac{\partial b}{\partial w_G} = \left\{ \frac{1}{1-q} \left(\frac{w_G}{w_G - X} \right)^{\frac{q}{1-q}} - \frac{q}{1-q} \left(\frac{w_G}{w_G - X} \right)^{\frac{1}{1-q}} \right\} - 1 \tag{A.2}$$

The sign of this expression depends on w_G relative to X , and on the expression in curly brackets relative to one. Since w_G and X are determined in the market and through legal and social institutions, respectively, the effect may vary from one place to another.

Alternatively, the critical point (between accepting and rejecting a bribe) is described by

$$F = (1 - q)\ln(w_G + b) + q\ln(w_G - X) - \ln w_G = 0 \tag{A.3}$$

We can see the effect of a wage increase on the equilibrium bribe by using the implicit function theorem:

$$\begin{aligned} \frac{\partial b}{\partial w_G} &= - \frac{\partial F / \partial w_G}{\partial F / \partial b} = - \frac{\frac{1-q}{w_G + b} + \frac{q}{w_G - X} - \frac{1}{w_G}}{\frac{1-q}{w_G + b}} \\ &= \frac{1}{1-q} \frac{w_G + b}{w_G} - \frac{q}{1-q} \frac{w_G + b}{w_G - X} - 1 \end{aligned} \tag{A.4}$$

The size of an acceptable bribe (from the perspective of the employee) increases in response to a wage increase when $\partial b / \partial w_G < 0$:

$$\frac{1}{1-q} \frac{w_2 + b}{w_2} - \frac{q}{1-q} \frac{w_2 + b}{w_2 - X} > 1 \tag{A.5}$$

Cross-multiplying and eliminating terms yields

$$(w_2 + b)[w_2(1 - q) - X] > w_2(1 - q)(w_2 - X) \quad (\text{A.6})$$

$$w_2^2(1 - q) - w_2X + w_2b - w_2qb - bX > w_2^2(1 - q) - w_2X + w_2qX \quad (\text{A.7})$$

$$w_2b - w_2qb - bX > w_2qX \quad (\text{A.8})$$

Factoring out w_G and rearranging:

$$w_G > \frac{bX}{b(1 - q) - qX} \quad (\text{A.9})$$

Equation (A.9) indicates that the acceptable bribe amount decreases for increasing wages only when the wage paid is above a minimum in relation to the bribe and the punishment. As the probability of getting caught (q) tends to zero, the wage must exceed the punishment, while for high q ,

the minimum acceptable bribe decreases (lower bribes are acceptable) for the "honest" worker when the wage is high relative to both bribes and fines, especially when the expected bribe and the expected fine are relatively close. For a relatively risk-averse agent, this is not entirely counter-intuitive. The denominator, in particular, makes sense, because the risk-averse agent wants to reduce variance in expected income. The numerator, however, is disturbing, since it implies that a higher fine may induce honest workers to engage in bribery even when low bribes are offered. This is illogical.

VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOLÓGICOS EN UN ÁREA EN EL NORESTE DEL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO

Adriana Nelly Correa Sandoval, Ernesto C. Enkerlin Hoeflich, Irma Adriana Gómez Cavazos, Fernando A. Manrique

Gran parte del terreno en el Noreste de Tamaulipas fue desmontado para dedicarlo a la actividad agrícola, mientras que algunas áreas se dedicaron a la ganadería extensiva, permitiendo la permanencia de la vegetación natural. En este estudio se compararon los beneficios económicos que han reportado para sus propietarios terrenos en ambas situaciones y se buscó relacionar ese valor económico con la prestación de servicios ambientales. Se consideró información de mercado (fuentes oficiales y entrevista profunda) como medida indirecta para evaluar la apreciación por los servicios ecológicos que puede prestar un área en nuestra zona de interés. Las utilidades generadas anualmente por el sitio con ganadería extensiva, que además ofrece actividades ecoturísticas y de turismo cinegético (denominado Área I), son de 41.90 USD/Ha, con un potencial estimado de 59.10 USD/Ha. Mientras que un sitio que fue comparable hace 20 años, pero fue dedicado a la actividad agrícola (denominado Área II), generó utilidades por 100 USD anuales. Los beneficios económicos hasta ahora han sido menores en el Área I, en parte debido a que el Área II recibe importantes subsidios, que son una distorsión de mercado. Al descontar los subsidios, la utilidad realmente generada es de sólo 17.67 USD/Ha. En cuanto a la prestación de servicios ambientales, la diferencia entre los sitios estudiados es notable: el Área I los ha mantenido, mientras que en el Área II se han deteriorado casi totalmente, además de que se han causado costos ambientales y económicos en zonas aledañas. Por otra parte, cambios en el contexto socioeconómico hacen que el potencial para generar beneficios económicos en el área I vaya en aumento (mercados emergentes), mientras lo contrario (disminución de subsidios) ocurre para el Área II.

Palabras clave: Servicios Ecológicos, Valoración Ambiental, Agricultura, Tamaulipas

1. Introducción

La integridad de los ecosistemas tiene un impacto positivo en el bienestar de la sociedad porque su funcionamiento proporciona bienes y servicios, llamados ecológicos, indispensables pero hasta ahora poco valorados, que se traducen en el aporte de aire fresco, agua limpia, alimentos, materias primas, regulación del clima, conservación de la biodiversidad y sitios para recreación. Entre los más importantes podemos mencionar el balance de gases en la atmósfera, la regulación del clima, protección ante disturbios como tormentas, inundaciones o sequías, la regulación del ciclo hidrológico (captura y retención de agua), la formación y retención de suelo, los ciclos de nutrientes (almacenamiento, fijación y procesamiento de nitrógeno y fósforo, entre otros), la degradación de desechos orgánicos (detoxificación), la polinización de plantas silvestres y agrícolas, el control biológico de enfermedades y plagas, hábitats y refugios para especies silvestres o sujetas a aprovechamiento y la existencia de recursos genéticos (para uso en medicina, ganadería y agricultura, por ejemplo), valores culturales (estéticos, artísticos, educacionales, espirituales y científicos) y áreas para recreación (ecoturismo, pesca, campismo, deportes al aire libre).

La valoración económica de estas funciones es un instrumento que permite poner en evidencia el beneficio de la conservación de la biodiversidad [1]. Una adecuada valoración puede favorecer activida--

M.C. Adriana Nelly Correa Sandoval, Profesionalista de Apoyo, Centro de Calidad Ambiental, ITESM, Campus Monterrey, ancorrea@campus.mty.itesm.mx
Dr. Ernesto C. Enkerlin Hoeflich, Presidente, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, enkerlin@conanp.gob.mx
Dra. Irma Adriana Gómez Cavazos, Directora Académica, Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, ITESM Campus Monterrey, igomez@campus.mty.itesm.mx
Dr. Fernando A. Manrique, Presidente de la Asociación de Profesores Eméritos del ITESM, fmanriqu@campus.mty.itesm.mx

dades que los promuevan, o bien desincentivar aquellas que impliquen altos costos ambientales para la sociedad.

En muchos países se ha dado lo que en economía se llama “incentivos perversos”. Por ejemplo en Colombia, al tratar de incentivar el cultivo de palma se ha causado la desaparición de bosques, pastizales y otros cultivos [2]. En México, el gobierno desarrolló programas en los que ofrecían apoyos económicos para desmontar terrenos y dedicarlos al uso agrícola. En nuestra región de interés se dio la apertura de tierras sin estudios previos que determinarían que fuera esa su vocación ni estudios de costo/beneficio de largo plazo, donde se maximizara la renta social de dichas áreas. La bonanza algodонера que se tuvo en los años 50s no fue sostenible. Para 1963 el cultivo ya no era redituable. Entre las muchas causas a que esto se atribuye, se menciona el hecho de que la zona de riego se abrió mucho más allá de la planeada originalmente, lo que causó que el agua fuera insuficiente, además de que al prolongarse un solo cultivo se agotó la fertilidad del suelo y se dieron las condiciones para el ataque masivo de insectos plaga, lo que a su vez provocó el uso de plaguicidas a un grado de toxicidad cada vez más elevado [3].

Antes de tomar decisiones de desarrollo, es importante conocer y considerar los beneficios que presta la naturaleza, así como los costos presentes y futuros de su degradación o agotamiento, para tener una actitud responsable ante la conservación de recursos naturales

Los objetivos de este proyecto fueron:

- 1) Inferir el valor de los servicios ambientales que presta un área en la que se han realizado actividades productivas de bajo impacto, lo que ha permitido mantener la vegetación natural.
- 2) Comparar este valor con el de un área aledaña que en algún momento fue similar y en la que se cambió el uso de suelo, eliminando la vegetación natural.

2. Metodología

Existe una amplia gama de métodos de valoración económica de recursos naturales aceptados a nivel internacional. Generalmente la elección se basa en los recursos de tiempo, presupuesto e información de que se disponga; es importante también el tipo de decisiones que se tomarán con base en los resultados que se obtengan. El valor total de un recurso se conforma por dos componentes: su valor de uso y su valor de no uso; los de uso se dividen a su vez en valores de uso directo y de uso indirecto, mientras que los de no uso pueden ser de opción para uso futuro por la misma persona o por sus herederos, o bien el valor que asignamos a la sola existencia de algo como podría ser un hábitat o una especie. Cada técnica de valoración puede aportar información sobre diferentes valores y tiene diferentes limitaciones [4].

En el Apéndice 1 se incluye un cuadro de diferentes metodologías de valoración aceptadas por el Banco Mundial. Las consideradas para su posible aplicación en este estudio fueron: valoración contingente, gastos en defensa y cambios en productividad. El método seleccionado fue el de cambios en productividad, descrito por Munasinghe en 1992 [5]. Valoración Contingente se descartó por ser no ser aplicable en los predios analizados, que son propiedad privada mientras el método está diseñado más bien para áreas públicas. Con respecto a Gastos en Defensa, no fue posible obtener la información necesaria del sector salud.

Selección de sitios. Con el objetivo de comparar áreas similares dedicadas a usos diferentes, se analizaron los usos de suelo de la región, encontrando que los dos principales son agrícola y pecuario. Se entrevistó a los propietarios de seis predios en la región costera al norte de Tamaulipas, pero se compararon únicamente los datos obtenidos de áreas con características naturales similares, que en el pasado tuvieron vegetación y fauna semejante, por lo que se en algún momento tuvieron el mismo potencial natural, pero a las cuales se les dio uno de los dos usos principales en la región: ganadería extensiva en uno, al que denominamos Área I, y cultivo de sorgo en el otro, llamado Área II. La selección de las áreas a comparar se basó en el análisis de un sistema de información geográfica (SIG) en el que se integraron factores como tipo de suelo, tipo de clima, relieve, cercanía a la costa, presencia de humedales y tipos de vegetación y fauna presentes antes del desmonte.

Información analizada. Se revisó literatura acerca de los temas de: desarrollo histórico y condiciones actuales de la región, servicios ambientales o ecológicos, valoración económica de recursos naturales, valores de la biodiversidad, incentivos para la agricultura, incentivos para conservación, efectos a la salud por partículas en la atmósfera, ecoturismo, y turismo cinegético.

Se consultaron bases oficiales de datos históricos y actuales acerca de usos de la tierra y de la actividad agrícola en la región: tipos de cultivos, superficie sembrada, rendimientos, precios medios rurales, costos de producción, análisis de costo/beneficio y subsidios.

Se aplicó la técnica de entrevista profunda a los propietarios de los predios analizados, así como a otros agricultores y ganaderos de la región y a expertos en cinegética y ecoturismo, ello con el fin de obtener información sobre las actividades productivas actuales y potenciales, costos de producción y utilidades generadas.

3. Resultados y discusión

Se analizaron los servicios ecológicos actuales, degradados y perdidos en cada una de las dos áreas estudiadas, y se realizó una comparación cualitativa de los mismos (ver Apéndices 2 y 3). Los servicios ambientales que actualmente tienen un valor económico reconocido, se muestran la siguiente tabla.

Área I	Área II
Producción de alimentos: Ganado bovino	Producción de alimentos: Agricultura de temporal, principalmente sorgo para ganado, y un poco de maíz y frijol de subsistencia
Recreación: Ecoturismo Turismo cinegético	Recreación: Turismo cinegético, únicamente algunas especies, como la paloma de alas blancas
Valor de no uso: Servidumbre Ecológica	—

Tabla 1 Servicios ambientales con un valor económico reconocido actualmente

Asimismo, se realizó un análisis de las utilidades generadas por cada área, considerando la superficie total y todas las actividades productivas en cada una de ellas, convirtiendo estos valores a dólares por hectárea por año. Dado que existe el interés manifiesto de una importante organización conservacionista internacional -The Nature Conservancy- por realizar un contrato de Servidumbre Ecológica para una zona particularmente bien conservada y biodiversa en la región de la Laguna Madre [6], podemos considerar que existe un valor de no uso para el Área I. Este valor se puede estimar de manera mínima en 164,656 USD, considerando únicamente el costo de oportunidad en la forma del pago que se podría recibir como subsidio por 2,000 Ha que se dedicaran a agricultura. Lo calculamos para esta extensión porque es la que reúne las características de interés para servidumbre ecológica. Ello implicaría un pago único, por lo que no se contabiliza en el total anual. Por otra parte, para obtener la utilidad real generada por el Área II, debemos descontar la cantidad obtenida mediante subsidio.

Como resultado de este análisis comparativo tenemos que las utilidades generadas anualmente por el sitio con ganadería extensiva, que además ofrece actividades ecoturísticas y de turismo cinegético (Área I), son de 41.90 USD/Ha, con un potencial estimado de 59.10 USD/Ha; mientras que un sitio que fue semejante hace 20 años, pero fue dedicado a la actividad agrícola (Área II), generó utilidades por 100 USD anuales, que al descontar los subsidios, se reducen a 17.67 USD/Ha.

Área I		Área II	
Valor de Uso:		Valor de uso:	
Ganadería	34.92	Agricultura	actual 100
Turismo cinegético	actual 4.48 potencial 17.28		(- subsidio 82.33 USD) * REAL 17.67
Ecoturismo	actual 2.50 potencial 6.90		
Utilidades en USD/Ha		Utilidades en USD/Ha	
Actual	41.90	Actual	100
Potencial	59.10	Real	17.67

Tabla 2 Comparación de valores (USD/Ha-año)

* El pago de Procampo para este ciclo agrícola fue de 778 pesos/Ha [7].

La diferencia entre los sitios estudiados es notable en cuanto a la prestación de servicios ambientales, que se han deteriorado casi totalmente en los terrenos dedicados a monocultivos agrícolas, además de que el modelo agrícola de la manera en que se ha realizado en la región no es autosostenible. El Área II ha dependido en forma importante de subsidios que han ido disminuyendo, al igual que la fertilidad de las tierras, por lo que los ingresos generados van a la baja, además de que el capital natural se perdió. Esto ocurrió en parte debido a que estas tierras se dedicaron a una actividad que les dio liquidez en algún tiempo, pero no maximizó sus utilidades. Dichos subsidios han dado una apariencia de rentabilidad que ha distorsionado los mercados.

Mientras tanto, el modelo de uso del Área I, pecuario extensivo combinado con ecoturismo y cinegética, no solamente ha producido ingresos económicos importantes en el predio estudiado, sino que ha mantenido su capital natural y, debido a la creciente demanda en el mercado del ecoturismo y al cada vez mayor reconocimiento por parte de la sociedad de la importancia de los servicios ambientales, tiene un futuro que se ve promisorio.

Hasta ahora, a pesar de que el programa Procampo es la política más importante de México como protección del Estado Mexicano hacia el sector agrícola, no cumple con los objetivos planeados [8]. Afortunadamente, la nueva normatividad de SEMARNAT y el Programa del Medio Ambiente 2001-2006 buscan que Procampo incluya criterios ambientales, estableciendo normas para reducir las fallas de mercado y fomentar la planeación a largo plazo.

Los incentivos perversos en programas agrícolas federales han sido la causa de que se hayan drenado más humedales de lo que hubiera sido en condiciones de mercado no distorsionadas [9]. Los humedales son algo de lo más valioso que tiene el Área I, por sus funciones de hábitat para fauna permanente y migratoria, captura de nutrientes, sitio de reproducción, fuente de alimentación, trampa de sedimentos, control de inundaciones y, en algunos casos, abastecimiento de agua dulce para fauna local y migratoria. En un estudio realizado en 1997 por Constanza y colaboradores [10], se reportó un valor de 14,785 dólares (de 1994) anuales por concepto de los servicios ecológicos producidos anualmente por cada hectárea de este tipo de ecosistemas en el mundo. En el Apéndice 3 se incluye una tabla con la valoración económica de los servicios ecológicos aportados por diversos tipos de biomas.

Cuantificar los costos de proteger un área para que continúe prestando servicios ecológicos no es difícil, pero estimar los beneficios económicos de conservar dichos servicios puede resultar realmente complicado. Determinar el valor de la formación y retención de suelo, del aporte de agua dulce, del hábitat temporal para fauna migratoria, del hábitat permanente para fauna residente, del balance de gases en la atmósfera, de la conservación de la biodiversidad en todos sus niveles, etcétera, requiere el trabajo de un equipo de investigación numeroso e interdisciplinario.

Al inicio de este estudio tratamos de calcular los costos en salud de los problemas causados por la liberación de partículas suspendidas a la atmósfera. Así, buscamos información sobre consultas médicas por enfermedades respiratorias, días laborables perdidos, gastos de hospital, etc. Sin embargo, fue necesario descartar este apartado, debido a la falta de información en este sentido y a la dificultad para definir qué porcentaje de las partículas suspendidas que afectan la salud de las poblaciones proviene del suelo descubierto de nuestra área de interés. Consideramos que sería necesaria la utilización de un modelo de simulación para evaluar la emisión, transporte y destino de las partículas por los suelos agrícolas cuando se hallan descubiertos. Solo relacionando esta información con los gastos en salud sería posible estimar los Gastos en Defensa.

Otro de los servicios ambientales que se ven disminuidos en la zona por la eliminación de la vegetación, es el aporte de agua dulce al sistema lagunar. Bajo igualdad de condiciones, los escurrimientos en áreas cultivadas son menores que en áreas con vegetación natural, pero llevan mayor proporción de partículas en suspensión y causan turbidez al agua de la laguna, al mismo tiempo que provocan azolve; mientras que en áreas con vegetación natural es mayor la proporción de agua de lluvia que escurre, pero los sedimentos que se arrastran son de tal naturaleza que aumentan la productividad de la laguna. Así, las áreas con vegetación natural aportan al sistema lagunar mayor cantidad de agua dulce y con la calidad adecuada para mantener o elevar los niveles de productividad pesquera.

Se consideró también la valoración del servicio ambiental de captura de carbono. Sin embargo, los métodos encontrados para esta valoración están diseñados para bosques templados, no para los tipos de vegetación presentes en el área. Los pastos marinos de la Laguna Madre si capturan una cantidad considerable de CO₂ y no sería difícil evaluarla, pero son propiedad federal y nuestro estudio se restringió a propiedad privada. El precio internacional que se fije finalmente por tonelada de carbón capturado, será de utilidad cuando se implementen los acuerdos de Kyoto y los países puedan intercambiar en compra-venta sus permisos de emisión.

Los valores que pudimos estimar con la información que obtuvimos fueron los de uso, tanto producción de alimentos como áreas para recreación. Estos son solo una parte del valor total del recurso; si se ampliaran los estudios, muy probablemente aumentaría la diferencia a favor del área que conserva su capital natural. Sería deseable considerar y calcular valores de no uso como el de conservar el hábitat y la biodiversidad para las futuras generaciones (valor de herencia) y el valor que asignamos a la sola existencia del recurso, como el que impulsa a las personas a hacer donativos a organizaciones de conservación, como The Nature Conservancy Conservancy, World Wildlife Fund, Pronatura y otras.

Es importante notar que solo se puede desmontar una vez y el costo de oportunidad de hacerlo puede ser muy alto; si el propietario del Área I sucumbiera a la tentación del incentivo perverso para desmontar, perdería su capital natural y la posibilidad de tener acceso a otro tipo de mercados emergentes y actividades productivas, como las que están surgiendo o creciendo, principalmente ecoturismo. Es esperanzador que en todo el mundo se están dando iniciativas para que los países promuevan, mediante incentivos, el desarrollo sostenible; esto es, aquel que mantenga su capital natural [11, 12].

La pérdida de biodiversidad en sistemas agrícolas mal planeados, puede contribuir a aumentar la vulnerabilidad y a incrementar la inestabilidad social en el largo plazo [13]. Por ello, es indispensable tener una amplia perspectiva en el espacio y en el tiempo al tomar decisiones, dando la importancia que merecen a las áreas cuya conservación asegurará el soporte de la calidad de vida. A cada terreno se le debe dar el uso para el que es más adecuado, de acuerdo a un programa de planeación regional basado en un buen estudio de ordenamiento ecológico.

4. Conclusiones

Este trabajo confirma que, lamentablemente, el valor de los servicios ecológicos no está siendo reconocido aún en su totalidad, lo que ha llevado a que éstos se pierdan, ya que actualmente se favorecen, mediante pago, actividades que destruyen la posibilidad de que un terreno siga prestando servicios ambientales. El mercado actual no captura el valor de los servicios ambientales. Mientras esta

situación continúe, como sociedad estamos dilapidando nuestro capital natural a cambio de un bienestar pasajero. Podemos concluir que:

1. La diferencia entre los sitios estudiados es notable en cuanto a la prestación de servicios ambientales, que en el Área I se han mantenido, mientras que en el Área II no solo se han perdido o deteriorado, sino que se han provocado costos ambientales y económicos en zonas aledañas.
2. Dado que los subsidios dan una apariencia de rentabilidad y distorsionan los mercados, las utilidades que produce el Área I, en la que se ha mantenido la vegetación natural, son aparentemente menores hasta ahora que las que produce el Área II, que alguna vez fue similar pero que se desmontó para dedicarlo al cultivo de sorgo.
3. El Área I mantiene su capital natural y tiene mayor valor económico potencial.

Aunque tiene sentido mirar hacia el pasado, en indispensable mirar al futuro. Por ello, debemos ahora pensar en la manera de recuperar los servicios ambientales que se han perdido en la región y, sobre todo, de qué manera podemos llegar a un desarrollo que sea sostenible. Para lograrlo, es necesario un detallado análisis de todas las características naturales y sociales de la región, así como de las posibilidades de reconvertir a pastizales las áreas que fueron dedicadas a agricultura donde no existía esa vocación.

Hay formas de hacer agricultura sostenible, en aquellos lugares que sean los óptimos para ello. Es necesario aprovechar valiosas herramientas para la planeación del desarrollo, como los estudios de Ordenamiento Ecológico y los Instrumentos Económicos contemplados en el artículo 21 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que serán de gran utilidad para fomentar la conservación del capital natural.

5. Referencias

- [1] De Alba, E. y M.E. Reyes. 1998. Valoración económica de los recursos biológicos del país. En: CONABIO. La Diversidad Biológica de México, estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp 211-234.
- [2] Moreno S., R.P. 2000. Incentivos económicos perversos para la conservación de la biodiversidad: el caso de la palma africana. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Boletín No. 21. ISSN-0123-7896
- [3] Zárate Ruiz, A. 1998. Resumen Histórico. En: Cueva L., E, J. Mendoza M. C. Quintero R. y A. Zárate R. Matamoros, un estudio regional actualizado. R. Ayuntamiento de Matamoros, 1996-1998. H. Matamoros, Tamaulipas.
- [4] Gatto, M. y G.A. De Leo. 2000. Pricing biodiversity and ecosystem services: The never-ending story. Bioscience (H.W. Wilson-GS). Vol. 50:4(347-355).
- [5] Munasinghe, M. 1992. Environmental economics and valuation in development decision making. The World Bank, Environmental Working Paper No. 51
- [6] Stolzenburg, W. 2001. Flocking together, Texas and México team up to conserve a hidden sanctuary. Nature Conservancy. March/April 2001. pp. 20-26
- [7] SAGAR. Octubre del 2000. Análisis de los costos de producción, ciclo agrícola O-I 2000-2001. Dirección General de Desarrollo Agropecuario y Forestal.
- [8] Zamorano Valdéz, J.J., 1996. Evaluación del funcionamiento del Programa Procampo. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Economía Agrícola. Tesis de Licenciatura en Economía Agrícola. Chapingo, México.
- [9] Shabman, L.A. 1980. Economic incentives for bottomland conversion: the role of public policies and programs. Trans North Am. Wildl. And Nat. Resour. Conf. 45:402-412

- [10] Constanza, R., R. D' Argel, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O' Neill, J. Parueto, R. Raskin, P. Sutton y M Van Der Belt. 1977. The value of the world' s ecosystem services and natural capital. Nature. Vol. 387, 15 May 1997. pp 253-260
- [11] UICN, CSERGE. 1995. Fuentes innovadoras de financiamiento para la conservación de la biodiversidad. Memorias. Harare, Zimbabwe.
- [12] UICN, UNEP, WRI. 1996. La economía de la biodiversidad. Memorias del Taller para el desarrollo de un marco para la evaluación de la pérdida de la biodiversidad. 22 a 24 de abril. Gland, Suiza.
- [13] Gowdy, J.M. 1997. The value of biodiversity: markets, society and ecosystems. Land Economics (H.G. Wilson SSA). Feb 1997. Vol. 73(pp 25-41)

6. Apéndices

Apéndice 1 Métodos de valoración de recursos naturales.

Base	Mercados convencionales	Mercados implícitos	Mercados contruidos
Conducta real	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en productividad • Pérdida de ingresos • Gastos en defensa 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de viaje • Diferencias en salarios • Valor de propiedades (precio hedónico) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercados artificiales
Conducta potencial	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de reemplazo • Proyecto sombra 	<ul style="list-style-type: none"> • Proxys (bienes de mercado por de no mercado) 	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración contingente

valor de uso —————> valor de no uso

Fuente: Munasinghe, M. 1992. Environmental economics and valuation in development decision making. The World Bank, Environmental Working Paper No. 51

Apéndice 2. Servicios ambientales actuales, deteriorados y perdidos en las áreas estudiadas.

SERVICIO AMBIENTAL	Área I	Área II
Regulación de gases de la atmósfera	Actual	Deteriorado
Regulación del clima	Actual	Perdido
Protección ante disturbios	Actual	Perdido
Regulación del ciclo hidrológico	Actual	Deteriorado
Formación de suelo	Actual	Deteriorado
Control de la erosión	Actual	Perdido
Ciclos de nutrientes	Actual	Deteriorado
Tratamiento de desechos, control de la contaminación y detoxificación	Actual	Se mantiene, pero si se absorbieran contaminantes, podrían ser ingerido y causar daños
Polinización	Actual	Perdido
Control biológico de enfermedades y plagas	Actual	Perdido
Refugios como hábitat para especies locales o migratorias, o bien sitios para reproducción de especies	Actual	Deteriorado
Producción de alimentos	Actual	Actual
Materias primas, para construcción, vestido, medicamentos, etcétera	Actual	Depende del tipo de cultivo
Bancos de información genética	Actual	Deteriorado
Áreas para recreación	Actual	Deteriorado
Retención de sedimentos	Actual	Perdido

Apéndice 3 Comparación de prestación de servicios ambientales.

SERVICIO	Área con vegetación natural	Área que perdió su vegetación natural
Regulación de gases en la atmósfera	Un área cubierta de vegetación da el servicio de captura de CO ₂ cuando las plantas están en crecimiento, aunque en ecosistemas como bosques templados maduros se llega a un equilibrio entre lo que se captura y lo que libera.	Cuando un terreno es “desmontado”, se libera el carbono que había capturado en el tejido vegetal, es por ello que la deforestación se considera un aporte importante de gases de invernadero. Además, las áreas que han sido desprovistas de vegetación dejan de prestar el servicio de captura de carbono. Cuando el cultivo está creciendo, si hay captura.
Regulación del clima	Aunque la regulación del clima a nivel global tiene mucho que ver con la regulación de gases en la atmósfera, a nivel local son importantes factores como cuerpos de agua y vegetación.	El cambio de uso de suelo en esta zona implicó la destrucción de humedales naturales, así como la eliminación de arbustos, matorrales y árboles. Los cambios en el clima son más bruscos y extremosos por esta causa.
Regulación del ciclo hidrológico	Los escurrimientos provenientes de áreas con buena cubierta vegetal ayudan a controlar los niveles de salinidad y no causan turbidez ni azolvamiento en los cuerpos de agua en que desembocan	Cuando el suelo descubierto recibe lluvia, ésta arrastra consigo material que causa turbidez en los cuerpos de agua donde finalmente se deposita y va causando también su azolve.
Producción de alimentos	Actualmente la producción de alimentos se da en la forma de producción ganadera	Las áreas agrícolas tienen como objetivo la producción de alimentos; sin embargo, se pierden muchos otros servicios y a la larga se puede acabar incluso la posibilidad de continuar produciendo alimentos, si por prácticas inadecuadas se pierde la fertilidad y el suelo mismo.
Materias primas, para construcción, vestido, medicamentos, etcétera	En ocasiones se ha hecho explotación de leña de mezquite, a nivel subsistencia	Anteriormente se producía algodón, pero el cultivo no fue sostenible

Apéndice 3 (continuación). Comparación de prestación de servicios ambientales.

Formación de suelo	Mediante la acción de organismos micro y macro y el intemperismo (lluvia, sol, cambios de temperatura).	Las prácticas agrícolas tradicionales eliminan los residuos de materia orgánica y dañan a micro y macro organismos del suelo, lo que dificulta la formación del mismo.
Control de la erosión	La erodabilidad de un área depende de las propiedades mecánicas y químicas del suelo. La cobertura vegetal, intercepta la lluvia y reduce la velocidad de los escurrimientos y del viento.	La destrucción de la vegetación natural y las prácticas agrícolas inadecuadas, junto con el sobrepastoreo y la tala inmoderada, están entre las principales causas de la degradación y pérdida del suelo. La erosión reduce la productividad de los terrenos dedicados a la agricultura. En algunos casos, la productividad puede perderse casi totalmente cuando se ha erosionado el perfil superficial del suelo.
Retención de sedimentos	Los humedales presentes funcionan como trampas de sedimentos e impiden la llegada de éstos a la laguna	No se da la función de retención de sedimentos, sino la contraria, ya que el suelo descubierto aporta sedimentos que son transportados mediante los procesos de erosión.
Ciclos de nutrientes	Los ciclos de nutrientes implican la fijación, almacenamiento, procesamiento y liberación de nitrógeno, fósforo y otros elementos, lo cual ocurre a través de las cadenas tróficas e implica la devolución de nutrientes al suelo en algún momento, para su uso posterior por otros organismos, o bien su liberación a la atmósfera.	Los ecosistemas alterados pueden perder su capacidad para fijar, almacenar, procesar y liberar los nutrientes. Puede ocurrir que se detenga o se acelere la captura de algunos de ellos, o bien sus tasas de liberación.
Tratamiento de desechos, control de la contaminación y detoxificación	Esto ocurre mediante la recuperación de contaminantes móviles o la remoción del exceso de compuestos en exceso o xéricos, al ser incorporados al tejido vegetal o quedar absorbidos en el suelo.	Este servicio lo pueden dar los cultivos; sin embargo, si son usados como alimento podrían causar intoxicación. Hay plantas que se utilizan como "biorremediadores" al capturar contaminantes del suelo, pero deben ser tratadas después como desechos tóxicos.

Apéndice 3 (continuación). Comparación de prestación de servicios ambientales.

Protección ante disturbios	Las áreas arboladas amortiguan el impacto de tormentas, disminuyen la probabilidad de inundaciones y ayudan a atenuar las sequías	Las áreas desprovistas de vegetación no pueden prestar el servicio de amortiguar impactos de tormentas, además de que favorecen las inundaciones por disminuirse el volumen de agua absorbida por el suelo
Refugios como hábitat para especies locales o migratorias, o bien sitios para reproducción de especies,	Los ecosistemas naturales suelen presentar una diversidad de estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo, por ejemplo) que sirven de hogar para distintos tipos de organismos. Los troncos caídos, por ejemplo proveen de hábitat para multiplicidad de especies.	En un sistema de monocultivo se presenta un solo estrato, lo cual limita las posibilidades de hábitat. Por otra parte, después de la cosecha el suelo queda descubierto, sin ofrecer resguardo para casi ninguna especie.
Control biológico de enfermedades y plagas	Un ecosistema funcional tiene redes tróficas completas, en las que las poblaciones de un nivel trófico son controladas por las del siguiente superior.	La agricultura tradicional elimina los controladores naturales de plagas. Los monocultivos favorecen la propagación de enfermedades y plagas, tanto por la concentración de individuos de la misma especie, como por su uniformidad genética.
Polinización	Los ecosistemas biodiversos suelen contar con polinizadores que aseguran la variabilidad genética de las plantas con flores. Entre los polinizadores más comunes se encuentran varios tipos de insectos, aves y murciélagos.	La pérdida de polinizadores por el deterioro de los ecosistemas y de la biodiversidad natural, pueden hacer que disminuya la variabilidad genética de las poblaciones, lo que a la vez deteriora su capacidad de adaptación ante cambios en el medio, al tiempo que aumenta su susceptibilidad ante enfermedades y plagas.
Bancos de información genética	Se han mantenido las poblaciones y su riqueza genética, aunque quizá el aislamiento producido por el efecto de insularización provoque una tendencia hacia la pérdida de la variabilidad en algunos casos.	Los bancos de información genética de las poblaciones naturales del sitio se han perdido, y los cultivos que se tienen no presentan gran variabilidad genética.
Áreas para recreación	Esta región tiene un gran potencial para turismo cinegético y ecoturismo.	Únicamente algunas especies de interés cinegético, como las palomas de alas blancas.

FISCAL COORDINATION AND DEPENDENCE ON REVENUE SHARING TRANSFERS OF STATE GOVERNMENTS IN MEXICO

Jorge Ibarra Salazar y Rodrigo Pérez Alanís[†]

In this paper we use state level data in order to analyze Mexican state financial dependence on revenue sharing transfers from the federal government. We propose and estimate three different models using the panel data approach. We find evidence that the implementation of the intergovernmental fiscal agreement of 1980 increased in significant manner state dependence. We further find a positive and significant relationship between financial dependence and vertical concentration of fiscal revenue. Our results are consistent with a previous study that used aggregate data.

Key words: Fiscal federalism, revenue sharing transfers, financial dependence.

1. Introduction

In this paper we analyze the dependence of Mexican state governments on the revenue sharing transfers (RST) from the federal government. We stress the importance of RST revenue on state's revenue structure and the influence on such participation of the vertical concentration of tax revenue in the federal government and the institutional changes implemented on the Mexican National System of Fiscal Coordination (NSFC). In particular, our objective is to study the effect on state's dependence of the introduction of this system.

Different papers have discussed the importance of RST on the revenue structure of state governments [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], even though none has presented empirical evidence on the factors explaining the variations on such indicator of dependence. The exception is Ibarra-Salazar *et al.* (1999) that applies a regression model to annual state aggregate data to empirically assess the influence of institutional and economic variables over dependence on RST. They found that both the implementation of the actual intergovernmental fiscal coordination arrangement and the concentration of tax revenue on the federal government have caused the Mexican states to rely heavily on RST.

Our paper presents additional empirical evidence on state's dependence on RST. We extend Ibarra-Salazar *et al.* [9] by applying their model to a database consisting of a pooling of cross sectional data, for the 31 Mexican states,¹ with annual time series from 1975 to 1995. Given the nature of our data set, we propose and estimate a fixed - effect model by generalized least squares. We confirm our main hypothesis by finding a positive and significant relationship between dependence on RST and vertical concentration of fiscal revenue, and evidence that the implementation of the actual intergovernmental fiscal system increased state dependence.

With this study we are able to obtain a better understanding of fiscal variables and institutional arrangements affecting financial dependence at the state level. The convenience of reducing state dependence should be evaluated having in mind its advantages: It may promote efficiency on public administration; promote fiscal responsibility and accountability; and since the fiscal authority may have more flexibility, it could lead to improve response capacity to provide the quantity and quality of public services demanded by the constituency. According to the decentralization principle in fiscal federalism

[†] Dr. Jorge Ibarra Salazar: Profesor Asociado del Departamento de Economía, ITESM Campus Monterrey. jaibarra@campus.mty.itesm.mx.

Lic. Rodrigo Pérez Alanís: Estudiante de Maestría en Economía y Administración Internacional, Università Luigi Bocconi, Italia. rodrigoperezalanis@hotmail.com

¹ Because of the peculiar fiscal framework faced by the Distrito Federal we do not include it in our analysis.

[10], fiscal autonomy redound in more benefits if the individuals identify provision of public services with its financing source. This will motivate government accountability. Further, Merino [11] conjectures that excessive state dependence on federal transfers might cause a distortion related with the inefficient use of public resources, given that sub national governments do not face the cost associated with revenue generation.

Given increasing preoccupation for fiscal responsibility, and transparency on the cost of public services provision, it is recommended that sub national governments had a revenue structure in which own revenue sources are more important than RST revenue. As indicated by Castells [12], excessive financial dependence on higher government level results in a limitation of autonomy, inhibits fiscal responsibility, which conduct to irresponsibility. Because of the political implications of financial dependence, "... ensuring democracy and local autonomy are linked together with the need to make sub national governments accountable with the citizenship." [12, p. 291]

The empirical evidence relating state dependence with the implementation of the actual NSFC uses aggregate state data. Recognizing the fact, as stressed by Sempere and Sobarzo [5], that there exists a great heterogeneity on dependence and fiscal capacities among the Mexican states, in this paper we use a disaggregated, at the state level, data set in order to analyze dependence on RST, recognizing explicitly those differences. Thus, the main contribution of our study is that we present additional empirical evidence on the effects of vertical concentration and the institutional changes on the Mexican NSFC over the state government dependence on RST.

The rest of the paper is organized as follows: the second section discusses the intergovernmental fiscal arrangement in Mexico; section three presents the methodology used in our analysis; in section four we comment on the estimation results; and section five concludes.

2. The Mexican Intergovernmental Fiscal Arrangement

The NSFC is the intergovernmental fiscal arrangement in which Mexican federal, state and municipal levels of government share the fiscal revenue and tax collection duties in Mexico. The agreement that became effective in Mexico since 1980 had as its purposes to avoid tax overlapping among the different government levels, and to adequate the fiscal structure to the newly created Value Added Tax (VAT). Through the NSFC adhesion agreement, the Mexican states suppressed own revenue sources in favor of the federal government, who in exchange shared those revenues with them.² One would expect that such suppression of tax faculties of states, as well as the coordination on user charges comprised in the system, would result on a reduction of the relative importance of these items on the state revenue structure. As a consequence, RST would become a more relevant revenue source since 1980.

Currently the total amount of RST distributed among state governments consists of seven funds: a general transfer fund constituted by 20% of federal tax revenue (FTR)³; a fund integrated with a 1% of the FTR, distributed among those entities coordinated with the federal government on the collection of certain revenues derived from user charges; the revenues accrued to the vehicle use tax and the new vehicles tax, both federal taxes, are transferred entirely to the corresponding state; a 8% and a 20% of tax collection on tobacco and alcoholic beverages taxes respectively; a contingency reserve integrated with 0.25% of FRT, which is distributed between those states whose RST revenue does not growth as much as the FRT; and finally, an amount equivalent in real terms, to the 80% of taxes collected by state governments on agricultural and cattle activities.

After the implementation of the fiscal agreement, the RST distribution scheme suffered two major modifications. First, during 1988-89, the 30% of the VAT collection was assigned directly to the corresponding state, plus a transfer similar to that of the previous year, calculated over an adjusted fund. Second, during 1991 a new distribution formula for the general fund became effective. Three distribution

² Arellano [1] and [4] present the historical evolution of the NSFC.

³ The integration of the general transfer fund has changed since its implementation. During 1980 it represented 16.89% of FTR; since 1991 the fund was constituted with 18.51% of FTR; and since 1996 it is a 20% of FTR. See Indetec [13] for more details.

criteria were included: population of the state, dynamics and structure of the geographically imputable taxes⁴ and a compensatory component. The actual weighting for each of the first two criteria is 45.17% and 9.66% for the third one.⁵ The compensatory share is calculated with the inverse of the amount per capita accrued to the first two criteria.

Other modifications have occurred after 1995, which are not accounted for in this paper. On one hand, since 1996 the integration of the general transfer fund was increased from 18.51% to 20% of FTR. On the other, and in agreement with the Mexican decentralization process, since 1998 a modification in the Fiscal Coordination Law instituted the so-called *Aportaciones Federales*: conditional federal transfers to state and municipal governments directed to education, health, security, and social infrastructure, among the most important expenditure items.

3. Methodology

The data used in this paper consist on a panel data set of the 31 Mexican states over a period of 21 years (1975 – 1995). Table 1 presents a description of the variables and Table 2 descriptive statistics. In order to incorporate the effect of the assignment formula modifications and the introduction of the NSFC, we follow Ibarra-Salazar *et al.* [9] in defining the same dummy variables for every state. Given that we are dealing with state level data, dependence is obviously defined at the state level, just as vertical concentration and economic activity. Vertical concentration is the ratio of federal tax revenues collected at the state to total (state and federal) fiscal revenue in the corresponding state. As our proxy for economic activity we used the number of workers registered at the Social Security System in every state. Only recently a variety of state level economic variables has become widely available. We selected the number of workers since it was the only variable related with economic activity that was available on annual basis for the whole period under analysis. Figures of Gross State Product (GSP), for example, are available under different estimation methodologies. On one case for 1970, 1977, 1980, 1988 and 1993. Another estimation includes the period 1970 – 1988. The last series of state GSP include the period 1993 – 1998.

We further take advantage of the disaggregated nature of our data set by postulating three different panel data models. The first model, named the *Constrained Model (C Model)*, assumes that all the slope and intercept coefficients are equal across states [16, 17]. This model can be written as:

$$DEP_{it} = \alpha + \beta_1 D80_{it} + \beta_2 D88_{it} + \beta_3 D91_{it} + \beta_4 EA_{it} + \beta_5 VC_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

where ε_{it} denotes the error term. The second model assumes the slope coefficients equal and the intercept coefficients to vary over states, allowing for independent fixed effects. The *Model with Group Dummy Variables (GDV Model)*, can be written as:

$$DEP_{it} = \alpha_i + \beta_1 D80_{it} + \beta_2 D88_{it} + \beta_3 D91_{it} + \beta_4 EA_{it} + \beta_5 VC_{it} + \varepsilon_{it}. \quad (2)$$

The presence of a different intercept for every state allows to account for the effects of those omitted variables in the model, which are specific to each state [17]. With this specification we can further test whether or not the states have different levels of dependence on RST due to other variables not included in the model. Given the regional diversity persistent in Mexico, we expect the degree of dependence on RST to differ across states.

The third model incorporates the idea of different effects of the intergovernmental fiscal arrangement implementation on state dependence. The intercept coefficient and the coefficient of *D80* are assumed different for every state. This is called the *Model with Double Group Dummy Variables (DGDV Model)*, which could be written as:

⁴ Their purpose is to identify the state in which the tax is generated. The actual imputable taxes are: on the use and property of vehicles, on new vehicles, on gasoline, tobacco, beer and alcoholic beverages.

⁵ These distribution criteria and their integration are contained in Articles 2° and 3° of the Fiscal Coordination Law. Courchene and Díaz-Cayeros [14] analyze the Mexican transfer system, Arellano [1] presents a historic review of the RST distribution schemes, and Ortiz Ruiz [15] presents the calculation mechanism of the RST coefficients.

$$DEP_{it} = \alpha_i + \beta_1 D80_{it} + \beta_2 D88_{it} + \beta_3 D91_{it} + \beta_4 EA_{it} + \beta_5 VC_{it} + \varepsilon_{it}. \quad (3)$$

This model permits to evaluate if the actual intergovernmental fiscal arrangement increased or not the dependence on RST of every Mexican state, maintaining the hypothesis that the parameters β_2 , β_3 , β_4 , and β_5 are equal across them.

It is worth to mention that before specifying the fixed effect panel data models, we firstly estimated a regression model for every state. As a result we obtained a serious problem of multicollinearity in most of the estimated models. In order to correct for this problem, we made modifications on the independent variables by estimating different functional forms, but that did not help in lessening multicollinearity. Then we start deleting independent variables, but the explicative power of the models was reduced dramatically. Then a decision had to be made in terms of heroic assumptions versus explanatory variables included in the model. Our decision was to maintain the originally considered independent variables, making assumptions about the intercept parameters on the estimated model. Then, in order to deal with the multicollinearity problem, we estimated the model using a panel approach, recognizing the fact that some key parameters could be different over states, while maintaining as assumption the equality of others. The *DGDV Model*, for example, assumes that parameters β_2 , β_3 , β_4 and β_5 are equal across states, while relaxing such assumption on the intercept and on the parameter β_1 .

An increase in the ratio of RST to state revenues, or state dependence as we are approaching it, might be explained by the fact that the RST growth rate is above the rate of other revenue sources. This also includes the case in which other sources growth could decrease from one year to another. At least at the NSFC implementation stage, the increase in RST and the reduction of revenue other than RST can be explained by the suspension of state tributary power in favor of the federal government, and the coordination in terms of user charges that rose from the adhesion agreements.

Another explanation to the evolution of own-source state revenues⁶ is based on the public finance literature related with the effects of transfers over local government revenue structure. The theory of transfers⁷ gives us a reference point to connect transfers not only with state expenditures but also with state revenues. An increase in a general transfer, such as RST, may cause an increase or a reduction of own-source state revenues. This outcome depends on the proportion that state expenditure increases as a result of the transfer. For example, if an increase in the general transfers causes state expenditure to grow at a greater proportion as compared to the transfers themselves, then own revenue sources would have to be greater [21]. Without controlling for the overall effect of RST on the revenue and expenditure structure of state governments, we would expect the implementation of the intergovernmental fiscal arrangement in Mexico to cause an increase in financial dependence on RST. That is to say, we expect the parameter β_1 in our empirical models to be positive.

The RST distribution formula applied during 1988-1990 assigned 30% of the VAT collected by the state in its territory. Since this amount counted as a transfer from the federal to state government, the revenue structure would observe an increase on RST revenue participation. This figure could include an additional state incentive to improve its fiscal effort, since more VAT collection would represent additional revenues. In line with this reasoning, we expect a positive value for the parameter β_2 .

The modification in the RST distribution formula to incorporate the actual distribution criteria caused some states to observe continuous increases in their distribution coefficient, while some others experienced the opposite effect. The former might have no incentive to increase their own revenue sources, resulting in a revenue structure in which RST represented a greater percentage. The latter, facing the same or more fiscal needs, might have been forced to increase their fiscal effort and get the most from their fiscal capacity. A piece of evidence of these arguments is the fact that 15 out of 31 states

⁶ Includes taxes, charges, products and benefits.

⁷ Stine [18] is one of the first empirical studies analyzing the effect of transfers over own-source revenues. Wilde [19] and Oates [10] are among the first theoretical contributions on this field. Gramlich [20] presents a survey of empirical studies on the effects of transfers.

did not exercise their taxing power relative to the payroll tax during 1999,⁸ even though they were allowed to do so by the current fiscal agreement with the federal government. We therefore do not anticipate a particular sign for the coefficient β_3 . The 1991 modification in the distribution formula could have increases or reduced state dependence on RST.

We hypothesize a negative sign on β_4 . Increased economic activity on state level would increase its tax collection, and as a consequence will increase own revenue sources, reducing dependence on RST.

Following Sempere and Sobarzo [5] and the international evidence analyzed by Tijerina Guajardo and Medellín Ruiz [23], we expect a positive relationship between vertical fiscal concentration and state dependence on RST.

There are other variables that could affect dependence but are not included in our model basically because of data restrictions or because the nature of our model. The revenue received by concept of conditional matching transfers,⁹ different from RST, could influence dependence via its impact on own-source state revenue, political factors, sub national debt and fiscal effort.

According to Greene [16], ordinary least squares (OLS) provides consistent and efficient estimates of the coefficients on our proposed models. In this case, however, we found evidence of autocorrelation on the estimated models¹⁰. With this estimation problem, it would be inappropriate to apply OLS. We thus used a two-stage procedure to correct for autocorrelation [24]. In the first stage we ignored the autocorrelation and estimate the model in order to obtain a consistent estimator of ρ , (correlation coefficient). The second stage consisted in estimating the model applying generalized least squares, using the Cochrane – Orcutt transformation on the data to correct for autocorrelation. LIMDEP was our estimation software.

4. Results

The estimation results of the three models, presented in Table 3, are quite consistent. The dummy variable that incorporates the implementation of the actual intergovernmental fiscal arrangement shows evidence of a positive and significant relationship on both the *C* and *GDV* Models. Vertical concentration shows a positive and statistically significant relationship with dependence on the three estimated models. The *D88* coefficient is positive and significant in the three models, whereas the *D91* parameter shows a negative sign but is not statistically significant. The variable accounting for economic activity showed a negative relationship with dependence, but statistically significant only in the *C* Model. These results are as expected and consistent with the previous aggregate study.

The *DGDV* Model relaxes the assumption that the effect on dependence of the 1980 fiscal coordination agreement is the same across states, but retains the assumption about the parameters of *D88*, *D91*, *EA* and *VC*. This model estimates coefficients, specific for every state, incorporating such effect. The results show that most of the Mexican states, 22 out of 31, experienced a significant increase in RST dependence after 1980, when the actual intergovernmental fiscal arrangement came into scene.

Based on the *DGDV* Model, we now attempt to explain the results concerning the effect of the NFCS implementation over state dependence on RST. We are especially interested in looking at similarities or differences of those states resulting with no significant change on dependence, and those with the higher increase in dependence. As we have noticed above, the NSFC implied the states to suspend tax powers in favor of the federal government. Reducing own revenue and increasing RST revenue would result in increased dependence. We in fact expected all of the states to show the *D80* parameter statistically different from zero, and our paper would look at the states with the higher increase

⁸ Indetec [22].

⁹ During the period of analysis Mexican states received conditional transfers to finance public works, poverty alleviation and social infrastructure by means of matching grants. Conditional transfers for education and health, in line with the decentralization process in those sectors. Furthermore, federal government applied extraordinary transfers to the states.

¹⁰ When we estimate the model (1) individually for each state, we found evidence of autocorrelation using the DW statistic.

in dependence. Since that was not the case, we provide some explanation of the factors that could influence the result in which dependence on RST for the states of Baja California, Hidalgo, Michoacan, Nuevo Leon, Oaxaca, Sonora, Tabasco, Tlaxcala and Yucatan did not vary with the entrance of the NSFC. Moreover, we selected arbitrarily a benchmark of 0.20 in order to conduct a test to identify the states registering evidence that the $D80$ parameter was above such benchmark.

Since it was not possible to include data on all the possible factors affecting dependence in our empirical models, mainly because of lack of availability for the time period considered, we chose a particular year at least to suggest possible reasons for our findings. We consider that the effect of additional variables, such as the ones we commented above, on RST dependence, should be investigated further by specifying a cross sectional model. Our comments are based on the variables shown in Table 4. We consider the following: GSP per capita, as a broad measure of fiscal capacity; the marginality index from CONAPO [25]; transfers from the federal budget item *Ramo* 26, which included grants to alleviate poverty; public sub national debt; fiscal performance index from Ibarra-Salazar *et al.* [26], which includes variables related to fiscal capacity, fiscal effort and fiscal results; average dependence during 1975-79, previous to the beginning of the coordination agreement; and the difference on the states participation coefficient on RST from 1980 to 1995.

Baja California, Nuevo Leon and Sonora share many similarities: They have above average GSP per capita, very low marginality index, high fiscal performance, and are among the states with larger reductions on RST coefficients under fiscal coordination. Nuevo Leon and Sonora, but not Baja California, are the states with the highest public debts in relation to its GSP. Furthermore, Sonora experienced above average previous dependence, contrary to the cases of Baja California and Nuevo Leon. It seems that those states, as implied by their fiscal performance index, in order to face a distribution scheme implemented by the NSFC, which has not been particularly favorable for them, have exploited its high fiscal capacity. Furthermore, the states of Sonora and Nuevo Leon had to generate additional revenue in order to face the burden of they debt, reducing dependence on RST. It is very likely that these two effects have softened the consequences over state dependence induced by the fiscal agreement with the federal government.

In contrast with the above states, Hidalgo, Michoacan, Oaxaca, Tlaxcala, and Yucatan have below average GSP per capita, and, except for Tlaxcala, face high marginality. Their debt – GSP ratio is below average, all of them have registered higher RST coefficient as a result of the operation of the RST distributional scheme, and their proportion of other transfers to RST is above average. The 1995 ratio for Oaxaca, Hidalgo and Yucatan, for example, was 70%, 51% and 47% respectively (Table 5). These states received the 22.4% of *Ramo* 26 transfers distributed in 1995 between the Mexican states, and except for Oaxaca, previous to the implementation of the NSFC, had above average dependence on RST. Furthermore, their fiscal performance is in the lower end of the state's list, except for Yucatan.

The amount and relative importance of other transfers might explain our result.¹¹ In this sense, the theory of transfers offers a possible explanation. If as a consequence of the grant the state government increased expenditure by more than the amount of the grant, additional revenue had to be generated so as to cover the expenditure, reducing dependence as a result. It is very unlikely that the additional revenue had come from debt, given that the debt-GSP ratio of these states is way below average, so that it should have come from own revenue sources. This explanation, however, may seems surprising by judging for the weak taxable base and below average fiscal performance of these states. Arellano [1] gives us another possible explanation for this result, related to the distribution formula applied during the

¹¹ In addition to transfers from *Ramo* 26, during the period of analysis, Mexican states received extraordinary grants, which were distributed on discretionary basis and applied to public goods provision, public investment programs, to pay debt with the banking system, and to pay providers of goods and materials. During 1995 those grants were directed mainly to cover credits with the financial system. Bargaining power of state governors and political timing determined in high degree its distribution. There is neither law nor a written public agreement regulating the distribution scheme of extraordinary grants, as opposed to RST. The federal budget, however, contemplates extraordinary grants to sub national governments in two entries: chapter 4700 support for states and municipalities, are granted to financial strength, natural disasters, economic contingencies, and to comply with cooperation agreements; and chapter 7300 contingent expenditure, is used under Presidential authorization, and has been named "the secret budgetary item." [27]. Unfortunately, we are not aware that data on the amount and distribution of extraordinary grants is available to the public.

first years of the NSFC. This formula assigned more resources to the states whose increase on tax collection was above the national average. This scheme created a bias in favor of states with more fiscal capacity, and against those states with an important primary sector, low fiscal capacity, and high fiscal need. That is, those with unfavorable fiscal position. The impact of the application of this formula on the first year could have reduced the importance of RST on state revenue.

Finally, being Oil-producer State, the case of Tabasco must be treated apart. It has below average GSP per capita, ratio of debt to GSP, and fiscal performance. The state further showed the highest average dependence on federal transfers prior to the implementation of the NSFC. As noted by Merino [11], Courchene and Diaz-Cayeros [14], and Arellano [1], Tabasco benefited from the inertial component of the distribution formula, reflecting oil-related revenues. In particular, the transfers received by the states, prior to the NSFC, by concept of excise taxes (alcoholic beverages, beer, electricity and minerals, among others) caused oil producer states to obtain disproportionate amounts. The allocation formula implemented during the first years of the NSFC operation took into account the amount of transfers obtained by every state during 1978, year in which oil price was excessively high. Posterior modifications did not correct for this effect carrying along, as a consequence, this bias in favor of Tabasco. As a result, during the period under study Tabasco registered an average ratio of RST to operational revenue of 77%. It seems to be the case that the inertial component together with an excessive dependence prior to the intergovernmental fiscal agreement of 1980 made Tabasco not to show a significant change on dependence after that year.

On the other extreme, it is interesting to identify the states with the higher increase in dependence. We conducted a one sided test to see whether there is evidence that the parameter of $D80$ is above our benchmark of 0.20. We found evidence to reject the null hypothesis for Coahuila, Puebla, Queretaro, Morelos, San Luis Potosi, and Veracruz. This test gives us some indication of the group whose dependence increased the most with the NSFC. Going back to Table 4, we are able to find a bit more definite pattern on this latter group of states. All of them have experienced an increase in their distribution coefficient on RST since 1980; have below average previous dependence; and most of them, except for Coahuila, present below average fiscal performance. In terms of debt burden, only Queretaro shows a debt-GSP ratio above the state average. It seems that fiscal coordination, together with lower previous dependence, and the favorable evolution of the distribution scheme applied under the system has lessened fiscal performance, increasing dependence on RST for this group of states.

5. Summary and Conclusions

In this paper we have analyzed the variables and institutional modifications that have influenced state government dependence on RST revenues using a state level database. We proposed and estimated three versions of a linear regression model, using a panel data approach, in order to assess the variables that have influenced over state government dependence on RST.

Regression analysis confirmed the results of a similar aggregate study by Ibarra-Salazar *et al.* [9]. We found that the implementation of the NSFC increased RST dependence of state governments, and that vertical tax revenue concentration had a positive and significant relationship with dependence.

Our fixed effect models allowed us to identify those entities whose level of RST dependence was significantly above or below the rest of states. We were further able to identify the effect on dependence, for every state, of the NSFC introduction. By showing these results at the state level, the paper extends the previous aggregate study. For nine states we found evidence in the sense that the implementation of the intergovernmental fiscal agreement of 1980 did not affect dependence. Among those, Baja California, Nuevo Leon, and Sonora by the decrease in its RST distribution coefficient, and by their debt burden (Nuevo Leon and Sonora) have been induced to improve their fiscal performance, generating additional own-source revenues. The results suggest that as a consequence of the distribution formula applied during the first years of the NSFC, and the amount received from conditional transfers, the states of Hidalgo, Michoacan, Oaxaca, Tlaxcala, and Yucatan resulted with the same effect. Finally, the bias and inertia introduced by the allocation scheme of unconditional transfers in favor of oil-producer states explain

our finding in which Tabasco did not change its dependence with the implementation of the NSFC. Our explanations, however, deserve more analysis. Our results suggest that there is no definite influence of the level of economic development, nor there is for the influence of other transfers, other than RST, on dependence. This clearly deserves further investigation.

This study provides some guidelines to suggest alternative measures so as to reduce financial dependence on RST. Among them, the option to assign taxing power to states has been proposed by the federal government and has been studied in different articles [11, 28, 29]

Another option is to implement a modification on the criteria to assign RST to states. The actual formula distributes unconditional transfers according to population and a criterion to partially recognize tax generation. Introduction of fiscal effort criteria may induce the states to exploit their fiscal capacity and thus reduce dependence. The amount of transfers received as well as the distribution formula currently applied for RST might have caused some states to have unexploited tax revenue.

Our study deserves special attention in view of current policy discussion on the intergovernmental fiscal arena. Tax reform, as initially settled by the federal government proposes, among other things, to fix VAT on previously exempted goods, such as food, medicine, and school fees. At the same time, it proposes a reduction on income tax rate. As a result, they expect an increase in tax revenue of about \$129 billion of Mexican pesos. If there is no change in state fiscal attributions, nor there is a change in the distribution formula of RST, we can anticipate an increase in dependence. It is true that states will count more resources in their treasury, but those resources are not own generated: the cost will be more dependence on transfers.

The NSFC certainly increased the financial resources to the states, but at the same time increased dependence on federal transfers. With the more decentralized expenditure exercise, it is more desirable to decentralize the revenue side in order to increase fiscal responsibility, aside from the effects on fiscal effort caused by excessive vertical centralized fiscal revenue. It is important that policy makers in Mexico consider the effect of institutional changes on dependence. A definite conclusion emerges from our study: in spite of taking advantage of scale economies on tax revenue administration, fiscal coordination induces more dependence and less financial autonomy for subnational governments.

The effect of transfers, both conditional and unconditional, on the state's revenue structure should be carefully analyzed in order to determine if in effect, the increase in integration of the general fund on 1996, and the system implemented since 1998, for example, have increased financial autonomy or not. Up to our knowledge, the introduction of *Ramo 33* and the consequent creation of *Aportaciones Federales*, had not aimed to alter financial dependence. However, as long as increasing conditional transfers might change the amount of own state revenue it could alter the level of financial dependence. This is a crucial issue that was not considered by policy makers in the design of *Aportaciones Federales*, which of course deserve additional research.

Studying the impact of RST and legal restraints over the establishment of state taxes and over the state revenue structure can extend this research. In particular, it has been argued that states have no incentive to collect and implement state taxes because of the incentives caused by the actual system of transfers [7]. It would be desirable to define an empirical model to incorporate the variables that could affect state dependence on RST which were not possible to include in ours. In particular, it would be interesting to analyze the impact on dependence of fiscal performance, public debt, and the amount received by the states by concept of conditional transfers.

6. References

- [1] Arellano, R.; "Necesidades de Cambio en las Relaciones Hacendarias Intergubernamentales en México", in Arellano Cadena R. (Compilador), México Hacia un Nuevo Federalismo Fiscal, Gobierno del Estado de Puebla y Fondo de Cultura Económica, México: 121-149 (1996).

- [2] Flores Hernández, J. and R. Caballero de la Rosa; “Estrategias para Transformar la Coordinación Hacendaria y Renovar el Federalismo Fiscal”, in Arellano Cadena R. (Compilador), México Hacia un Nuevo Federalismo Fiscal, Gobierno del Estado de Puebla y Fondo de Cultura Económica, México: 151-164 (1996),
- [3] Aguilar Villanueva, L.; “El Federalismo Mexicano: Funcionamiento y Tareas Pendientes”, in Hernández Chávez, A. (Coordinadora), ¿Hacia un Nuevo Federalismo?, El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, México: 109-152 (1996).
- [4] 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 (1996).
- [5] Sempere, J. and H. Sobarzo; “La Descentralización Fiscal en México: Algunas Propuestas”, in Arellano Cadena R. (Compilador), México Hacia un Nuevo Federalismo Fiscal, Gobierno del Estado de Puebla y Fondo de Cultura Económica, México: 165-196. (1996)
- [6] Cabrero Mendoza, E.; “Las Políticas Descentralizadoras desde el Ambito Regional. Análisis de Desequilibrios Regionales, Gasto e Ingreso Público y Relaciones Intergubernamentales 1983-1993”, in Cabrero Mendoza, E. (coordinator), Las Políticas Descentralizadoras en México 1983-1993, CIDE and Miguel Angel Porrúa, Mexico (1999),
- [7] Moreno Razo, A.; “Política Fiscal y Descentralización”, El Economista Mexicano 2: 94-99 (1999).
- [8] Cabrero Mendoza, E. and A. Carrera; “Fiscal Decentralisation and Institutional Constraints. Paradoxes of the Mexican Case”, Documento de Trabajo del CIDE, División de Administración Pública, Número 85 (2000).
- [9] Ibarra-Salazar, J., A. Sandoval-Musi and L. Sotres-Cervantes; “México: Ingresos Estatales y Dependencia de las Participaciones Federales”, Comercio Exterior 49 (5): 438-444 (1999),
- [10] Oates, W.; Fiscal Federalism, Harcourt Brace Jovanovich, New York 1972.
- [11] Merino, G.; “Federalismo Fiscal: Diagnóstico y Propuestas”, Gaceta de Economía ITAM, Special issue: Una Agenda para las Finanzas Públicas en México, Spring: 145-185 (2001).
- [12] Castells, A.; “Haciendas Locales, Autonomía y Responsabilidad Fiscal”, Gestión y Política Pública 8 (2): 277-298 (1999).
- [13] Indetec; “Evolución de la Integración del Fondo General de Participaciones 1980-1992”, Revista Indetec 100 (2): 199-208 (1996).
- [14] Courchene, T. and A. Díaz-Cayeros; “Transfers and the Nature of the Mexican Federation”, in Giugale, M. and S. Webb (editors), Achievements and Challenges of Fiscal Decentralization: Lessons from Mexico, The World Bank, Washington D.C.: 200–236 (2000).
- [15] 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).
- [16] Greene, W.; Econometric Analysis, Second Edition, Macmillan Publishing Company, New York (1993).
- [17] Hsiao, C.; Analysis of Panel Data, Econometric Society Monographs, Cambridge University Press, Cambridge (1999).
- [18] Stine, W.; “Estimating the Responsiveness of Local Revenue to Intergovernmental Aid”, National Tax Journal 38: 227-234 (1985).
- [19] Wilde, J.; “Grants in Aid: The Analysis of Design and Response,” National Tax Journal 24: 143-155 (1971).
- [20] Gramlich, E.; “Inter-governmental Grants: A Review of the Empirical Literature”, in Oates, W. (editor), The Political Economy of Fiscal Federalism, Lexington Books, Lexington: 219-239 1977.
- [21] 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).
- [22] Indetec; “Impuestos Vigentes en las Entidades Federativas y Distrito Federal Contemplados en las Leyes de Ingresos para 1999”, Revista Indetec 115: 163-165 (1999).
- [23] Tijerina Guajardo, J. and A. Medellín Ruiz; “Dependencia Financiera de los Gobiernos Locales en México”, Centro de Análisis y Difusión Económica, Documento de Investigación #15 (1999).
- [24] Greene, W.; LIMDEP Version 7.0, User’s Manual, Econometric Software, Inc., New York (1995).
- [25] CONAPO; Índice de Marginación 1995, CONAPO-Progres, México (1998).

- [26] Ibarra-Salazar, J., A. Sandoval-Musi and L. Sotres-Cervantes; Desempeño de los Gobiernos Estatales Mexicanos, ITESM-EGADE, Monterrey (2001).
- [27] SHCP; Clasificación por Objeto del Gasto, Subsecretaría de Egresos, Dirección General de Política Presupuestal México (1995).
- [28] Diaz-Cayeros, A. and C. McLure; "Tax Assignment", in Giugale, M. and S. Webb (editors), Achievements and Challenges of Fiscal Decentralization: Lessons from Mexico, The World Bank: Washington D.C.: 177-199 (2000).
- [29] Sempere J. and H. Sobarzo; "Federalismo Fiscal en México", in Sempere J. and H. Sobarzo, (compiladores), Federalismo Fiscal en México, El Colegio de México, México: 15-72 (1998).

Table 1. Description of Variables

Variable	Description
DEP_{it}	Represents the dependence on RST. It is calculated as the ratio of state i RST revenue to total revenues (includes taxes, RST, charges, products, benefits, debt and other revenues) on year t .
$D80_{it}$	This dummy variable incorporates the effect of the intergovernmental fiscal arrangement implemented in 1980. It takes the value of one for 1980-95 and zero otherwise.
$D88_{it}$	The purpose of this dummy variable is to quantify the effects of the change in the RST distribution formula, which incorporated the right for state governments to collect the revenues from the VAT. For every state i , it takes the value of one in the 1988-90 period, and zero otherwise.
$D91_{it}$	A dummy variable that quantify the effect of the last change in the RST distribution formula, which included, among others, the population as a distribution criteria. For every state i , it takes the value of zero from 1975 to 1990, and the value of one from 1991 to 1995.
EA_{it}	Is a proxy for the economic activity on state i at year t . It is the number of workers registered at the Social Security System.
VC_{it}	Is the vertical concentration of fiscal revenue on the federal government for the state i at year t . The variable was constructed as the ratio of the federal tax revenue collected with the total tax revenue (federal tax plus state tax revenue) at state i .

Table 2. Descriptive Statistics (n = 651)

Variable	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum
DEP	0.5126	0.2338	0.0010	0.9470
$D80$	0.7619	0.4262	0	1
$D88$	0.1429	0.3502	0	1
$D91$	0.2381	0.4262	0	1
EA	162627.25	161243.49	4144	853475
VC	0.9348	0.0871	0.1305	0.9997

Sources: State revenues from INEGI, Finanzas Públicas Estatales y Municipales de México, several numbers, INEGI: Aguascalientes. Federal tax revenue collected by state from INEGI, Cuaderno de Información Oportuna Regional, several numbers, INEGI: Aguascalientes. Number of workers registered at the Social Security System in every state were provided by the Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Table 3. Estimation Results.

Variables	C Model		GDV Model		DGDV Model	
	Coefficient	t-statistic	Coefficient	t-statistic	Coefficient	t-statistic
Intercept	-0.0593	-0.903				
Aguascalientes			-0.1171	-1.062	-0.1975	-1.3083
Baja California			-0.3263	-2.957**	-0.2475	-1.6846*
Baja California Sur			-0.0488	-0.440	-0.1883	-1.2478
Campeche			-0.1283	-1.190	-0.2613	-1.8218*
Coahuila			0.0457	0.407	-0.2477	-1.7313*
Colima			-0.1197	-1.068	-0.1639	-1.0777
Chiapas			0.0667	0.646	0.0646	0.5232
Chihuahua			0.0524	0.476	-0.0235	-0.1643
Durango			0.0079	0.072	-0.0229	-0.1641
Guanajuato			0.0004	0.004	-0.0704	-0.4788
Guerrero			-0.1179	-1.137	-0.1878	-1.4609
Hidalgo			0.0638	0.565	0.1121	0.7020
Jalisco			-0.2367	-2.039**	-0.3217	-2.2223**
México			-0.0187	-0.167	-0.0178	-0.1228
Michoacán			0.0058	0.054	0.0155	0.1079
Morelos			-0.1144	-1.085	-0.2955	-2.1060**
Nayarit			-0.0299	-0.281	-0.0682	-0.4777
Nuevo León			-0.3609	-3.089**	-0.3000	-2.0195**
Oaxaca			-0.4204	-3.957**	-0.2749	-2.1067**
Puebla			-0.0205	-0.184	-0.3007	-2.0708**
Querétaro			-0.0116	-0.104	-0.2260	-1.4924
Quintana Roo			-0.1924	-1.730*	-0.2994	-1.9194*
San Luis Potosí			-0.0871	-0.771	-0.2630	-1.6997*
Sinaloa			-0.0702	-0.677	-0.1865	-1.5570
Sonora			0.0355	0.329	0.0486	0.3339
Tabasco			0.1919	1.797*	0.3191	2.4648**
Tamaulipas			0.0174	0.152	-0.0766	-0.4875
Tlaxcala			-0.0123	-0.107	-0.0002	-0.0014
Veracruz			0.0274	0.242	-0.1419	-0.9823
Yucatán			0.1496	1.390	0.1464	1.1059
Zacatecas			-0.0114	-0.106	-0.0788	-0.5636
D80	0.2307	9.032**	0.2265	10.274**		
Aguascalientes					.24672	2.858**
Baja California					.6133 E-01	0.705
Baja California Sur					0.31772	3.677**
Campeche					0.31324	3.596**
Coahuila					0.50930	5.753**
Colima					0.20098	2.326**
Chiapas					0.16033	1.718*
Chihuahua					0.24871	2.812**
Durango					0.18356	2.069**
Guanajuato					0.23861	2.736**
Guerrero					0.23418	2.577*
Hidalgo					0.8696 E-01	1.010
Jalisco					0.26616	2.957**
México					0.15219	1.667*
Michoacán					0.13991	1.601
Morelos					0.37033	4.245**
Nayarit					0.20978	2.419**
Nuevo León					0.8747 E-01	0.986
Oaxaca					-0.1998 E-01	-0.219
Puebla					0.48997	5.575**
Querétaro					0.40928	4.730**
Quintana Roo					0.27670	3.215**
San Luis Potosí					0.36594	4.243**
Sinaloa					0.29812	3.105**
Sonora					0.13649	1.572
Tabasco					0.9888 E-03	0.011
Tamaulipas					0.26448	3.060**
Tlaxcala					0.12652	1.468
Veracruz					0.35803	4.047**
Yucatán					0.14923	1.638
Zacatecas					0.23322	2.648**
Economic Activity	-2.507E-07	-4.300**	-1.175E-07	-1.261	-0.1313 E-06	-1.451
Vertical Concentration	0.4579	3.582**	0.4407	3.820**	0.50757	3.614**
D88	0.0948	4.427**	0.0867	4.667**	0.9515 E-01	5.378**
D91	-0.0084	-0.389	-0.0223	-1.125	-0.2471	-1.357
Adjusted R ²	0.2637		0.4863		0.5833	

** Significant at 5%, * Significant at 10%.

Table 4. Economic and Fiscal Variables for Mexican States.

State	GSP per capita, 1995 Mexican pesos	Marginalit y index, 1995	Transfers from Ramo 26, 1995		Public debt		Fiscal performance index	Average dependence 1975-79	Differenc e RST coefficient 1995-1980
			% of RST	% of total	Millions of Mexican pesos 1995	% of GST			
Aguascalientes	21,013	-1.05	39.13%	1.76%	307.5	1.70%	-0.0628	22.2%	0.48
Baja California	25,311	-1.27	18.20%	1.81%	960.3	1.80%	0.8558	25.1%	-0.61
Baja California Sur	23,989	-0.84	43.68%	1.24%	296.8	3.29%	0.1054	21.0%	0.22
Campeche	35,806	0.78	50.98%	2.35%	460.9	2.00%	0.5524	16.6%	0.20
Coahuila	25,654	-1.18	34.42%	3.47%	926	1.66%	0.3568	14.6%	0.08
Colima	17,970	-0.71	42.22%	1.35%	263.4	3.00%	-0.3583	24.5%	0.33
Chiapas	8,341	2.36	42.86%	7.97%	992	3.32%	-0.3321	36.4%	0.30
Chihuahua	24,973	-0.76	25.79%	3.01%	1215.2	1.74%	0.8548	35.2%	0.00
Durango	15,270	0.00	31.87%	2.02%	462.3	2.11%	-0.2473	30.0%	0.58
Guanajuato	12,494	0.13	15.11%	2.53%	411.7	0.75%	-0.4109	31.5%	1.28
Guerrero	10,258	1.91	70.62%	7.31%	858.2	2.87%	-0.2292	18.4%	0.97
Hidalgo	10,515	1.00	50.95%	4.04%	14.2	0.06%	-0.7265	51.6%	1.02
Jalisco	17,535	-0.60	12.24%	3.21%	3371.9	3.21%	0.4048	14.5%	-0.25
México	14,430	-0.74	10.29%	5.07%	8643.9	5.12%	-0.1115	29.7%	0.33
Michoacán	10,193	0.39	40.63%	5.38%	256.2	0.65%	-0.769	34.9%	1.42
Morelos	15,682	-0.55	28.52%	1.82%	232.7	1.03%	-0.0296	11.5%	0.60
Nayarit	10,515	0.05	32.40%	1.54%	187.6	1.99%	-0.2373	37.5%	0.42
Nuevo León	31,453	-1.50	15.83%	3.20%	6427.4	5.76%	1.8502	18.8%	-1.45
Oaxaca	8,404	1.85	69.82%	8.03%	147	0.54%	-1.0156	10.2%	1.67
Puebla	12,089	0.80	21.89%	3.78%	321.4	0.57%	-0.0592	12.6%	1.35
Querétaro	21,541	-0.19	33.81%	2.23%	1090	4.05%	-0.1887	22.1%	0.51
Quintana Roo	29,276	-0.22	49.54%	1.78%	643.4	3.12%	1.564	13.7%	0.46
San Luis Potosí	13,757	0.76	33.67%	2.85%	426.3	1.41%	-0.8819	20.9%	0.89
Sinaloa	14,310	-0.21	17.03%	2.03%	1337.6	3.85%	0.2138	11.8%	-0.14
Sonora	23,298	-0.85	35.88%	3.99%	4869.4	10.02%	0.5825	39.1%	-0.85
Tabasco	12,422	0.67	11.79%	2.60%	343.3	1.58%	-0.1464	62.9%	-2.00
Tamaulipas	19,895	-0.58	26.79%	2.95%	531.9	1.06%	0.2909	36.8%	-0.08
Tlaxcala	9,628	-0.23	42.04%	1.88%	52.7	0.62%	-0.3714	35.5%	0.64
Veracruz	11,911	1.13	12.36%	3.61%	379.4	0.47%	-0.7532	24.6%	0.64
Yucatán	13,426	0.80	47.43%	3.10%	288.1	1.38%	0.1127	40.6%	0.52
Zacatecas	10,663	0.60	36.28%	2.09%	380.9	2.67%	-0.8132	27.9%	0.77
Average	17,162		33.7%	3.23%		2.37%		26.9%	

Sources: GSP from INEGI (1998), *Producto Interno Bruto Estatal*, INEGI: Aguascalientes. Population from INEGI (1996), *Censo de Población y Vivienda*, INEGI: México. Marginality index from CONAPO (1998), *Índice de Marginación 1995*, CONAPO-Progres: México. Ramo 26 Transfers from Statistical Appendix, IV Address to the Nation, Ernesto Zedillo. Public debt from the Mexican Ministry of Treasury and Public Finance in <http://www.shcp.gob.mx/info/hist/c23esa00.html>. Fiscal performance index from Ibarra-Salazar, J., A. Sandoval-Musi and L. Sotres-Cervantes, (2001), *Desempeño de los Gobiernos Estatales Mexicanos*, School of Business Graduate Studies from ITESM: Monterrey. State revenues to construct the average dependence 1975-79 from INEGI, *Finanzas Públicas Estatales y Municipales de México*, several numbers, INEGI: Aguascalientes. RST coefficients are calculated by taking the ratio of RST from the general fund for the state to the total amount of the general fund.

Propuesta de metodología de selección de implementación de Tecnologías de Información (TIS) para el rediseño educativo en una institución privada de enseñanza del nivel superior, localizada en la ciudad de Córdoba, Veracruz

María Elena Rahme Rubiera • Campus Central de Veracruz

Implementación y evaluación del modelo constructivista ABC2 en materias de ciencias básicas para ingenieros: Caso de química

Alejandro Alvarado Lassman, Víctor de la Cueva y Rafael de Gasperín • Campus Central de Veracruz

Transferencia del método de caso en la modalidad presencial de la Universidad de Harvard a un curso en línea en la Universidad Virtual del Tec de Monterrey

Laura Serrano Corral y Verónica Salinas Urbina • Universidad Virtual

Recomendación al modelo educativo ITESM: Armonía

Manuel Tovar González • Campus Hidalgo

Uso de la técnica de PBL para la modificación de actitudes y habilidades en los estudiantes del Campus Central de Veracruz: Una alternativa para el cumplimiento de la misión

Blanca Eugenia Ramírez Valdez y Ma. Eloisa Gurruchaga • Campus Central de Veracruz

Siguiente

Tecnologías de la información y comunicaciones para el trabajo y aprendizaje colaborativo (TIC-TAC)

Rodrigo Regalado García, Guillermo Alfonso Parra Rodríguez, Kristel Barjau Pérez y Dolores Galicia Iglesias • Campus Ciudad de México

Televisión instruccional y competencias para la vida en tres telesecundarias del sur de Nuevo León

Guadalupe Villarreal, María José Pineda, Ninfa Ferreira y Susana Canales • Campus Monterrey

Anterior

PROPUESTA DE METODOLOGÍAS DE SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN (TIS) PARA EL REDISEÑO EDUCATIVO EN UNA INSTITUCIÓN PRIVADA DE ENSEÑANZA DEL NIVEL SUPERIOR, LOCALIZADA EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA, VERACRUZ.

María Elena Rahme Rubiera

La educación superior es un motor del desarrollo económico de un país. Los recursos cognoscitivos son cada vez más importantes que los materiales y el modelo de enseñanza tradicional es caro y lento. Las escuelas no estaban preparando personas para las necesidades de la sociedad actual, por lo cual precisaron una alternativa: orientarse hacia y basarse en las tecnologías de información (TIs). De la forma en que se seleccionen e implementen éstas TIs en la educación, dependerá el éxito o el fracaso del proyecto de mejora en la calidad de la educación mediante su uso. Por lo anterior y por la reestructuración y mejora educativas en que se encontraba la institución bajo estudio, se consideró a la solución propuesta por este proyecto de tesis –que consistió en proponer una metodología de selección y una metodología de implementación de TIs ideales para el Rediseño Educativo de la unidad educativa del nivel superior bajo estudio– como una forma de investigar, facilitar y mejorar el proceso de rediseño educativo en dicha institución. También se consideró valiosa esta tesis por haber permitido analizar la realidad, por haber mejorado las metodologías de selección e implementación de TIs en la institución bajo estudio y por haber hecho posible la documentación formal de este caso específico.

Palabras clave: Educación, Tecnologías de Información (TIs), Metodologías de Selección e Implementación de TIs.

1. Introducción

La educación superior es un motor del desarrollo económico de un país. Los recursos cognoscitivos son cada vez más importantes que los materiales y el modelo de enseñanza tradicional es caro y lento. Las escuelas no estaban preparando personas para las necesidades de la sociedad actual, por lo cual precisaron una alternativa: orientarse hacia y basarse en las tecnologías de información (TIs). De la forma en que se seleccionen e implementen éstas TIs en la educación, dependerá el éxito o el fracaso del proyecto de mejora en la calidad de la educación mediante su uso.

Como resultado del empeño en mejorar la calidad de la educación surgió un proceso de rediseño educativo en la organización motivo de estudio, que considera como parte vital a las TIs en un papel de herramientas facilitadoras del proceso de aprendizaje. Por esto la importancia de saber seleccionar e implementar adecuadamente dichas tecnologías, para que cumplan con su propósito original y no frenen tan importante y significativo esfuerzo de la institución estudiada.

En este trabajo se debe entender el término metodología como una serie de pasos estructurados mínimos a seguir para el éxito del proceso que se realiza.

MATI María Elena Rahme Rubiera, Coordinadora del Centro Electrónico de Cálculo, ITESM Campus Central de Veracruz, mrahme@campus.ver.itesm.mx

2. Metodología

El primer paso en el desarrollo de esta investigación (Marcos, 1997) consistió en plantear el objetivo de estudio, para entonces describir la metodología y métodos a utilizar para el desarrollo de la misma. El objetivo de estudio consistió en “determinar las metodologías de selección y de implementación de TIs ideales para el Rediseño Educativo de una institución educativa del nivel superior en particular”, así como “determinar el grado de aceptación de dichas TIs”.

La metodología de la investigación que se utilizó fue **mixta** (cualitativa y cuantitativa), debido a que el objetivo pretendió responder principalmente a las preguntas de cómo y por qué se seleccionaron y se implementaron TIs como Lotus Notes en el Rediseño Educativo de la institución educativa en cuestión, y a que el contexto de la investigación se realizó en condiciones naturales dentro de la institución. También se utilizaron estas dos metodologías para conocer las reacciones que tuvieron los alumnos, profesores y administradores tecnológicos durante la implementación de Lotus Notes como TI propiciadora del proceso de enseñanza – aprendizaje y para conocer qué problemas y percepciones tuvieron ellos de este proceso de implementación.

Los métodos empleados para la recolección de datos fueron :

- a. **Estudio de Casos (Marcos, 1997)**, que se usó con motivo de recolectar datos sobre las metodologías de selección e implementación de TIs utilizadas en la unidad de estudio y para proponer mejoras.
- b. Con la **Revisión Bibliográfica (Marcos, 1997)**, se registraron todos los conceptos y documentos relacionados con el tema de estudio para darle validez teórica al mismo.
- c. La **Investigación de Campo (Marcos, 1997)**, utilizando como herramientas recolectoras y analizadoras de datos e información:
 - i. **Entrevistas** estructuradas y de tipo individual – utilizando el formato propuesto por Heyel (1984).
 - ii. **Diagramas de Afinidad (Centro de Calidad del ITESM, 1999)**, usados para organizar los resultados de las entrevistas, encuestas, análisis de documentos y del censo.
 - iii. **Encuestas** dirigidas hacia profesores y alumnos, estableciendo los objetivos de las mismas y relacionándolos con las preguntas para depurarlas.
 - iv. **Censo** de las 2 personas a cargo del soporte tecnológico –fue elaborado estableciendo los objetivos y relacionándolos con las preguntas para depurarlo.
 - v. **El enfoque del desarrollo de una comprensión en profundidad de los escenarios o personas que se estudian (Taylor, 1980)**, usado para analizar los resultados de entrevistas, encuestas y del censo.
 - vi. **Análisis de documentos** –referentes a la institución bajo estudio que no fueron suficientes por falta de documentación formal.
 - vii. **Casos documentados bibliográficamente**, usados para ejemplificar la forma en que otras instituciones han realizado la selección e implementación de TIs en su proceso educativo.
 - viii. **T de Student**, usada para hacer la prueba de hipótesis.
 - ix. **Análisis de Clusters “K-Means**, usado para obtener información sobre grupos de resultados obtenidos que describen características estadísticas importantes sobre las encuestas.
 - x. **Análisis de Factores** que es una técnica estadística usada para apoyar la interpretación de datos – fue aplicado a las encuestas.

Los temas investigados en documentos bibliográficos para respaldar esta tesis fueron, a grandes rasgos : Educación, Proceso Educativo de Piaget, Modelos Educativos Tradicionales y Rediseñados, Modelo Educativo de la institución bajo estudio, Didáctica, Tecnología Educativa, Técnicas y Materiales

Didácticos generales, las TIs como Técnica y Material Didácticos, Metodologías de Selección e Implementación de TIs, entre otros.

Se consultaron más de 80 autores reconocidos en las diversas áreas previamente expuestas, entre los que destacan: Angel Bravo, Robert Burgelman et al., Juan Comenio, Clifton Chadwick, Jaques Delors et al., Rafael Echeverría, Hans Furth, Bill Gates, Linda Harasim, IBM, Mario Melgar, Timothy Newby et al., Peter Keen, Diana Oblinger, June Parsons et al., Revista Byte, William Roetzheim, A.J. Romizowski, James Senn, C. Solomon, S. J. Taylor y John Tiffin, entre otros.

Para este trabajo de investigación se plantearon una hipótesis correlacional y una descriptiva, las cuales son:

- a. No existe un alto grado de aceptación de las TIs del rediseño educativo del ITESM Campus Central de Veracruz, por parte de alumnos, profesores y personal de soporte tecnológico.
- b. El grado de aceptación de las tecnologías de información del rediseño educativo del ITESM Campus Central de Veracruz, está relacionado con las metodologías de selección y de implementación de tecnologías de información utilizadas.

Las poblaciones en los cinco grupos de personas fueron:

- a. Todos los expertos en seleccionar e implementar TIs en México,
- b. todos los expertos en seleccionar e implementar TIs para el Rediseño Educativo en el sistema educativo de la institución motivo de estudio,
- c. 400 alumnos del ITESM, Campus Central de Veracruz que no son de nuevo ingreso y que han llevado al menos una materia rediseñada,
- d. todos los profesores de planta que imparten o han impartido materias rediseñadas, y
- e. 2 profesionistas de soporte tecnológico al rediseño educativo en la institución bajo estudio.

El tipo de muestras dirigidas utilizadas fueron las no probabilísticas. La no probabilística de expertos [2] se utilizó para encuestar a:

- a. Expertos en seleccionar e implementar TIs en México -que resultó en 11 personas encuestadas,
- b. expertos en seleccionar e implementar TIs en la organización motivo de estudio –que resultó en 1 persona encuestada por ser la única autorizada y con poder de decisión en el sistema educativo bajo estudio, y
- c. profesores de planta expertos en el tema –que resultó en 14 encuestados.

Para la muestra de alumnos se utilizó la no probabilística de sujetos voluntarios [2] –que resultó en 93 alumnos encuestados. En el caso de personal de soporte tecnológico se utilizó un censo –de 2 administradores tecnológicos.

Una vez obtenidas las muestras se definieron las preguntas del estudio derivadas del objetivo general del mismo que se resumen en:

- a. ¿Cómo seleccionan e implementan las TIs los expertos en México, en la institución bajo estudio y los profesores?
- b. ¿Quién selecciona e implementa las TIs?
- c. ¿Qué ventajas y desventajas tienen estos procesos?
- d. ¿En qué grado afectan la aceptación de las TIs los procesos de selección e implementación de tales tecnologías en la institución bajo estudio?

Acto seguido, se determinó que la unidad bajo estudio es una institución educativa perteneciente al Sistema de Institutos Tecnológicos y de Estudios Superiores de Monterrey.

Después se diseñaron las entrevistas, encuestas, y el censo - para entonces aplicarlos-; también se analizaron documentos, se documentaron los casos y entonces se utilizaron las herramientas de análisis de datos para obtener los resultados y conclusiones.

3. Resultados Obtenidos

Mediante la aplicación de la prueba T de Student a los resultados obtenidos en el censo dirigido hacia Administradores Tecnológicos de las TIs del Rediseño Educativo y en las encuestas aplicadas a Profesores de Planta y Alumnos del ITESM CCV, se comprobó la hipótesis: “No existe un alto grado de aceptación de las TIs del rediseño educativo en el ITESM CCV por parte de alumnos, profesores y personal de apoyo tecnológico”. También se concluyó que la segunda hipótesis no fue posible de comprobar por no contar con los suficientes elementos para hacerlo.

Análisis de la Información Recopilada:

- De la Entrevista a Expertos en México, se obtuvo el Diagrama de la Figura 1.
- De la Entrevista a Expertos en el Sistema ITESM se obtuvo el Diagrama de la Figura 2.
- Del Censo a los Administradores Tecnológicos se obtuvo el Diagrama de la Figura 3.
- De la Encuesta a Profesores e Planta Expertos se obtuvo el Diagrama de la Figura 4.
- De la Encuesta a Alumnos se obtuvo el Diagrama de la Figura 5.
- Como Producto Final se obtuvieron los Diagramas de las Figuras 6 y 7.

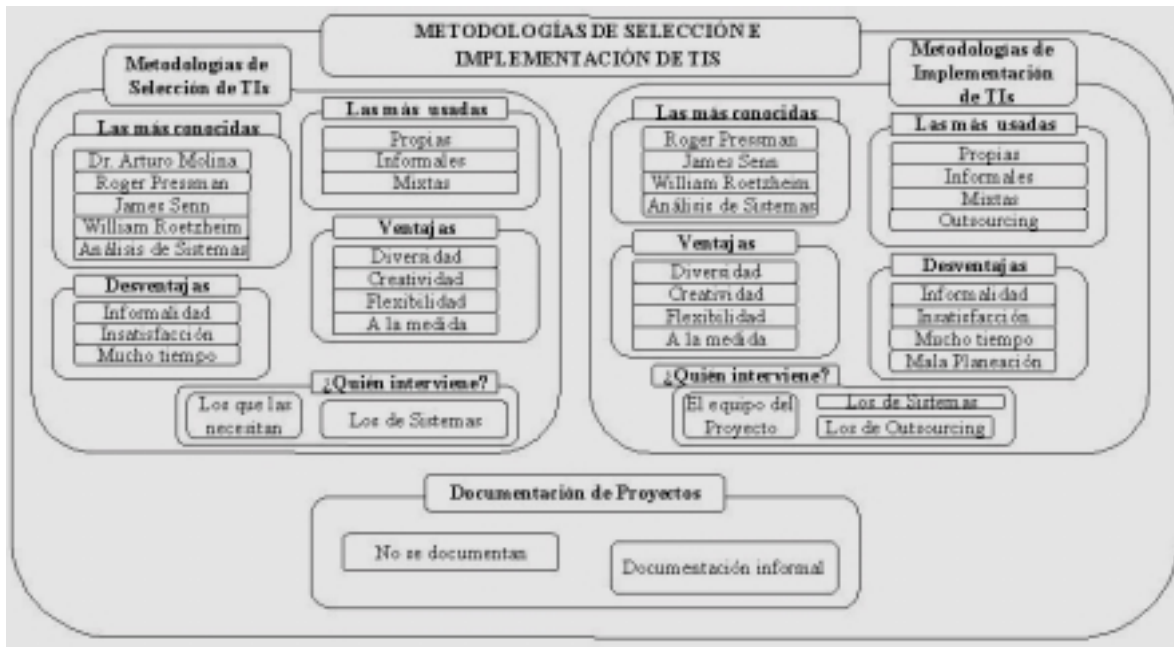


Figura 1.- Diagrama de Afinidad de la Entrevista a Expertos Mexicanos.



Figura 2.- Diagrama de Afinidad de la Entrevista a Expertos del Sistema ITESM.



Figura 3. - Diagrama de Afinidad del Censo a Soporte Tecnológico.

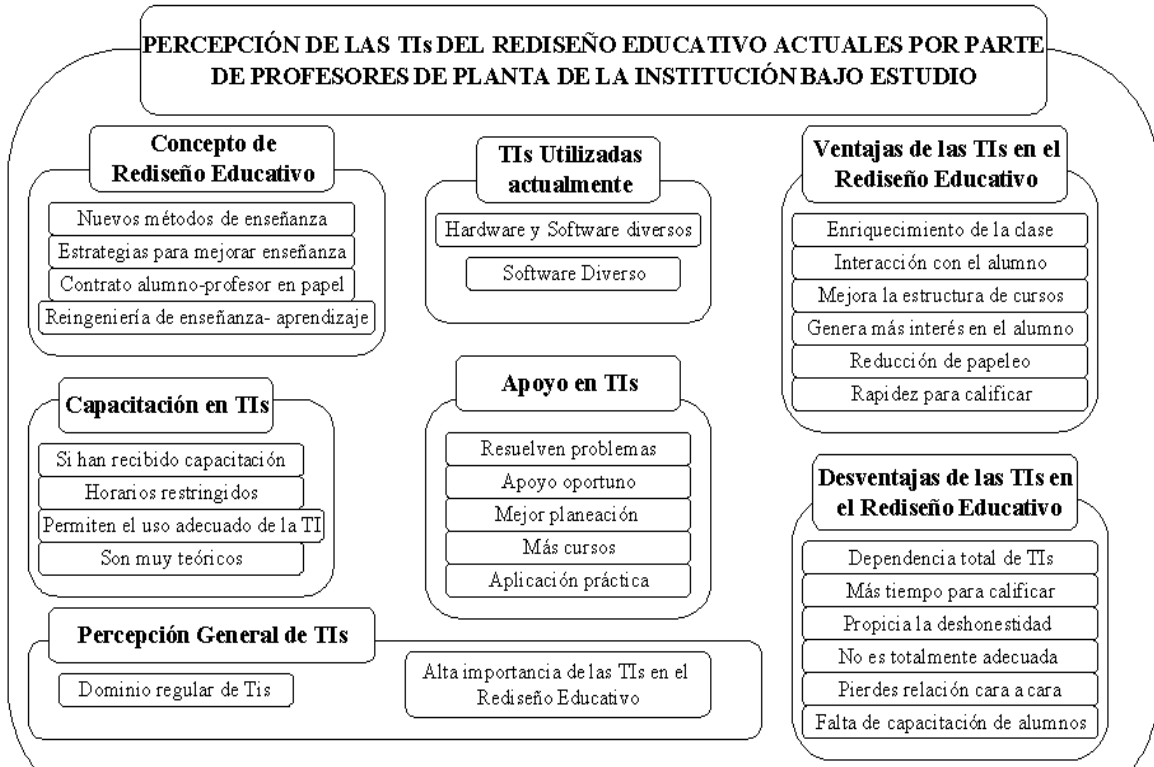


Figura 4.- Diagrama de Afinidad de la Encuesta a Profesores de Planta.

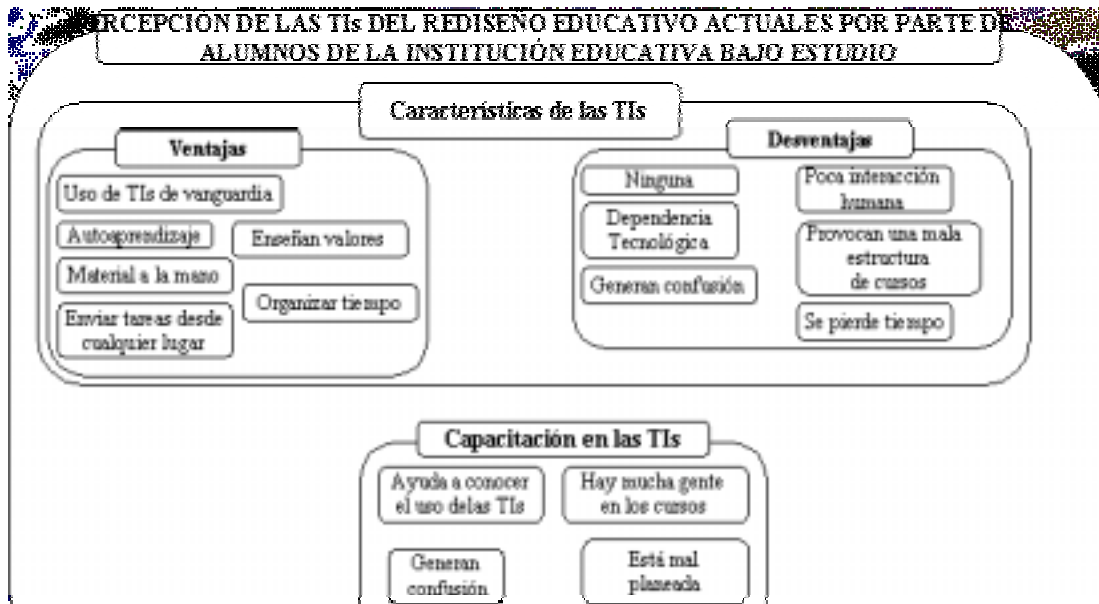


Figura 5.- Diagrama de Afinidad de la Encuesta a Alumnos.

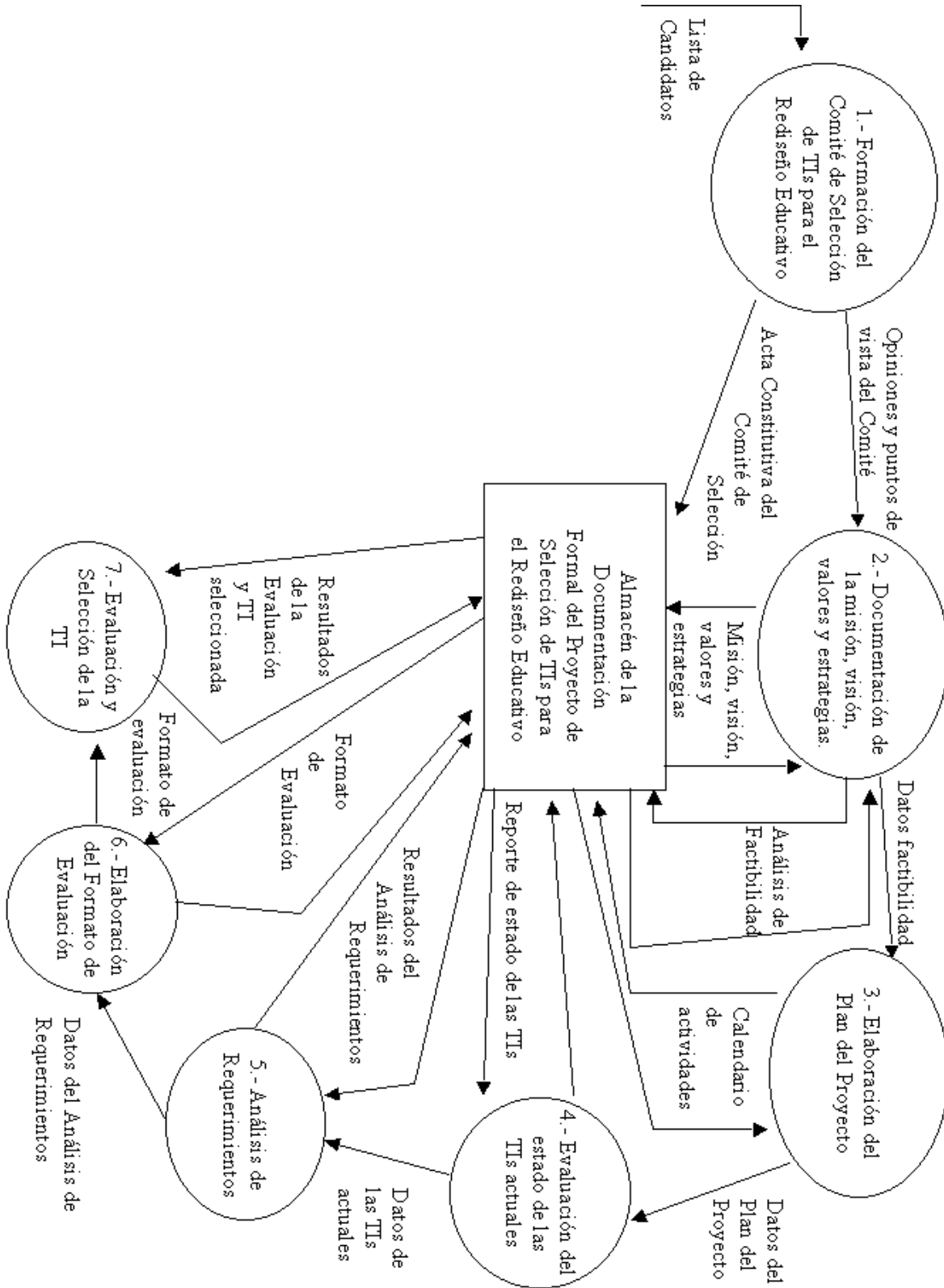


Figura 6.- Metodología de Selección de TIs propuesta.

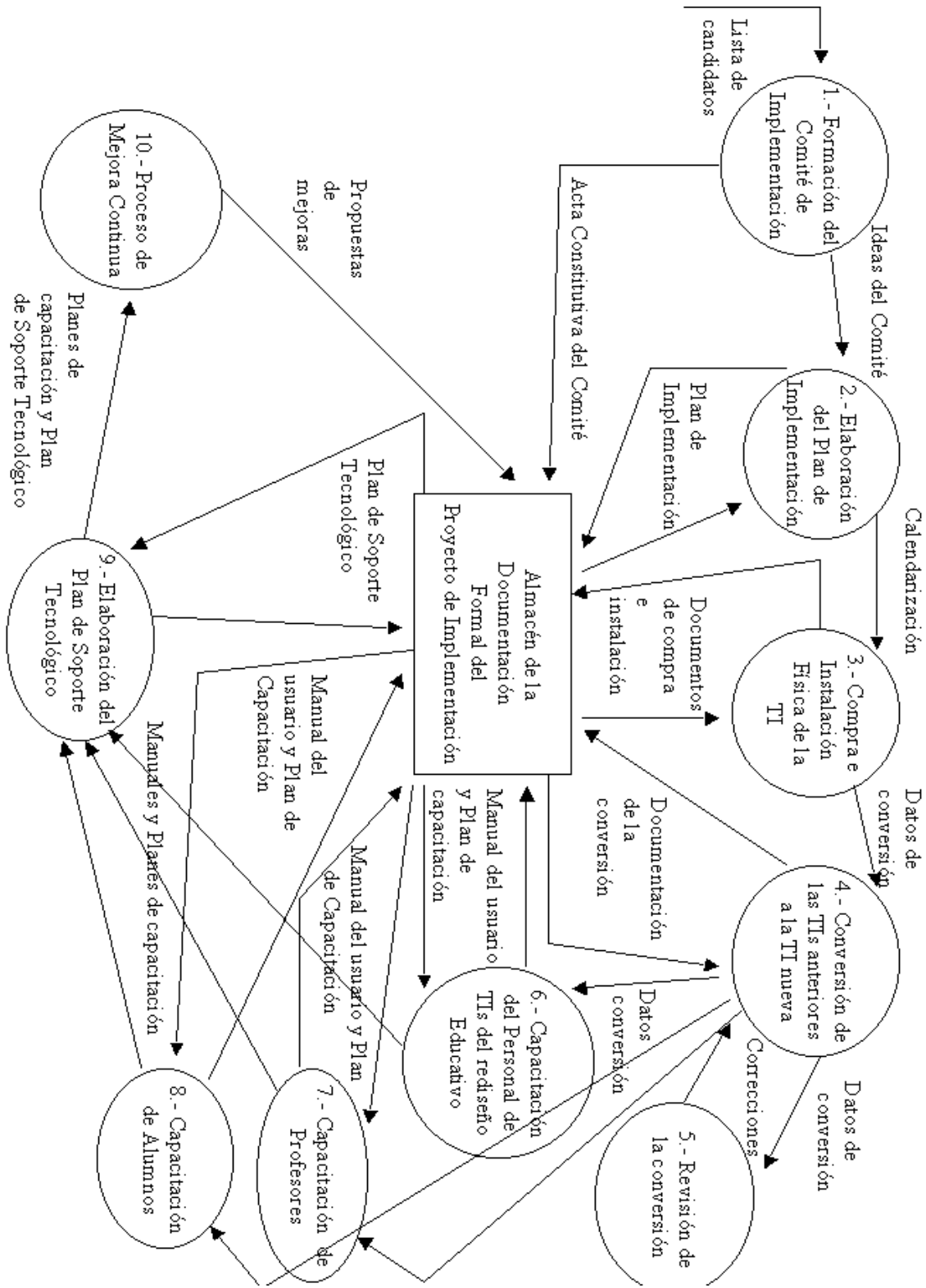


Figura 7.- Metodología de Implementación de TIs propuesta.

4. Subproductos

Mediante el análisis de clusters se obtuvo la clasificación de profesores por su respuesta en tres áreas:

- a. **Cluster 1:** Desconocen todas las TIs existentes, tienen buen dominio de las TIs que conocen, consideran a las TIs de alta a regular importancia para el rediseño, sienten que pierden interacción humana con las TIs, sí recibieron cursos de capacitación y los consideran buenos pero restringido el horario de los mismos (11 personas).
- b. **Cluster 2:** Sí conocen todas las TIs del rediseño, dominan de forma excelente las TIs, sienten que dependen mucho de las TIs, consideran como regular el beneficio de las TIs al rediseño, sí fueron capacitados, califican como excelente la capacitación y no respondieron a las demás preguntas (2 personas).
- c. **Cluster 3:** Desconocen parcialmente las TIs del rediseño, que domina a un nivel excelente las que conoce, que no recibió capacitación, que siente que las TIs crean cierta dependencia tecnológica y que ayudan en forma regular al rediseño educativo, que consideran regular el apoyo recibido y que consideran que hace falta más planeación de cursos y actividades de apoyo a las TIs del rediseño.

Con el análisis de factores se obtuvieron los principales factores de opinión de los profesores: apoyo al usuario sobre las TIs del rediseño, capacitación sobre las TIs del rediseño, características de uso de las TIs del rediseño, conocimiento general sobre las TIs del rediseño, mejoras al apoyo sobre las TIs del rediseño y ventajas del uso de las TIs del rediseño.

Mediante el análisis de clústers se obtuvo la clasificación de alumnos por su respuesta en tres áreas:

- a. **Cluster 1:** Alumnos que han cursado entre 3 y 9 materias rediseñadas, que cursan entre 4o y 6o semestre, que creen que el rediseño es autoestudio y autoaprendizaje, que les gusta poder enviar tareas desde cualquier lugar, pero que se confunden con el uso excesivo de las TIs del rediseño, que sí recibieron capacitación en las TIs pero que creen que podrían estar mejor planeados y que han recibido un apoyo muy bueno en el uso de estas TIs (45 personas).
- b. **Cluster 2:** Alumnos que identifican a las TIs del rediseño como una combinación de herramientas, que no recibieron curso de capacitación, que tienen un dominio bajo de las
- c. TIs del rediseño y que consideran entre malo y regular el apoyo que les dan sus profesores y la institución bajo estudio (34 personas).
- d. **Cluster 3:** Alumnos que identifican a las TIs del rediseño como una pérdida de tiempo, que sí recibieron capacitación pero que dominan en forma regular las TIs del rediseño y
- e. que el apoyo recibido no es satisfactorio (14 personas).

Con el análisis de factores se obtuvieron los principales factores de opinión de alumnos: capacitación en el uso de las TIs del rediseño, datos escolares de los entrevistados, apoyo recibido en el uso de las TIs del rediseño, aceptación de las TIs del rediseño educativo, datos generales sobre las TIs del rediseño, datos sobre el sexo de los encuestados.

4. Conclusiones

La investigación se desarrolló de la siguiente manera:

- Primero se definió el objetivo de estudio y se plantearon las hipótesis.
- Después se seleccionaron y se diseñaron las herramientas de recolección de datos.
- Acto seguido, se aplicaron las herramientas de recolección de datos a las poblaciones y muestras previamente calculadas.

- En seguida se seleccionaron las herramientas de análisis de resultados.
- Después se analizaron los resultados con dichas herramientas (cabe señalar que solo se pudo comprobar la primera hipótesis, ya que para la segunda no hubo la certeza suficiente).
- Finalmente, tomando como base los resultados obtenidos (acerca del sentir de alumnos, profesores y administradores tecnológicos con respecto al proceso de selección e implementación de las TIs del rediseño educativo), se tomó la decisión de elaborar como propuesta final de la investigación en la institución motivo de estudio, una metodología de selección y una metodología de implementación de TIs “a la medida” para el rediseño educativo, tomando en cuenta tanto las necesidades de la organización como las mejores prácticas de la industria.

Las metodologías propuestas resultantes consisten en una serie de pasos y recomendaciones basadas en las metodologías más reconocidas por los expertos en TIs, y en mejoras a dichas metodologías en puntos clave detectados por expertos en TIs. Cabe señalar que aunque tengamos metodologías adecuadas, las personas que las ejecutan deben tener habilidades para utilizarlas y aplicarlas correctamente.

Para darle continuidad a este trabajo de investigación se sugiere realizar una investigación complementaria en donde se apliquen estas metodologías propuestas para entonces elaborar los reportes necesarios y poder comprobar si realmente son las metodologías ideales de selección e implementación de TIs para la institución bajo estudio.

5. Referencias

Aguirre, Ma. Esther; Arredondo, Martín; Pérez, Graciela, (1975). Manual de Didáctica General Curso Introductorio. Edo. de México : EDICOL.

Alamilla, Celia, (1998). “El rediseño desde la reflexión educativa”. <http://www.sistema.itesm.mx/va/deptos/ci/revista/abr98/celita.htm>.

Alonso, Cristina, (1994). “Los recursos informáticos y los contextos de enseñanza y aprendizaje”. Cuadernos para el análisis 7 para una Tecnología Educativa. España : Horsori.

Alter, Steven, (1992). Information systems: a management perspective. San Francisco, California : Addison Wesley.

Arias, F; Pantoja, Ma. T., (192). Didáctica para la Excelencia. México : Ediciones Contables y Administrativas, S.A. de C.V.

Ayala, Gerardo; Yano, Yoneo, (1998). “A collaborative learning environment based on intelligent agents”. Expert Systems with applications (Editado por: Liebowitz, Jay, Vol. 14, Núm. ½) : Pergamon.

Baldrich, J; Ferrés, J., (1990). Informática I Video: dues eines per al'ensenyament. Barcelona, España : PPU.

Bates, A. W., (1997). Technology, Open learning and Distance Education. Gran Bretaña : Routledge.

Beno, Mark, (1998). “Indicators of technological excellence in educational settings”. Gifted Child Magazine, Mobile. Vol. 21, artículo 3.

Bork, A., (1986). El ordenador en la enseñanza. Barcelona, España. : Gustavo Gili.

Bravo, Angel.,(1998). “Arribo a la Crisis y Nuevas Exigencias de la Educación Superior”. La Universidad Mexicana en el Umbral del Siglo XXI, Visiones y Proyecciones. México, D.F.:ANUIES.

Britanic Enciclopedia Online., (1999). <http://biblioteca.itesm.mx/cgi-bin/salta?http/www.eb.com:180>.

Burgelman, Robert; Maidique, Modesto; Wheelwright, Steven, (1998). “Technology, Innovation and Strategy: A General Management Perspective”. Manual de lecturas de Administración de la Innovación Tecnológica, (pp. 53-64).

Burkhardt, Marlene; Daniel, Brass, (1990). “Changing Patterns or Patterns of Change: The Effects of a Change in Technology on Social Network Structure and Power”. ASQ, (pp. 104-127).

Candau, Vera, (1987). La didáctica en cuestión, Investigación y enseñanza. Madrid, España. : Narcea.

Centro de calidad ITESM, Campus Monterrey. (1999). Las 7 Herramientas Administrativas. Monterrey, Nuevo León.

Comenio, Juan A., (1998). Didáctica Magna. México, D.F.:Porrúa.

Chadwick, Clifton, (1997). Tecnología Educativa para el docente. España : Piados Educador.

Chester, Arthur. “Aligning Technology with Bussiness Strategy”. Research Tecnology Management. California.

Davies, Ivor, (1999). “Contribution to an Educational Technology, Prologue”. Manual de Lecturas Selección y uso de Tecnología Educativa. ITESM.

Delors, Ivor; Al Mufti, In'am; Isao; Caneiro, Roberto; Chung, Fay; Geremek, Bronislaw; Gorham, William; Kornahauser, Alexandra; Manley, Michael; Padrón, Marisela; Savané, Marie-Angélique; Singh, Karan; Stavenhagen, Rodolfo; Won, Myong; Ñañazo, Zhou, (1997). La Educación Encierra un Tesoro. México, D.F.: Ediciones UNESCO.

Driscoll, M.P., (1994). Psychology of Learning for instruction. Boston : Allyn & Bacon.

Echeverría, Rafael, (1991). “Aprendizaje y Conocimiento”. PDHD Módulo III Desarrollo Personal para el Rediseño de la Práctica Docente. San Francisco: Centro de Aprendizaje y Enseñanza.

Escamilla, José Guadalupe, (1998). Selección y Uso de Tecnología Educativa. México, D.F.:Trillas.

Festinger, L; Katz, D., (1993). Los métodos de investigación en las ciencias sociales. México, D.F.: Piados Mexicana.

Furth, Hans, (1971). “Las ideas de Piaget: su aplicación en el aula”. Antología de Lecturas; Fundamentos Sociales y Psicológicos de la Educación, ITESM. Buenos Aires, Argentina.

Gates, Bill; Myhrvold, Nathan; Rinearson, Peter, (1995). Informática y Educación. México, D.F.: Mc. Graw Hill.

Harasim, Linda; Hiltz, Starr R.; Teles, Lucio; Turoff, Murray, (1997). Learning Networks (3ª. ed.). Cambridge, Massachusetts : MIT Press.

Hernández, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, Pilar. (1991). Metodología de la Investigación. México, D.F. : Mc Graw Hill.

Heyel, C. (1984). Enciclopedia de management, gestión y administración de empresas (3ª. Ed., pág. 1226). Barcelona, España : Grijalbo.

Melgar, Mario, (1994). Educación Superior Propuesta de Modernización. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica .

Marcos, Ma. Del Socorro. (1997). Manual para la elaboración de tesis, TESIS I MATI-PGIT. México, D.F.: Trillas.

Oblinger, Diana; Rush, Sean, (1997). The Learning Revolution. U.S.A. : Anker Publishing Company Inc.

Ornelas, Carlos, (1995). El sistema educativo mexicano. La transición de fin de siglo. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Parsons, June; Oja, Dan, (1997). Computers, Technology and Society. U.S.A: Course Technology.

Rodríguez, Mauro; Del Campo, Leonora; Treviño, Raquenel, (1991). La Entrevista Productiva y Creativa. México, D.F.: Mc. Graw Hill.

Roetzhem, William, (1988). Structured Computer Project Management. N.J., U.S.A.: Prentice Hall.

Romiszowski, A.J., (1999). “The Selection and Use of Instructional Media”. Manual de Lecturas Selección y Uso de Tecnología Educativa. ITESM.

Senn, James, (1992). Análisis y Diseño de Sistemas de Información. México, D.F.: Mc Graw Hill.

Taylor, R. P. (1980). The computer in the school: tutor, tool, tutee. NY, EE.UU: Teachers College Press.

IMPLEMENTACION Y EVALUACION DEL MODELO CONSTRUCTIVISTA ABC² EN MATERIAS DE CIENCIAS BASICAS PARA INGENIEROS: CASO DE QUIMICA

Alejandro Alvarado, Víctor de la Cueva, Rafael de Gasperín

La búsqueda constante para el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje ha traído como consecuencia la implementación del modelo educativo constructivista denominado: Aprendizaje Basado en la Construcción del Conocimiento (ABC²), el cual hace uso de las técnicas de Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Orientado a Proyectos y Aprendizaje Basado en Casos como parte fundamental de los cursos impartidos en el Campus Central de Veracruz.

Se analizan las particularidades de la implementación en la materia de química para ingenieros, realizándose dos evaluaciones: la primera de ellas al final del semestre, creándose un esquema modificado que toma en cuenta las opiniones vertidas por los todos los actores del proceso y la segunda en donde se aplican una serie de instrumentos a los alumnos (observaciones, entrevistas, exámenes y un proyecto), para medir de manera cualitativa y cuantitativa la validez del modelo, contrastándolo además con la capacidad de un grupo testigo de otra universidad que sigue el esquema de educación tradicional para resolver el proyecto planteado.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios desde el punto de vista académico, creando un ambiente de motivación en los alumnos participantes, lo que demuestra que el ABC² puede ser una herramienta muy útil en el cumplimiento de las habilidades, actitudes y valores propuestos en la misión del sistema.

Palabras clave: Química, Aprendizaje constructivista, Enseñanza.

1. Introducción

La impartición de materias de ciencias básicas a los alumnos que cursan el primer semestre de ingeniería, constituye todo un reto para los profesores. Esto se debe a que los alumnos que conforman los grupos, provienen de diversos sistemas educativos y por lo general no se adaptan rápidamente al ritmo de trabajo propio de la enseñanza universitaria. Es importante mencionar que en el caso específico de la materia de Química, que se imparte en el Campus Central de Veracruz (CCV), los alumnos demuestran poco interés por la materia, ya que en su mayoría pertenecen a la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas y les resulta difícil entender la importancia de la misma en el contexto de la ingeniería.

Una de las condiciones para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea efectivo, es que debe existir motivación por parte del alumno hacia lo que aprende. Bodner [1] hace mención del modelo de enseñanza que hasta hace pocos años fue aceptado y que se basa en el supuesto de que el conocimiento puede transferirse intacto de la mente del maestro a la mente del alumno, desafortunadamente, muchos de los que trabajamos en el ámbito de la enseñanza hemos notado que el dar clases no es sinónimo de aprendizaje para el alumno. Podemos enseñar y enseñar bien, sin que los alumnos aprendan. De acuerdo con Weenk [2], en la enseñanza tradicional, el profesor

MIQ. Alejandro Alvarado, Profesor de la División de Profesional, ITESM Campus Central de Veracruz
aalvarad@campus.ver.itesm.mx

Dr. Víctor de la Cueva, Director Académico, ITESM CCV, vcueva@campus.ver.itesm.mx

Dr. Rafael de Gasperín, Director del CIE, ITESM CCV, rgasperi@campus.ver.itesm.mx

constituye el centro del proceso, mientras que el alumno es meramente un receptor, comprobándose la falta de motivación debido a la ausencia de retos que existen en ella, teniéndose como resultado que aproximadamente el 5% de lo expuesto por el profesor es recordado por el alumno. Se han propuesto algunas soluciones a este problema, habiendo algunas que sobresalen en cuanto a los resultados obtenidos. Este es el caso de las técnicas basadas en el aprendizaje constructivista: Aprendizaje Basado en Problemas (PBL por sus siglas en inglés) el cual es un enfoque pedagógico basado en avances recientes en ciencia cognitiva del aprendizaje humano, que ha sido utilizado desde mediados de los sesentas en Canadá en las escuelas de medicina como apunta Barrows [3], el Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL por sus siglas en inglés) definido por Jones y col [4], como un modelo que organiza el aprendizaje alrededor de tareas complejas, que involucran al alumno en actividades de diseño, solución de problemas, toma de decisiones e investigación, culminando con productos o presentaciones y el Aprendizaje Basado en Casos (CBL por sus siglas en inglés) utilizada por la escuela de Negocios de la Universidad de Harvard en Estados Unidos.

Para que las actividades diseñadas sean coherentes con las técnicas previamente expuestas, estas deben involucrar la transformación y construcción del conocimiento por parte de los alumnos de acuerdo con los conceptos expresados por Beretier [5] sobre el aprendizaje constructivista, lo que trae consigo un cambio con respecto a la educación tradicional, ya que el alumno es el principal responsable de generar sus objetivos de aprendizaje, alcanzándolos con ayuda del autoestudio y la interacción con sus compañeros de equipo. A pesar de los resultados positivos observados en estos modelos, su implementación en escuelas con educación tradicional enfrenta la problemática de que su estructura curricular es muy rígida. El modelo ABC² implementado a partir del segundo semestre del año 2000 en el Campus Central de Veracruz, tiene la ventaja de ser flexible ya que se aprovechan las características de los tres enfoques: PBL, POL y CBL en un esquema de actividades por semestre que validan las materias para las cuales fueron diseñadas (De la Cueva y col) [6].

Dentro del área de química se han realizado esfuerzos en algunas universidades del extranjero para implementar cursos con los enfoques aquí presentados. Bunce [7] hace un recuento de cómo las teorías de Piaget y otros autores han colaborado en favorecer la enseñanza centrada en el alumno en cursos de química. Bodner y col. [8] presentan las diferentes formas de constructivismo, asociándolas con conceptos químicos. Ram [9] desarrolló un curso de laboratorio de química en PBL asociando la problemática de contaminación de un río con los requerimientos de pruebas analíticas de la materia. La técnica de POL ha sido utilizada por Juhl y col. [10] en un proyecto interdisciplinario para estudiantes de química y medio ambiente de nivel técnico, mientras que O'Hara y col. [11] implementaron un proyecto de 4 semanas de duración para identificación de pesticidas en agua potable en un curso introductorio de química.

El objetivo central del trabajo es comparar el desempeño o aprovechamiento de un grupo experimental aplicando el modelo ABC² y otro grupo de control que no está bajo estas condiciones de enseñanza. Los objetivos particulares incluyen: Diseñar e implementar un curso de química que cubra la totalidad del programa analítico y al mismo tiempo capture los ingredientes fundamentales del modelo constructivista. Evaluar y depurar el modelo ABC² a partir de su aplicación en el curso de química. Realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de los logros y problemas del modelo depurado.

La importancia fundamental del trabajo consiste en proporcionar un esquema de trabajo flexible e innovador para los cursos en general, que aproveche las ventajas del enfoque constructivista siendo coherente a su vez con la misión institucional.

2. Metodología

La metodología empleada comprende la utilización de observaciones, cuestionarios y exámenes escritos en dos grupos de estudiantes: el experimental (n=37) y el de control (n=23), para

poner en evidencia los posibles beneficios del modelo planteado. Las partes cualitativas del estudio incluyen:

- a) Observaciones del comportamiento y desempeño de los alumnos en las sesiones de trabajo, tomando el profesor el rol de observador.
- b) Entrevistas con los alumnos para constatar sus opiniones acerca del modelo y de las actividades de aprendizaje realizadas.

Las partes cuantitativas son:

- a) Un examen de opción múltiple diseñado por el profesor. El examen contiene 38 reactivos de química general y tiene el propósito de medir las habilidades de los estudiantes al inicio del estudio.
- b) Un proyecto que abarca un 60% de los objetivos de aprendizaje del curso, resuelto por los equipos formados al inicio del curso. La evaluación del proyecto se basa en el análisis de un reporte escrito.

El diseño, implementación y evaluación del modelo ABC² para la materia de química, se establece en cuatro etapas. La primera de ellas consiste en la estructuración y generación del material del curso, tomando en cuenta que las actividades de aprendizaje deben centrarse en la solución de problemas, casos y proyectos. La segunda etapa incluye la puesta en marcha, revisión y monitoreo del desempeño de los alumnos. La tercera etapa coincide con el intersemestre y es aquí donde se hace una evaluación y ajuste de las actividades, para aprovechar al máximo las experiencias de la fase de implementación. Por último en la etapa final, se hace una evaluación más profunda a través de la comparación del desempeño de los alumnos que siguen el modelo y un grupo testigo con el esquema de enseñanza tradicional ante la solución de un proyecto de la vida real.

2.1 Estructuración y generación del curso

Se toma como base el programa analítico de la materia para definir las actividades del curso, de esta manera se diseña un problema, caso o proyecto de aplicación real que cubre ciertos objetivos de aprendizaje, repitiéndose esta operación hasta que se cumple con la cantidad de problemas predeterminado y se cubren todos los objetivos del curso. En el caso particular de química, se optó por establecer un esquema de cuatro problemas y un proyecto, sesiones tipo conferencia por parte del profesor y tareas por equipo que incluyen problemas propuestos del libro de texto de la materia, así como evaluaciones individuales tradicionales.

Se aprovecha la disponibilidad de plataformas tecnológicas para incluir el material del curso dentro de Learning Space de Lotus Notes favoreciéndose de este modo la interacción virtual. También se tiene la ventaja de contar con bases de datos para colocar los apoyos de multimedia, enviar reportes y retroalimentación, realizar evaluaciones y detallar la agenda de actividades.

Para que el tutor asignado al curso pueda cumplir con las responsabilidades de evaluación del desempeño de los equipos y pueda guiar a los alumnos hacia los objetivos de aprendizaje en caso de que existan desviaciones, se genera un manual donde se presentan los problemas y proyectos del curso, incluyendo los objetivos de aprendizaje que se deben alcanzar y detalles adicionales como son: la cantidad de sesiones por cada actividad, comentarios del profesor, etc.

2.2 Puesta en marcha, revisión y monitoreo.

La actividad inicial del curso consiste en conformar los equipos de trabajo de manera arbitraria, esto equipos estarán vigentes a lo largo del semestre. A continuación, el tutor menciona los

lineamientos de la materia en lo referente al sistema de evaluación, metodología de trabajo, características de los reportes y compromisos de los integrantes de los equipos. El tutor inicia la sesión de trabajo pasando lista de asistencia, permitiendo a continuación que los alumnos tomen el control de la discusión para alcanzar la solución del problema. Los alumnos nombran un presidente que se encarga de organizar la discusión y un secretario que toma nota de las ideas generadas. Al final de la sesión los alumnos entregan la bitácora de solución del problema al tutor y establecen sesiones posteriores para cubrir la actividad.

La revisión de la evolución del curso se realiza a través de la interacción entre los actores que intervienen en el modelo como se muestra en la figura 1.

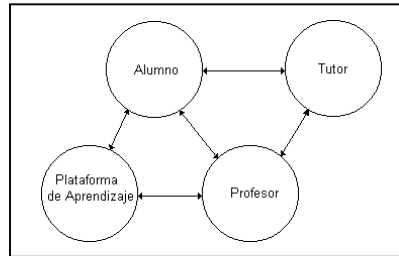


Figura 1. Interacción entre los actores del modelo

El desempeño de los alumnos se mide a través de los reportes de los problemas, la apreciación del tutor, la coevaluación por parte de los integrantes del equipo, la autoevaluación, las tareas y los exámenes.

2.3 Evaluación y ajuste de actividades.

Una vez cumplida la etapa de implementación, se cuenta con la experiencia necesaria para evaluar el desarrollo del proceso, así como las bondades o defectos del modelo propuesto. Esto se realiza mediante reuniones de trabajo en las que asisten el director de profesional, el director del Centro de Innovación Educativa, los maestros involucrados y los tutores. De estas reuniones surgen las estrategias para realizar el ajuste de las actividades.

2.4 Evaluación del modelo final.

En el caso particular de la materia de química, se realizan una serie de estudios para evaluar la validez del modelo modificado así como el impacto en los alumnos. Se inicia con un examen de opción múltiple en el primer día de clases. Este examen diseñado por el propio profesor, se viene aplicando desde hace 6 años para conocer el nivel de conocimientos que adquirió el alumno en cursos previos de química.

Dos semanas antes de terminar el curso se aplica una encuesta en la que el alumno califica los aspectos relativos a la metodología del curso, el grado de motivación e interés que despertaron las actividades y el trabajo colaborativo.

Durante la última sesión, se aplicó un instrumento denominado “índice de estilos de aprendizaje” desarrollado por Felder [12], el cual mide las preferencias en cuanto al estilo de aprendizaje a través de un cuestionario de 44 preguntas, basadas en cuatro dimensiones

(activa/reflexiva, sensorial/intuitiva, visual/verbal y secuencial/global). La utilización de este cuestionario tiene la finalidad específica de evaluar el grado de aceptación de los alumnos hacia el trabajo colaborativo por lo que en este estudio solo se tomaron en cuenta las 6 respuestas que tienen que ver con este punto.

Por último se mide la efectividad del modelo a partir de la evaluación del desempeño en la solución del proyecto, aplicado a los equipos que siguieron el curso en ABC² en el CCV y a un grupo testigo de la carrera de ingeniería industrial de otra universidad, que sigue un curso tradicional de química con un programa analítico muy semejante al del sistema, esta metodología de trabajo es referida por Boaler [13] para un curso de matemáticas a nivel secundaria. En el caso del grupo testigo, se aplicó el examen de opción múltiple el primer día de clases y un mes antes de finalizar el curso se les entregó el mismo proyecto utilizado en el curso de ABC² ofreciéndoles a los alumnos una explicación de los lineamientos a seguir en la elaboración de su reporte del proyecto. El tiempo de entrega fue el mismo en ambos casos y se asignó un porcentaje de la calificación final del curso a la solución del proyecto para el grupo testigo. La evaluación de ambos grupos se realizó a partir del análisis de los reportes entregados por los equipos.

3. Resultados y discusión.

La gestión de problemas, casos y proyectos para el curso de química constituye la labor más importante para el maestro titular de la materia y la que mayor tiempo demanda en la preparación del mismo, ya que se deben utilizar problemas relevantes, con aplicación a la vida real y que sean lo suficientemente entendibles para el alumno, sin llegar a ser obvios en lo que respecta a los objetivos de aprendizaje que se buscan alcanzar. Aunado a esto, se debe tener en mente que el conjunto de problemas debe cubrir la totalidad del programa analítico por lo que resulta conveniente diseñar primeramente los problemas y casos, los cuales cubrirán una parte del curso y se culmina con el diseño de un proyecto que integra las partes del programa que faltan por cubrir. En esta actividad es útil crear una matriz curricular como sugiere Barrows [14] en la que se colocan por un lado los componentes del problema y por el otro los temas y subtemas del curso.

La generación del curso tuvo una duración aproximada de 30 días previos al inicio del semestre, incluidas las siguientes tareas:

- (a) Desarrollo del calendario de actividades.
- (b) Creación de documentos de apoyo al curso como son: objetivos del curso, bibliografía, metodología para el trabajo colaborativo, ponderación de actividades, etc.
- (c) Creación y documentación de los problemas, casos y proyectos.
- (d) Descripción y montaje de actividades en el Lotus Notes.

Una vez iniciado el curso, se suministró el material de apoyo al tutor, mientras que los alumnos replicaron la materia a través de la plataforma tecnológica. Los equipos de trabajo asistieron a la primera reunión de trabajo e iniciaron la solución del problema, entregando al final de la sesión su bitácora de trabajo. La materia de química fue la primera que se ofreció en la modalidad de ABC², observándose una gran inquietud por parte de los alumnos ante una nueva experiencia de aprendizaje, sin embargo los equipos trabajaron de manera adecuada y sus integrantes se mostraron con buen ánimo para cumplir con su compromiso. Vino a continuación la sesión tipo conferencia ofrecida por el profesor en donde la mayoría de los estudiantes mostraron su inconformidad ante el modelo, ya que sentían que no tenían la capacidad suficiente para resolver el problema planteado sin apoyo directo del maestro. La estrategia empleada para seguir adelante sin estos contratiempos consistió en dar confianza a los estudiantes y en establecer un compromiso de apoyo mutuo sin demeritar la exigencia académica.

La situación de ansiedad de los alumnos se normalizó al pasar el primer parcial, ya que a pesar de que los exámenes constituían solamente un 20% de la calificación global, eran el único

punto de referencia que tenían los alumnos con un curso tradicional. Los resultados del examen parcial arrojaron un porcentaje de alumnos que obtuvieron una calificación aprobatoria mayor a 77%, en contraste con un 12.5% de aprobados en cursos de química del CCV antes de implementar el modelo ABC² (estos datos corresponden a un examen con el mismo grado de dificultad y aplicado por el mismo profesor). A pesar de que los resultados del examen constituyen un parámetro de comparación muy limitado para poder establecer una conclusión definitiva en relación con las virtudes o defectos del modelo ABC², esta situación permitió que la mayoría de los alumnos aceptaran las actividades posteriores con normalidad y trabajaran de manera comprometida, esto de acuerdo con lo observado por el tutor del curso.

Con respecto a la solución de los problemas, en general los equipos identificaron adecuadamente los objetivos de aprendizaje planteados apoyándose en material bibliográfico, sin embargo, en sus reportes finales no alcanzaron el grado de profundidad esperado por el profesor a pesar de contar con retroalimentación de sus deficiencias y de una serie de lineamientos para la generación de los reportes. Este hecho puede asociarse con la falta de desarrollo en la generación de reportes técnicos y en la inmadurez en el manejo y aplicación de conceptos de química por parte de los alumnos.

El cúmulo de experiencias arrojadas por los directivos, maestros, tutores y alumnos que cursaron el semestre bajo el modelo ABC², constituyen la base para realizar las modificaciones que buscan suprimir los problemas detectados. En la tabla 1 se muestran las características de la versión inicial y la versión modificada.

Tabla 1. Características del curso de química en ABC² en su versión inicial y modificada

	Versión Inicial	Versión Modificada
Duración del curso	1 mes	Todo el semestre
Tutores	Alumnos de maestría con especialidad diferente a la materia	El propio profesor de la materia
Sesiones de solución de problemas	Si	Si
Sesiones de presentación y discusión de resultados	No	Si
Sesiones teóricas	Tipo conferencia	Exposición del maestro y trabajo colaborativo
Lecturas individuales	No	Si
Exámenes tradicionales	Si	Si

La versión modificada fue aplicada durante todo el primer semestre del 2001. El curso de química se subdividió en 7 módulos en los que se resolvieron 5 problemas, 1 caso y 1 proyecto. Se desarrollaron tres tipos de sesiones de manera alternada con las particularidades mostradas en la tabla 2, además de conservar las tres evaluaciones parciales y el examen final en las fechas programadas. Los exámenes consistieron en la solución individual de problemas analíticos.

El curso transcurrió sin contratiempos y se observó una reducción drástica en la inquietud de los alumnos con respecto al modelo previo, esto puede atribuirse en gran medida a que el profesor se encuentra en contacto con los alumnos desde el primer momento y hace las veces de tutor evitándose así problemas de comunicación o interpretaciones erróneas.

Las opiniones vertidas por los alumnos en la encuesta realizada al final del semestre muestran que los tres tipos de sesiones resultan del agrado de los alumnos con las siguientes preferencias: 42% para las sesiones de solución de problemas, 33% para las sesiones de exposición del profesor y 25% para las sesiones de presentación de resultados y conclusiones. Con respecto al interés y al grado de dificultad de los problemas, los alumnos mostraron preferencia equitativa para todos los problemas, pero un 45% consideró que el proyecto resulta la actividad más difícil de realizar, lo que es coherente con la definición del proyecto como una actividad compleja que requiere del desarrollo de una serie de actividades por parte del alumno para su consecución.

Tabla 2. Descripción de los tres tipos de sesiones desarrolladas en el curso.

Tipo de sesión	Lugar	Actividades realizadas	Rol del profesor
Solución de problemas	Cubículos equipados con mesa de trabajo, red y pizarrón para cada equipo de trabajo	Metodología de los 7 pasos para la solución de problemas y envío de la bitácora.	El profesor hace las veces de tutor.
Presentación y discusión de resultados	Salón de clases	Presentación de resultados y conclusiones del problema. Análisis de lecturas.	Facilitador y evaluador
Exposición del profesor	Salón de clases	Exposición de conceptos y problemas analíticos. Actividades colaborativas	

Una de las partes más interesantes de la encuesta resalta el grado de motivación del aprendizaje de la química con la metodología empleada, la cual a diferencia de lo observado a lo largo de 7 años en donde los alumnos presentaban invariablemente poca motivación, muestra un porcentaje de 90% de alumnos con una respuesta afirmativa.

De acuerdo con la respuesta de los alumnos, la metodología del planteamiento y solución de problemas fue comprendida por un 50% de ellos desde el primer problema, mientras que el otro 50% se reparte entre el segundo y tercer problemas, por lo que resulta importante dedicar una sesión completa al inicio del semestre a discutir exclusivamente el esquema de solución de problemas y las actividades a realizar durante las sesiones correspondientes.

Otro de los factores analizados en la encuesta y que además fue detectado por el maestro en las actividades de solución de problemas, fue la falta de cultura de trabajo en equipo en la mayoría de los estudiantes, sin embargo a medida que fue transcurriendo el curso, los equipos fueron integrándose y resolvieron sus conflictos de manera adecuada. Lo más aconsejable en caso de alumnos que cursan el primer semestre, sería establecer un curso de inducción con actividades que refuercen el trabajo colaborativo y que los lleven a la madurez como equipo de manera más rápida.

Los resultados obtenidos al aplicar al final del semestre el cuestionario denominado “índice de estilos de aprendizaje” se muestran en la figura 2. Como puede observarse, solamente cuatro alumnos se encuentran en el rango de 0-2 respuestas afirmativas con respecto al trabajo colaborativo, lo que refleja una buena aceptación de los alumnos hacia las actividades en equipo.

De las observaciones realizadas durante las sesiones de trabajo, resalta el ambiente de libertad, responsabilidad y orden que se percibe en los integrantes de los equipos que siguen el modelo ABC². Los alumnos concentran su atención en la comprensión y solución del problema y desarrollan las actividades sin necesidad de que el maestro intervenga. Por otra parte los alumnos

del grupo testigo tratan de organizarse, pero tienden a dividir las actividades señaladas en el proyecto entre los integrantes provocando que el grupo de trabajo no madure.

Las entrevistas con alumnos pusieron en evidencia las dudas de los alumnos del grupo de ABC² acerca de la validez de la metodología empleada, sin embargo, a medida que avanzó el semestre, su actitud cambio mostrando un alto grado de aceptación y un sentido de confianza hacia los conocimientos adquiridos. Por su parte los alumnos del grupo testigo expresaron su sentir acerca del alto grado de complejidad del proyecto planteado y de su incapacidad para realizar un buen reporte del mismo.

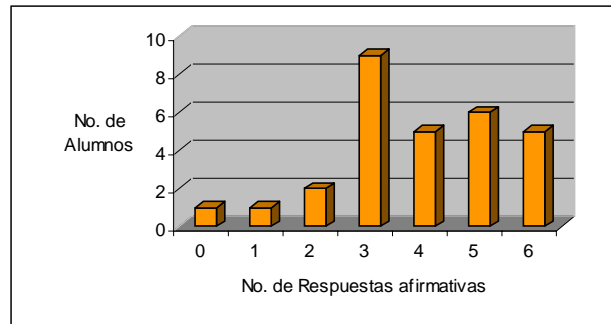


Figura 2. Evaluación del grado de aceptación del trabajo colaborativo por parte de los alumnos

Medición de la efectividad del modelo: Los resultados obtenidos en el examen de primer día de clases, se muestran en la tabla 3. Como se puede observar el grupo testigo de química conformado por 23 alumnos que sigue el esquema de enseñanza tradicional tiene un promedio de calificaciones menor que el grupo de ABC² (37 alumnos) y que el conjunto de alumnos que cursó la materia de química en el CCV en los seis años previos a la implementación del ABC² (310 alumnos), aun cuando esta desviación puede considerarse como poco significativa para la evaluación del desempeño en un proyecto al final del curso. Una posible explicación de estos resultados es que los alumnos del CCV provienen de la misma preparatoria del campus o son alumnos que obtuvieron un promedio elevado en otras preparatorias.

El proyecto resuelto por el grupo de ABC² y el grupo testigo, está relacionado con 6 de los 10 temas del curso e incluye actividades que requieren la aplicación de principios y cálculos para llegar a una respuesta, actividades que requieren del análisis de situaciones que tienen relación con los principios y el desarrollo de un prototipo experimental.

Tabla 3. Resultados del examen de primer día

	Grupo ABC ² del CCV	Grupo testigo de otra universidad	Total histórico en el CCV
Promedio	40.1	30.2	42.7
Desviación Estándar	12.1	9.0	13.5

Al evaluar los reportes entregados, el grupo de ABC² tuvo un desempeño superior en todos los aspectos a los equipos del grupo testigo, las principales diferencias se detallan en la tabla 4.

A pesar de que al grupo testigo se le capacitó en la metodología de solución del proyecto y que tuvo una mayor disponibilidad de información del área de química al ofrecerse en su universidad la carrera de ingeniería química, no fueron capaces de resolver el proyecto de manera adecuada. Por su parte los integrantes del grupo de ABC² aprovecharon su experiencia previa en la solución de problemas, para cubrir las expectativas del proyecto planteado.

Tabla 4. Análisis de los reportes del proyecto para los equipos del grupo de ABC² y el grupo testigo

	Grupo ABC²	Grupo Testigo
Estructura del reporte	Adecuada	Se incluye un exceso de antecedentes teóricos y se mezclan las secciones
Aplicación de principios y cálculos	Se concretan los cálculos simples, pero no se profundiza en puntos que requieren cálculos complejos.	Algunos equipos no realizan ningún cálculo. Otros equipos realizan solamente los cálculos simples
Actividades de análisis	Adecuada	El análisis es muy superficial
Desarrollo del prototipo experimental	Las propuestas son mas variadas y en su mayoría se fundamentan en soluciones innovadoras encontradas en internet	Las propuestas son muy repetitivas y provienen de fuentes de información tradicionales
Conclusiones del reporte	Algunos equipos desarrollaron la capacidad de redactar conclusiones relevantes. El resto de los equipos tiene conclusiones aceptables.	Algunos equipos no incluyen conclusiones. Otros equipos presentan conclusiones muy pobres.

4. Conclusiones

El éxito en la implementación del curso depende en gran medida de la habilidad del profesor para elegir y crear problemas, casos y proyectos que sean relevantes, atractivos y desafiantes, cumpliendo además con los objetivos del curso. Como una consecuencia de esto, el profesor debe reorientar su esfuerzo a la revisión constante, de bibliografía especializada y al involucramiento en labores de investigación.

El modelo ABC² contribuye a que el alumno desarrolle capacidades que en algunos casos van mas allá de lo definido en los objetivos de aprendizaje del curso, principalmente porque el alumno es responsable de construir su propio conocimiento con apoyo de sus compañeros y el profesor.

Los alumnos que cursaron la materia de química en ABC² mostraron agrado y motivación al desarrollar todas las actividades, en contraste con alumnos que cursaron la materia en años anteriores.

Existe evidencia que apoya la efectividad del modelo propuesto al observarse claras diferencias entre los alumnos del grupo de ABC² y el grupo testigo, para resolver un proyecto que contiene un 60% de los tópicos del curso.

5. Referencias

- [1] Bodner, G.M., Constructivism: A theory of knowledge, *J.Chem. Educ.*, **63**:873 (1986)
- [2] Weenk, G.W.H., *Learning Pyramid*. Educational Center. University of Twente (1999).
- [3] Barrows, H.S. *How to Design a Problem-Based Curriculum for the Preclinical Years*. Springer Series on Medical Education 8. Springer: New York (1985).
- [4] Jones, B.F., Rasmussen, C.M y Moffitt, M.C. *Real-life problem solving.:A collaborative approach to interdisciplinary learning*. American Psychological Association. Washington, DC. (1997).
- [5] Bereiter, C. Aspects of an educational learning theory. *Review of Educational Research*. **60**:603-624 (1990).
- [6] De la Cueva, V., De Gasperín, R., Ruiz, M., Beristain, L.M., Morales, S., Ramirez, H. y De Gasperín, A. El modelo educativo constructivista ABC²: Aprendizaje Basado en la Construcción del Conocimiento. Memorias del XXXI Congreso de Investigación y Extensión del Sistema ITESM. (2001).
- [7] Bunce, D.M., Does Piaget Still Have Anything to Say to Chemists?, *J. Chem. Educ.*, **78**:1107(2001).
- [8] Bodner G., Klobuchar M. y Geelan D., The Many Forms of Constructivism, *J. Chem. Educ.*, **78**:1107(2001).
- [9] Ram P., Problem-Based Learning in Undergraduate Education, *J. Chem. Educ.*, **76**:1122-1126 (1999).
- [10] Juhl L, Yearsley K. y Silva A.J., Interdisciplinary Project-Based Learning through an Environmental Water Quality Study, *J. Chem. Educ.* **74**:1431-1433 (1997).
- [11] O'Hara P.B., Sanborn J.A. y Howard M., Pesticides in Drinking Water: Project-Based Learning within the Introductory Chemistry Curriculum, *J. Chem. Educ.* **76**:1673-1677 (1999).
- [12] Felder R.M., Reaching the Second Tier: Learning and Teaching Styles in College Science Education. *J. College Science Teaching*. **23**:286-290 (1993).
- [13] Boaler, J. Open and Closed Mathematics: Student Experiences and Understandings. *Journal for Research in Mathematics Education*. **29**:41-62 (1998).
- [14] Barrows, H.S. *The tutorial Process*. Southern Illinois University School of Medicine. Springfield, Ill. (1988).

TRANSFERENCIA DEL MÉTODO DE CASO EN LA MODALIDAD PRESENCIAL DE LA UNIVERSIDAD DE HARVARD A UN CURSO EN LÍNEA EN LA UNIVERSIDAD VIRTUAL DEL TEC DE MONTERREY

Por:

Mtra. Laura A. Serrano Corral y Mtra. Verónica Salinas Urbina

El presente trabajo es la documentación de la aplicación de la técnica de casos según el método de la Universidad de Harvard a un curso en línea de la Universidad Virtual del Tec de Monterrey. El propósito es conocer las características e implicaciones de la técnica del método de casos en el contexto de un curso ofrecido en línea así como los resultados de participación de los alumnos en la discusión del caso en línea. Dicha documentación surge de la necesidad de conocer la posibilidad de la transferencia en diseño y aplicación de esta técnica en el contexto de la educación a distancia, particularmente los cursos en línea. Este artículo presenta el proceso llevado a cabo para realizar la transferencia de la técnica al curso " Teoría y Diseño de las organizaciones" ofrecido en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del ITESM, en el semestre agosto-diciembre del 2000. También se muestran resultados de la aplicación de esta técnica didáctica. Finalmente, se comparte la experiencia del diseño de un curso de capacitación en línea para profesores de la Universidad Virtual sobre la técnica de casos en línea, resaltando que este curso se desarrolló considerando los resultados de la documentación de la transferencia y aplicación previa de la técnica de casos en el curso.

Palabras clave: Método de casos. Transferencia. Universidad de Harvard. Educación a Distancia. Universidad Virtual.

1. Introducción

El propósito general de este estudio descriptivo es conocer los procesos de enseñanza-aprendizaje que ocurren a través de la aplicación de la técnica de casos (Modelo de la Universidad de Harvard) en el contexto de un curso ofrecido en línea en la Universidad Virtual del Tec de Monterrey.

La Escuela de Graduados en Educación (EGE) de la Universidad Virtual (UV), al igual que otras rectorías del sistema ITESM, ha establecido dentro de sus prioridades la actualización de los métodos de enseñanza en sus modelos educativos, introduciendo técnicas de enseñanza aprendizaje donde se trabaja en la experiencia del tratamiento de un problema de una situación real. Una de estas técnicas es el método de caso para la cual se procedió a capacitar a profesores en esta técnica en la Universidad de Harvard con la expectativa de traer, transferir e implementar el método en los cursos en línea de la EGE de la UV y así como en todos los cursos del Sistema ITESM.

Cabe mencionar que la Universidad de Harvard ha sido pionera y experimentada en el uso, desarrollo y aplicación de la técnica en la modalidad presencial.

Algunos fundamentos del método de casos de la Universidad de Harvard se mencionan a continuación: Este método de casos está basado en el método Socrático y ya a finales del siglo diecinueve (Mauffette O., 1888 en Mauffette L., 2001, p.1) afirmaba que:

"en este método el conocimiento se origina en los alumnos a través de la habilidad del profesor para preguntar y de cada verdad que surge, llegando a ser grabada e imborrable en la mente de los estudiantes, permitiéndoles crecer en el hábito de la lógica y el razonamiento correcto en cada tema".

(Mauffette O., 1888 en Mauffette L., 2001, p.1)

La técnica de casos fue adoptada por la Universidad de Harvard con propósitos educativos en el área de administración y (Mauffette L., 2001) que ha evolucionado considerablemente desde que fue introducido en las primeras décadas del siglo veinte. A partir de esto numerosas escuelas de negocios lo adoptaron y se diseminó alrededor del mundo, ampliándose su uso a otros campos del conocimiento donde la toma de decisiones y las soluciones son fundamentales.

Mauffette (2001) define que un caso es:

" una descripción de una situación real, comúnmente involucra una decisión, un reto, una oportunidad, un problema o un asunto que enfrenta una persona o grupo de personas en una organización. El caso permite dar un paso figurativamente a la posición particular de quien toma la decisión"

(Mauffette L., 200, p.1).

Algunas de las ventajas del método de casos son, entre otras, el desarrollo de habilidades de análisis para la identificación clara del problema, de manejo de información, de desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, así como también promueve habilidades para la toma de decisiones, aprendiendo a generar diversas alternativas, a adoptar criterios de selección y evaluación de alternativas, a formular acciones congruentes y la implementación de los planes permitiendo con ello la promoción de habilidades para la aplicación de los conocimientos teóricos aprendidos. Otras habilidades que promueve son el manejo del tiempo, ya que debido a la agenda intensa que mantiene el estudiante en sus responsabilidades educativas, esta lo dirige a organizarla y optimizarla. El método de casos también promueve el desarrollo de relaciones interpersonales y sociales que son resultado de la interacción del estudiante a través de discusiones en grupo, en donde aprende a tratar y comunicarse con sus compañeros así como también a cómo darle solución al conflicto. Promueve también habilidades creativas, por la razón de que dos situaciones problemáticas no son iguales lo cual genera la necesidad de búsqueda y encuentro de soluciones compatibles con las circunstancias únicas de cada caso. También promueve habilidades para la comunicación escrita a través de la toma de notas continua y efectiva, de la elaboración de reportes de casos y de exámenes de caso de tal forma que se desarrolla la habilidad asociada con la escritura efectiva.

Para comprender la importancia y ventajas de la transferencia del modelo del método de casos utilizado en la Universidad de Harvard, a un curso en línea en la Universidad Virtual, es necesario en primer orden, tener una clara panorámica sobre el método de caso según el Modelo Harvard aplicado en modalidad presencial. Es por tanto importante analizar los elementos que lo conforman y en qué consisten, ya que de ahí parten cada uno de los elementos que se emulan en el curso en línea, donde rescatar la sesión de discusión, es la parte más importante de este proceso.

A continuación se presentan cada uno de sus componentes: a) El maestro. Es un profesor en la materia con conocimiento del caso y de la metodología para la aplicación de la técnica de casos. El maestro debe contar con sus notas de enseñanza, un mapa de los lugares y nombres de los alumnos en el aula; b) Los alumnos. Se requiere una cantidad mínima de 60 participantes que permita promover la discusión continua y lograr analizar el caso en su totalidad, abordando todos los temas y cumpliendo los objetivos de aprendizaje previstos. El alumno debe preparar el

caso. Esto implica dar lectura, análisis, reflexión, respuesta a las preguntas que señala el caso y durante la sesión de discusión debe responder cuando el profesor le dirige preguntas o bien, participar aportando respuestas a las preguntas que lance el profesor dirigidas a todo el auditorio. Posterior a la sesión de discusión del caso, el alumno hace un trabajo de documentación del análisis y de la solución del caso en todo su proceso y lo entrega en forma escrita al profesor cuando éste así lo señala; c) Las notas de enseñanza. Son apuntes elaborados por el profesor que tiene la finalidad de establecer una ruta determinada de análisis del caso y de la discusión, incluye por tanto preguntas, temas, sub-temas y argumentos que el profesor plantea durante la discusión a fin de guiar la sesión; aspectos que deban ser abordados para cumplir con los objetivos de la sesión.; d) Las instalaciones. Se requiere de una aula donde la disposición de los asientos sea en plantilla de herradura con asignación predeterminada o identificación plena de cada alumno. Se requiere además de equipo de proyección y varios pizarrones; e) El caso. El caso es una redacción de una situación problemática que enfrentó una persona, un grupo de personas, una organización o institución en un contexto real determinado; f) La sesión de discusión. Esta es la actividad central de la metodología de casos. En ella se lleva a cabo conducción y la moderación de la sesión por el profesor, partiendo de una pregunta detonante inicial (que invita a cuestionarse ampliamente el problema y las posibles alternativas de análisis y de solución). El profesor fomenta la participación argumentativa de los alumnos al estilo mayéutica y ocasionalmente va recapitulando o resumiendo las argumentaciones que se van presentando a lo largo de la sesión. El profesor puede dirigir la discusión determinando quién participa, o puede lanzar preguntas dirigidas a todo el auditorio. Este imprime un ritmo de participaciones; La Evaluación. Esta es dada por el profesor y se relaciona directamente con la calidad y cantidad de las participaciones de cada estudiante. Durante todo el proceso de la sesión de discusión, el profesor debe registrar la calidad y cantidad de las aportaciones previendo en que deberá evaluar mediante ellas, al final del módulo o del caso, a todos sus alumnos.

2. Fundamentos generales del modelo para un curso en línea de la Universidad Virtual

En este apartado se explica cómo, inspirados en el modelo presencial de Harvard, las características de la técnica de método de caso son retomadas y vertidas sobre un curso en línea. Esta es la denominada "transferencia" de la técnica, desde una modalidad presencial tal como se aplica en la Universidad de Harvard, a una modalidad en línea para la Universidad Virtual. Cabe hacer mención que el modelo de cursos en línea de la Universidad virtual está conformado principalmente por: a) Una página conteniendo los elementos descriptivos, agenda y diseño de actividades de aprendizaje, así como toda aquella información que guía al alumno en su proceso de aprendizaje y de trabajo colaborativo durante el curso; b) Tutoría al alumno por su profesor tutor, al que consulta a través del correo electrónico o de foros de consulta en línea; c) Envío de tareas correspondientes a las actividades de aprendizaje en la modalidad de correo electrónico o en foros asincrónicos en línea; d) Actividades de trabajo colaborativo en línea; y e) Discusiones en foros de discusión asincrónica en línea.

Para realizar el trabajo de "transferencia" del modelo de caso presencial a un curso en línea, se procedió a analizar e identificar los elementos valiosos de esta técnica, teniendo como resultante: la discusión interactiva, donde se llevan a cabo diversos procesos tales como el de la mayéutica, el razonamiento crítico, el contacto con situaciones reales, el hecho de colocarse figurativamente en la posición de quien debe resolver un problema, el de la argumentación sustentada, el de arrojar nuevas verdades en la discusión, entre otras, mismas que proveen de una experiencia de aprendizaje que se genera cuando el participante prepara el caso para asistir a su clase con dominio de la información, desarrollando así capacidad de visualizar la problemática y los elementos que la conforman, visualizar alternativas de solución y poder incurrir en la toma de decisiones. Se agrega a esto el aprendizaje relacionado directamente al proceso sinérgico que se genera al escuchar las argumentaciones de otros participantes y que pueden añadir nuevos argumentos a los propios en la búsqueda de la mejor o mejores

soluciones. Si bien éstos son los elementos y procesos relevantes que sustentan la experiencia y proceso de aprendizaje, son entonces estas sesiones de discusión las que llevaron a diseñar un foro en línea donde el profesor dirige asincrónicamente una sesión de discusión emulando en lo posible las sesiones de discusión presencial del modelo Harvardiano.

Algunas consideraciones para la implementación del método de caso del modelo presencial de Harvard a un curso en línea son los siguientes :

- De tiempo: contándose con un lapso de tiempo determinado, es decir, el de aplicación del curso para la toma de fuentes de recopilación de datos.
- De emulación del modelo Harvard: Si bien un caso al modelo Harvard implica la presencialidad en una aula, la transferencia provee necesariamente de circunstancias diferentes, donde se tratan de establecer equivalencias a cada uno de los elementos que constituyen el método de caso, rescatándose así, la parte medular que es la sesión de discusión y llevándose a una aula o foro virtual donde con un rango de asincronía (el que se establece como reglamentario para aportar las respuestas), el profesor y los alumnos pueden tener su sesión de discusión interactiva generando los diálogos y las argumentaciones. Cabe observar que si bien presencialmente se escuchan las participaciones de los alumnos en la discusión, en un foro virtual se depende de si el alumno da o no lectura total a todas las participaciones previas hechas por sus compañeros para garantizar que el proceso se emula tal como es el estilo Harvard.

3. Implementación del caso en línea

El curso " Teoría y diseño de las organizaciones" que forma parte de la Maestría en Administración de Instituciones Educativas de la Escuela de Graduados en Educación de la UV, aplicó la técnica de método de casos según el Modelo de Harvard, integrando dos casos en el semestre agosto-diciembre del 2000. Este curso consideró el buscar casos (situaciones en un contexto que presentaran ciertos conflictos) que ayudaran a enfrentar a los alumnos a una realidad y que los orientara a transferir y aplicar los conocimientos y su experiencia adquirida en el área de especialidad que estaban estudiando. Esto promovería el desarrollo de algunas habilidades y actitudes que el TEC promueve en su modelo educativo y misión, como es el proceso de análisis, pensamiento crítico, toma de decisiones, colaboración, respeto a ideas, entre otros. La importancia de promover no sólo la adquisición de conocimientos sino también estimular el desarrollo de procedimientos orienta a tomar la decisión de la aplicación de esta técnica en ese contexto educativo específico, sin dejar a un lado la importancia de la facilitación del profesor cuando se estuviera aplicando la técnica de método casos, según la modalidad presencial de Harvard en un curso en línea ofrecido en la Universidad Virtual del TEC.

Los profesores de la Universidad de Harvard comentan que la selección de los casos, en cuanto al nivel de complejidad se refiere, puede variar dependiendo el nivel educativo y de experiencia de los alumnos; además también se pueden seleccionar dependiendo de los objetivos de aprendizaje que se quieran lograr en un curso y de la profundidad que se quiera promover a través del análisis de un caso. El reto para los docentes es seleccionar casos que lleven a transferir los contenidos que los alumnos están estudiando en su curso, pero que al mismo tiempo promuevan la apertura a diversas opiniones y perspectivas que permitan riqueza en la generación de ideas, por parte de los participantes.

Los criterios principales para seleccionar un caso en su aplicación en cursos de la UV en relación con su nivel de complejidad tendrán que considerar: a) Nivel educativo: profesional, posgrado, educación continua; b) Antecedentes de los alumnos: analizar de qué áreas del conocimiento provienen los alumnos que estudian los distintos programas académicos; c) Objetivos de aprendizaje del curso; d) Momento de aplicación del caso, dentro del currículum del programa o bien, dentro del curso que se aplica la técnica de método de casos.

El diseño de la metodología pretende guiar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La aplicación de la técnica de método de casos en un contexto educativo no es la excepción de esto, por lo que es indispensable definirla para lograr el éxito de su aplicación según la modalidad presencial de la Universidad de Harvard.

El profesor de la Universidad Virtual del ITESM que aplicó el caso en un ambiente en línea consideró algunas de las diferentes ideas que a continuación se mencionan: a) Conformación de número de alumnos en la sesión de discusión (35, 40, 60, 80 alumnos). Según los profesores de la Universidad de Harvard, es necesario que halla 80 alumnos para que la discusión sea diversa, pero es deseable adaptar este supuesto al contexto de educación en línea; b) Conformación de grupos: Es la decisión de qué alumnos integrar en cada uno de ellos, en caso de ser más de dos grupos o de tener más de 80 alumnos (grupos homogéneos, heterogéneos, etc.). c) Tipo de tecnología por seleccionar: Sincrónica (icq, chat UV, videoconferencia, etc.) no es muy recomendable ya que se tendrían que manejar grupos muy grandes. Se pueden recomendar estas herramientas cuando los alumnos interactúan antes de la discusión en pequeños grupos de 3 ó 4 personas (actividad previa a la discusión en línea grupal). Asincrónica (hypernews, courseroom de Learning Space, Forums de Web-CT, etc.) resulta muy recomendable cuando se manejan grupos grandes porque hay más oportunidad de ir revisando todos los mensajes de los profesores y compañeros. No obstante, se recomienda que los alumnos también estén revisando con frecuencia este espacio interactivo durante el tiempo de duración de la discusión; d) Duración de la sesión de discusión en línea: 1 semana, 2 semanas, 3 semanas, etc.; esto dependerá del alcance que tenga el caso para los objetivos de aprendizaje; e) Moderación del profesor: acceso diario al espacio interactivo, planteamiento de preguntas abiertas y cerradas, moderación dirigida todo el tiempo para el logro de los objetivos, cumplimiento y seguimiento del plan de enseñanza del profesor durante la discusión. Es importante que el profesor formule preguntas estratégicas, conceda la palabra a los alumnos, haga que todos participen, evite que un participante inhiba a otro, trate de no exponer sus propias opiniones, y que administre el uso del tiempo; f) Capacitación previa del profesor titular y/o tutores del curso sobre la técnica del método de casos según modalidad Harvard, de los alumnos, información dentro de la página del curso en línea y ejercicios prácticos antes de una sesión de discusión en línea sobre contenidos del curso; g) Definición de reglas de procedimiento para la discusión en línea del caso. Además de preparar el ambiente de aprendizaje para enseñar con casos, es importante considerar lo que de ahí se desprende; por ejemplo, preparar a los alumnos sobre cómo participar en una discusión de un caso en línea, donde las reglas de procedimiento son el conjunto de pasos que el profesor establece para orientar a los alumnos en su función dentro de la discusión del caso en línea pero también su preparación antes de la misma.

La preparación del profesor consiste en conocer y dominar los conceptos, los datos y todos los aspectos relacionados con el caso. Es importante mencionar que los profesores de la Universidad de Harvard comentaron que el conocimiento y la experiencia y dominio del caso por el profesor moderador en la sesión de discusión es indispensable para que pueda ser objeto de análisis exhaustivo, el caso en cuestión. No se concibe la idea de que un profesor que no domine los contenidos para ser analizados en el caso, o bien, no conozca a profundidad el caso, pueda moderar la discusión (Universidad de Harvard, 2000). De ahí la importancia de la preparación del docente para su adecuada y útil participación durante el mismo no solamente en los contenidos sino también en la técnica de estudio de caso. El profesor puede utilizar el mismo caso para distintos cursos cuando el caso así lo permita.

5. Metodología

Este estudio es una investigación descriptiva sobre la aplicación del método de casos en línea, enfocado en la revisión de la metodología llevada a cabo durante la discusión del caso en línea. Este estudio fue aplicado a un grupo de 30 alumnos de posgrado en la materia "Teoría y Diseño de las organizaciones" en la modalidad totalmente en línea, ofrecido por la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del ITESM. Este estudio es particularmente

una documentación y análisis de la sesión de discusión a través de la participación del profesor para moderar la sesión de discusión y la participación de los alumnos durante la discusión del caso en línea. Para este estudio se planteó verificar y revisar que el profesor cumpliera con los lineamientos del método casos del modelo aplicado en la Universidad de Harvard, observando las reglas de procedimiento de ese modelo presencial transferido a la modalidad en línea así como las características y la promoción de discusión y argumentación que generaron las preguntas que planteaba el profesor durante la sesión de discusión. También se preguntó a los alumnos y profesor sobre su experiencia de la técnica del método de casos, según la Modalidad de Harvard para conocer sus opiniones sobre la utilidad de ésta en el curso llamado " Teoría y diseño de las organizaciones educativas" ofrecido en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del ITESM.

6. Resultados

La interpretación de los resultados considera las distintas fuentes observadas y/o recolectadas. Posteriormente, se utilizan técnicas cualitativas y cuantitativas para el análisis de los datos obtenidos.

Se aplicaron distintos instrumentos entre ellos el cuestionario a los alumnos. Se dio la participación de los alumnos en los foros de los dos casos que se aplicaron durante el curso en tres partes, ya que el primer caso se dividió y fueron dos foros de discusión para analizar éste; en el último caso, sólo se llevó a cabo un foro de discusión. Después de esta participación se aplicó un cuestionario a los alumnos del curso en donde sólo el 33% de los alumnos contestaron al mismo. No se investigó porque los demás alumnos no contestaron a la misma. El cuestionario consistió en 15 preguntas cerradas en donde contestaban " sí" o " no" y podían explicar cada una de ellas. Las preguntas trataban de la técnica del método de casos, la moderación del profesor durante la discusión del caso y el beneficio en su aprendizaje. Al final de la encuesta se generó una pregunta abierta para dar comentarios o sugerencias generales.

Algunos de los resultados de este cuestionario manifiestan las opiniones generales de los alumnos respecto a la aplicación de la técnica de casos en el curso en línea en donde se llevó a cabo este estudio: Los alumnos que contestaron el cuestionario comentaron no haber tenido experiencia de análisis de casos en modelo de educación a distancia antes de este curso. También consideraron que la duración del análisis de caso fue suficiente, ya que se llevó a cabo en una semana (5 días hábiles) cada foro de discusión. Respecto a las reglas de procedimiento para participar en los foros los alumnos comentaron que fueron efectivas. Una de las desventajas que se presentaron es que los alumnos no usaron las salas previas de discusión para resolver dudas, previo al análisis crítico del caso. En cuanto a la diferencia significativa en la opinión del caso fragmentado y completo, no hubo ninguna, según los alumnos cuestionados. Se confirmó que el 85% de los alumnos consideró que el caso de un área no educativa no dificultó la comprensión de los contenidos en estudio. Esto se puede deber a que una de las características de los casos es que precisamente promuevan la transferencia de contenidos, independientemente de la naturaleza específica del caso, es decir, se basan en un enfoque holístico. El 100% de los alumnos consideró que el estilo llevado a cabo por el docente promovió la participación de ellos en la discusión del caso. Además todos los alumnos consideraron que las preguntas planteadas por el profesor generaron controversia para promover la discusión. Los alumnos consideraron que fue útil la participación del docente para el desarrollo del caso y que la interacción que se promovió en el foro de discusión favoreció la construcción de su propio conocimiento. Todos los alumnos consideraron que el caso sí facilitó su aprendizaje de los contenidos propios de la materia. Por tanto se recomienda el uso y aplicación de estos casos por promover contenidos significativos de esta materia. Además les permitió abordar sub-temas dentro de una misma temática. El 90% de los alumnos afirmaron que la resolución de estos casos les permitió desarrollar habilidades de la administración. El aprendizaje basado en la construcción de conocimiento, implica que el alumno participa en la propuesta y selección de

criterios de evaluación y co-evaluación. Este concepto cabe aclarar no se utiliza en el modelo Harvardiano donde es el grupo de académicos quienes han preestablecido los criterios de evaluación. Para nuestro estudio se pretende conocer si los criterios que contempla el formato de co-evaluación aplicado a casos en línea a través de foros de discusión en Hypernews, responden a aquellos aspectos que denotan la calidad y la cantidad de la participación de sus compañeros en el foro. Los resultados a esta pregunta fue que un 50% de los alumnos que respondieron la encuesta, están de acuerdo en que la co-evaluación de su desempeño fue objetiva y el otro 50 % no lo está. La mitad de los alumnos opinaron que la co-evaluación pudo no haber reflejado su desempeño en los foros de discusión. Finalmente, los alumnos encuestados afirmaron que usar casos promueve aprendizajes específicos que de otra forma no se habrían logrado.

Otro instrumento que se aplicó fue una entrevista al profesor. Se llevó a cabo una entrevista con el profesor titular del curso " Teoría y diseño de las organizaciones educativas" para conocer su opinión sobre la experiencia de la aplicación de la técnica del método de casos en línea; se le plantearon un total de 18 preguntas relacionadas con las ventajas y limitaciones que le asigna a la enseñanza en línea basada en casos, sobre el uso de la metodología de enseñanza d casos de Harvard, los aspectos que fueron exitosos en su aplicación, los procedimientos que realizó en la enseñanza de casos en línea, el cómo se indujo a los alumnos en la técnica de casos, los objetivos de aprendizaje que planteó para la enseñanza con casos y en qué porcentaje sus alumnos los lograron o no los alcanzaron, las ventajas y desventajas que observó en las preguntas abiertas y cerradas que planteó y si cree que el proceso de co-evaluación fue efectivo y por qué, entre otras.

Algunos resultados generales obtenidos de la entrevista realizada al Dr. Eduardo Flores, profesor que aplicó la técnica de casos al curso " Teoría y diseño de las organizaciones educativas" : " Algunas de las ventajas de la técnica de casos: que el alumno haga una mayor interacción y llegue a conocimientos a los que no llega de otra forma o a los que no llega de una manera más tradicional que al decirle las cosas. La enseñanza de casos (al alumno) le sirve como ejemplo, y por otro lado, crea espacios para que él discuta ciertas cosas y llegue a algún punto. En esta actividad hubo mayor participación que lo que normalmente hay que en otros foros. Normalmente en los foros se ve poca participación a menos que uno les esté contando las aportaciones, entonces sí se llena. El profesor tiene que dedicarle más o menos unas cuatro horas diarias al foro como moderador y dos veces al día, no una sola vez. Estamos hablando de dos horas en la mañana y dos horas en la tarde. Se tienen que conocer todas las preguntas, pero también de alguna manera se espera cierta respuesta a lo que dice la gente" .

Otra fuente de información fue resultado de las observaciones realizadas por tres profesores investigadores externos, capacitados en la aplicación de la técnica del método de casos presencial en la Universidad de Harvard. Este grupo de observadores externos dio seguimiento a la aplicación de la metodología de casos, según la modalidad de Harvard en el curso en donde se aplicó la misma. Para llevar esto a cabo, este grupo realizó observaciones en cada sesión de discusión de los tres casos con el objetivo de verificar y mejorar durante la aplicación del curso la adaptación/transferecia de esta técnica a la modalidad en línea.

Algunos aspectos generales a observar fueron, entre otros, la pregunta detonante de cada caso para revisar cómo se formulaba y las diferencias que se dieron en el primer y segundo caso. Otros aspectos observados fueron los relacionados con el proceso de inducción de la técnica de casos en el curso, sobre las notas de enseñanza que el profesor había o no realizado, el proceso de evaluación así como las reglas de procedimientos que fueron definidas en cada caso.

Respecto a las reglas de procedimiento fueron establecidas en diferentes momentos: a) Antes o previas a la sesión: Instrucciones de preparación (lectura del caso, discusión previa con alumnos, análisis previo con base en preguntas, etc.); b) Durante la sesión de discusión: Instrucciones para la participación durante la discusión (preguntas abiertas, cerradas, etc.); c)

Después o posterior a la sesión de discusión: No se hace explícito en la información presentada en los foros de discusión la forma de evaluación (se lleva a cabo en otro espacio).

El lapso de tiempo de la sesión de discusión del caso en línea tuvo una duración de 5 días hábiles. El tiempo para dar respuesta a preguntas abiertas y cerradas cambió, ya que en la 1ª discusión fue de 8 horas, y en las siguientes discusión se extendió a 12 horas. Respecto a la moderación del profesor. Se contabilizaron las aportaciones del profesor y fueron muy numerosas (45 en el primer foro). Esto implica que fue siguiendo la discusión como si se hubiera hecho en forma presencial en la Universidad de Harvard, escuchando (leyendo en esta modalidad) las aportaciones de cada uno de los estudiantes. Hubo preguntas abiertas para todos los alumnos y preguntas cerradas para algunos alumnos en particular, que él consideraba que así lo requerían. El modo de interactuar con el grupo fue firme, con disciplina (guardando la estructura ya establecida) pero con suficiente empatía para motivarlos. El profesor intervino cuándo se tuvo que corregir la forma de participar y también cuándo se tenía que corregir el contenido de las participaciones.

El primer caso se manejó en dos partes: 1ª Parte. Caso Omega y Acme. Se plantearon preguntas y comentarios relacionados con contenidos, fueron 39 mensajes y de forma fueron 64.

2ª Parte. Caso Omega y Acme. Se plantearon preguntas y comentarios relacionados con contenidos fueron 59 mensajes y de forma fueron 32. Para el tercer foro de discusión. Caso " La herencia de Beltrán" . Se plantearon preguntas y comentarios relacionados con contenidos fueron 78 mensajes y de forma fueron 77. En el foro 3. Caso " La Herencia de Beltrán" las participaciones del profesor fueron: de contenido 19 y de forma 45; las preguntas formuladas por el profesor fueron: Abiertas 12, cerradas 2, de contenido 7 y de forma 8.

Durante las sesiones de discusión se mantuvo la organización y se garantizó al máximo la participación de los componentes del grupo. Otra situación importante fue cuando ubicaba al grupo sobre los avances que ya se habían logrado en la discusión y los motivaba a leer aportaciones que estaban dando un valor agregado a la discusión.

El análisis de los resultados obtenido a partir de la aplicación del caso en un curso en específico y el haber fundamentado la transferencia del caso a un curso en línea, facilitó el diseño e implementación de un nuevo curso de capacitación en línea para profesores de la Universidad Virtual sobre la técnica de casos en línea, el cual se llevó a cabo en el semestre enero-mayo del 2001, y que aunado a la anterior experiencia de aplicación de esta técnica reafirma la posibilidad de implementar esta técnica de casos, adaptándola al contexto educativo asincrónico, que hace uso de las tecnologías de la información para lograr las ventajas didácticas de este método.

El diseño del curso estuvo basado en diferentes recursos: fundamentación teórica del método de casos del Modelo de Harvard, transferencia de la técnica del método de casos al contexto educativo en línea, y la aplicación de la técnica de casos en el curso de " Teoría y diseño de las organizaciones" de la EGE. El objetivo general del curso se menciona a continuación: Reflexionar sobre los elementos e implicaciones de la técnica de estudio de casos (modalidad Harvard) para preparar y aplicar éstos en cursos de educación a distancia en línea.

7. Conclusiones

Se mencionan algunas conclusiones: es posible aplicar la metodología de la técnica de casos según el Modelo Harvard en cursos en línea. Es importante tener claros los objetivos del curso para la selección apropiada del caso así como analizar la naturaleza de los contenidos para que sea posible la transferencia de aprendizajes y el análisis del caso bajo diferentes perspectivas, para cumplir con el concepto de globalización de ideas a partir del análisis y "discusión interactiva" de un caso.

La aplicación de la técnica del método de casos en un contexto de educación en línea debe considerar distintos aspectos para lograr su transferencia acorde con la naturaleza de este tipo de educación: selección de tecnología apropiada, conformación de grupos virtuales no mayores de 30 alumnos (ya que de lo contrario se tiene una pérdida de control del seguimiento de discusión o habría la necesidad de que los foros/sesiones de discusión se desarrollasen en mayor lapso de tiempo, lo cual ya no resulta funcional para profesor y alumnos, esto bajo el criterio de la limitada asincronía que permite la interacción requerida por estas sesiones de discusión, o que generaría que otros profesores tutores se integraran a las sesiones para moderar la sesión), definición de duración de la sesión de discusión en línea, establecimiento de reglas de procedimiento (contestación en mínimo de 8 horas, acceso diario al foro, entre otros), rol del profesor moderador de la discusión, capacitación de los alumnos de la técnica de casos, entre otros.

La capacitación del profesor que aplicará la técnica del método de casos es indispensable para que la moderación del profesor durante la discusión del caso sea acorde con la filosofía del Modelo de Harvard. Además de considerar la experiencia y conocimiento en el área de especialidad del curso y del caso en específico.

Los alumnos que estuvieron expuestos a la técnica del método de casos en el curso en línea, en su mayoría manifestaron satisfacción de la misma como beneficio en su aprendizaje. Algunos comentarios se enfocaron a enfatizar las ventajas de analizar contextos reales con una problemática específica porque los lleva a analizar y pensar en diferentes ideas que les permiten aplicar y transferir conocimientos para construir nuevos de manera creativa.

Si bien el método de caso transferido a un curso en línea no ofrece todas las características de la discusión presencial del modelo Harvard, tales como escuchar en viva voz las argumentaciones que hacen los demás compañeros en sus participaciones y que en la modalidad en línea para recuperar esas aportaciones implica que se debe dar lectura a todo el foro, los niveles de satisfacción de los alumnos que respondieron las preguntas evidencian que el uso del método de caso sí ofrece una mayor calidad de argumentación en contenidos, en el encuentro de nuevos conceptos, ideas y propuestas de análisis y alternativas de solución al caso discutido.

El diseño e implementación de un curso de capacitación en línea para profesores de la Universidad Virtual sobre la técnica del método de casos en línea se llevó a cabo en el semestre enero-mayo del 2001, lo cual reafirma la posibilidad de implementar esta técnica, adaptándola al contexto educativo asincrónico y que hace uso de las tecnologías para lograr las ventajas didácticas de este método.

Algunas recomendaciones: Es conveniente dejar completamente definidas con claridad todas las normas y reglas para el proceso de discusión, antes de que dé inicio la misma. También es conveniente promover y garantizar que los alumnos ingresen a efectuar prácticas previas en un foro de discusión de simulación, para que ahí sea el tiempo y lugar en el que resuelvan las dudas metodológicas y tecnológicas, y así evitar que durante la sesión de discusión del caso, se presenten preguntas de esta índole y garantizar que todo lo que los alumnos leen en ese espacio del foro de discusión son exclusivamente participaciones argumentativas que enriquecen el proceso de aprendizaje de contenidos y sus aplicaciones. Si bien el modelo de Harvard contempla que el proceso de evaluación del curso es realizado única y exclusivamente por el profesor, es conveniente definir con claridad cómo será el proceso de evaluación de la discusión dentro del panorama de evaluación general del curso y deberá corresponder al modelo educativo vigente que contempla auto-evaluación y co-evaluación para así no dejarlo en un proceso aislado de co-evaluación, como se efectuó en este caso.

La facilitación de la sesión de discusión puede ser también compartida o complementada con la intervención organizada de profesores tutores, lo cual ofrece la ventaja de que los profesores tutores vayan experimentando la técnica y que el profesor titular no tenga una tarea tan intensa durante la sesión. Es importante que el profesor titular desarrolle las notas de enseñanza (teaching notes) mismas que sean apoyo para que a los tutores les delimite y guíe sobre el curso que debe

tomar la discusión y que el profesor se apoye en los tutores para la sesión de discusión y con ello promover el trabajo colaborativo en la academia.

8. Referencias Bibliográficas

- (1) Barnes, Christensen y Hansen (1994). Teaching and the Case Method. " Suggestions for Seminar Participants" (pp.69-75). Boston. Business School, Massachusetts, U.S.A. Barvard Business School Publishing Division.
- (2) Gragg Charles, (1984) " Because Wisdom can't be told, the case method at Harvard Business School, Massachusetts, U.S.A." Barvard Business School Publishing Division.
- (3) Lawrence Paul, (1953) " The preparation of case material" , " The case method of teaching human relations and administration" . Ed. R. Andrews Cambridge Harvard University Press.
- (4) Ibáñez G., José: Learning by the case Method (N15-86-1136.0) Case Program de la Kennedy School of Government de la Universidad de Harvard.
- (5) Kennedy School of Government. Case Program. Teaching the Case: " How to teach acase" Kennedy School of Government. Case Program.
- (6) Felton, Jr. Edward L. Checklist for effective case method teaching en " Teaching by thecase method" .
- (7) Harvard School. Writing the teaching note en " Writing cases and teaching notes" deHarvard School. Nov. 5, 1998.
- (8) Harvard School. Developing the Teaching guide en " Writing cases and teaching notes" de Harvard School. Nov. 5, 1998.
- (9) Mauffette-Leenders, Leenders, M.,Erskine, J. (2001). Writing Cases. Ivey Publishing, Richard Ivey School of Business, The University of Western Ontario, London Ontario, Canadá.

RECOMENDACIÓN AL MODELO EDUCATIVO ITESM: ARMONÍA

Manuel Tovar González

El modelo educativo del ITESM correspondiente a la misión para el período 1995 – 2005 aparece en algunos documentos con propuestas de armonía y, otras veces, manifiesta desequilibrio. El análisis de las directrices que le dan soporte permite descubrir la causa de esta situación. Se llega así a una recomendación útil que beneficie al personal docente y al alumnado: buscar mayor armonía entre los fundamentos educativos del modelo ITESM para un mejor servicio educativo.

Palabras clave: Modelo educativo. Objetivos educativos. Metodología. Valores. Habilidades. Actitudes.

1. Introducción.

El modelo educativo del ITESM correspondiente a la Misión hacia el 2005 aparece en varias publicaciones oficiales del Instituto resaltando una meta principal: el rediseño. Este modelo que se desea lograr se fundamenta en un análisis realizado sobre una encuesta a sus egresados, una consulta al personal del Instituto y sobre el contexto de la situación actual. Así, se han plasmado unos objetivos, un perfil del profesor y un papel que se espera de los alumnos para lograr un avance significativo y de mayor eficiencia educativa.

Pero, al leer los documentos en que se presenta este modelo educativo o rediseño, saltan a la vista unos puntos concordantes y otros disonantes. Fue preciso, incluso, la aparición de un documento que atajara la polémica suscitada entre los docentes para aclarar y apuntalar el proyecto. Aún así, se encuentran estos resultados:

Resultados y discusión.

A) Hay datos de armonía interna en el modelo.

Se encuentran propuestas con mucha armonía, que manifiestan un modelo educativo coherente y con posibilidades de mucho progreso y buenos resultados para la educación de los alumnos.. Podemos anotar los siguientes:

1. El modelo tiene una válida justificación. Es el resultado de una consulta que refleja una preocupación por formar personas, no sólo profesionistas. Es un avance enriquecedor al horizonte de educación para los alumnos (1).
2. Sus objetivos amplían las perspectivas educativas. De este modo, el ITESM propone un desarrollo amplio del alumno:
 - El desarrollo de habilidades, actitudes y valores, más allá de la simple adquisición de

conocimientos, toma la intuición originaria de las universidades (“universitas”), donde los alumnos se formaban como personas desde una visión amplia donde se preparaban en un estudio universal de la ciencias. Así lo realza la publicación presentada por el ITESM para salir al paso de críticas al rediseño (2).

- Es preciso el aprendizaje de conocimientos relevantes así como las habilidades de la tecnología y profesionalidad actual, buscando el desarrollo del autoaprendizaje (3).
 - Responde a las directrices de la UNESCO donde se enfatiza que la educación es una transmisión renovada en contenidos, métodos, prácticas y medios (4).
 - Se tienen en cuenta tanto los valores universales como los valores emergentes (5).
 - Clarifica con precisión la terminología, definiendo las habilidades como las destrezas útiles para desempeñar una actividad (6).
3. Desarrolla el papel del profesor para que ejerza una docencia más actualizada y eficiente. Y sugiere pistas y elementos útiles para lograrlo:
- Promueve la adaptación a nuevos tiempos con los procesos didácticos convenientes (7).
 - Pide al profesor que supere su intervención sobre un modelo básico de transmisión de conocimientos para que impulse la reflexión independiente y la creatividad, conforme a las directrices de la UNESCO (8), recordando que sigue siendo indispensable aún con el uso de nuevas tecnologías.
 - Observa que el profesor es el eje que marca la dirección como facilitador del autoaprendizaje (9).
 - Subraya que actúa, tanto en la educación presencial como en la educación virtual y a distancia, que debe dar un énfasis al autoaprendizaje, el uso de las nuevas tecnologías y relevancia del conocimiento, de modo que no se contrapongan como opuestas en blanco y negro (10).
 - Tiene en cuenta que el modelo anterior al rediseño resultaba válido cuando el profesor era de calidad. Pero, en la actualidad, para lograrlo, es preciso que el docente se enriquezca en su tarea para ser más efectivo (11).
4. Fortalece el cometido del alumno para superar su postura únicamente receptiva, de modo que consiga mayores resultados que la simple acumulación de información:
- Debe recibir ayuda del docente para aprender por cuenta propia de modo que logre el autoaprendizaje (12).
 - Además, debe añadir su propia autoevaluación a la evaluación del profesor (13).
 - Sus conocimientos serán la suma de los conceptos básicos recibidos del profesor más lo que consiga mediante su dedicación al aprender por cuenta propia (14).
 - El alumno recibe del profesor apoyo y dirección, a la vez que realiza una labor por cuenta propia (15).
5. Se proponen metodologías didácticas más actualizadas que producirán resultados más acordes con las necesidades del contexto social, donde la globalización y los avances tecnológicos exigen nuevas habilidades y herramientas:
- Se promueve el uso de nuevas tecnologías en la práctica docente (16).
 - Se proponen equilibradamente técnicas que orientan la acción del profesor como transmisor de conocimientos y otras nuevas que involucran más la creatividad y participación del alumno (17).
 - El profesor facilita proceso de asimilación de los conceptos básicos a la vez que impulsa al alumno a interactuar con mayor acción (18).
 - Hay conciencia de que las nuevas metodologías no son aplicables a todos los temas o situaciones educativas (19), de modo que la interacción entre alumno y profesor es también requerida en la enseñanza virtual, que no elimina interacción humana (20).

- Se tiene en cuenta que el libro clásico no queda eliminado con la introducción de la plataforma cibernética (21).
- Se añaden elementos de impulso como las *rubrics*, que armonizan la introducción de nuevos elementos didácticos para no dejar obsoleta la acción del docente (22).
- Se estimula el procesado de la información y de los datos audiovisuales que requieren el ejercicio lógico y la síntesis, no la simple recepción pasiva ante los instrumentos (23).

B) Hay datos desequilibrantes al interno del modelo.

Algunas propuestas sobre el un modelo educativo formulan indicaciones desconcertantes. Si se interpretan en un sentido aproximado, pueden admitirse como viables. Pero si se aplican con precisión, desembocan en errores o acciones con efectos colaterales nocivos para el alumno. Podemos anotar las siguientes:

1. La justificación que respalda el nuevo modelo educativo pasa por alto algunos datos que un buen análisis pedirá modificaciones en la apreciación. Es preciso, pues, resaltar la armonía entre el avance del modelo educativo con el aprovechamiento del modelo anterior, como podría ser en estos elementos:
 - La trayectoria de los egresados que requieren el aprendizaje de conocimientos actualizados cuando actúan en su desempeño profesional es un dato real, pero sólo puede lograrse si han recibido los datos relevantes que son el cimiento sobre el que sumen nuevas informaciones (24).
 - Los egresados deben poseer la capacidad de autoaprendizaje sin lugar a dudas. Pero no sólo como estudio, sino también como la apertura a la experiencia que encuentren en sus colegas o directivos: la mayoría de los profesionistas aprenden en la práctica de la experiencia de otras personas, no sólo en procesos de búsqueda de información (25).
 - La demanda de calidad en el desempeño profesional es indudablemente superior a los años anteriores. Pero es conveniente anotar que no sólo es *profesional*, sino también humana, donde los valores y habilidades humanistas van más allá del simple desempeño técnico (26).
2. También los objetivos requieren matices que armonicen el avance con el rescate de soportes válidos desde una óptica de desarrollo equilibrado en el alumno:
 - Las habilidades nuevas que debe aprender el alumno deben añadirse a las básicas. Es muy importante disponer de unas bases seguras antes de introducirse en campos nuevos. De lo contrario, se daría respaldo al método de ensayo-error, que es válido al incursionar en campos muy novedosos, pero es muy ineficiente como proceso educativo de base. Además, recordemos que es bueno lanzarse a navegar, pero sería temerario hacerlo en mar abierta sin un marino experto junto (27).
 - La creación y la innovación es siempre posible cuando se conocer lo existente: es la base para avanzar y evitar inventos... que existen desde hace tiempo (28).
 - Las habilidades que requiere un líder van mucho más allá de las computacionales: habilidades de trato, habilidades para seleccionar información, habilidades para equilibrar el aprovechamiento de los recursos existentes sobre las nuevas ofertas del mercado... Un equilibrio que se logra abriendo los ojos a los nuevos horizontes del progreso y al pasado donde la historia resulta maestra de la vida (29).
 - Conviene lograr la educación de valores entre los alumnos. Pero debe existir un claro concepto de lo que es un valor. En los documentos, se define como *una convicción con base en la cual actuamos preferentemente* (30). Si se aplica esta definición, la violación de jovencitas sería un valor, pues el violador aceptará sin titubeos que tiene la convicción de violar con base a sus preferencias.

- También se define la actitud de un modo aproximado, como *una tendencia estable a actuar* (31). Pero ¿no es más bien una tendencia a reaccionar? Muchas veces nuestra actitud provoca una respuesta interna que no actuamos por motivos válidos, como el irascible se domina a pesar de sentir rechazo ante otra persona. Si se quieren formar actitudes, debe quedar claro qué se quiere educar. Esta imprecisión aparece el mismo documento cuando se afirma que las *actitudes manifiestan valores o ideales, así que no se sabe si una forma de proceder es un valor o una actitud* (32).
3. El papel del profesor puede presentarse más equilibradamente para evitar estas disonancias teniendo en cuenta estos elementos de referencia:
- Su función es desarrollar las habilidades, valores y actitudes además de los conocimientos, no sólo añadir nuevas tecnologías a la práctica docente (34).
 - Es muy válido considerar al profesor como eje del intercambio de información y opiniones entre los alumnos (34). Pero el profesor resulta así el eje de la acción. De otro modo, debería el ITESM establecer una escuela de carácter democrático según propone Kohlberg, pero no sólo en el aula, sino en todo el proceso administrativo y disciplinar (35).
 - La conveniencia de que el profesor sea guía y facilitador es muy recomendable (36). Sin embargo, los buenos profesores (sólo los buenos) también se desempeñaban así anteriormente. Es obvio que los términos son adaptables a realidades de antes y de ahora. Sería mejor hablar hoy de que el profesor necesita pasar de una función restringida a su materia para desarrollar las capacidades de mayor compromiso en el autoaprendizaje y los canales eficientes de búsqueda de información: que sea un mentor.
 - La mayoría de los profesores que seguían el modelo anterior no ponían los medios para que el alumno lograra habilidades para un aprendizaje autónomo (37). Por eso, eso es útil enfatizar que el docente debe ayudarle a dominar los procesos de estudio por cuenta propia (38). Esta propuesta pide que el profesor adquiriera un gran protagonismo en el aula, pero no ya como simple expositor, sino como mentor que dirige al inexperto y le avisa cuáles pasos son más derechos a la meta y cuáles le desvían de ella.
4. El papel del alumno puede quedar más clarificado si se articulan algunos elementos que desemboquen en esta propuesta:
- El profesor es el eje en torno al cual gira la acción del alumno (39). Claro está: el profesor debe hacer que se emancipe cada vez más hasta que alcance su propia órbita. Pero, si somos realistas, esta emancipación completa se logrará sólo cuando el alumno finalice la carrera. Desde luego que el profesor debe conceder mayor autonomía de acción al alumno a medida que avanza en los estudios, de modo que no reprima su emancipación hasta el final de los estudios, sino que la promueve progresivamente.
5. Las metodologías didácticas también deben seleccionarse y armonizarse a la hora de estructurarlas en el programa educativo. Así, el alumno desarrollará equilibradamente todas las habilidades, valores y actitudes que debe alcanzar. Por eso, es oportuno tener en cuenta estos elementos:
- Necesitamos técnicas probadas a la vez que innovadoras. Pero no es fácil aunar ambas características en un solo perfil. Porque las nuevas suelen estar probadas aunque sean usadas: los trabajos de Kohlberg se fundaron en experiencias realizadas durante... cuatro años. El rector del ITESM recuerda que estamos a la cabeza de tecnologías innovadoras (40): ojalá que también sean tecnologías fuertemente probadas y que no queden en desuso en un quinquenio.
 - El proceso de enseñanza y aprendizaje depende de la adquisición de principios y conceptos básicos de una disciplina. Después, las tecnologías de punta abren ventanas hacia nuevos horizontes. Pero un buen método no procede al revés (41).

Conclusiones.

El nuevo modelo educativo en el ITESM presenta muchas riquezas que es preciso equilibrar con los recursos válidos del anterior modelo. Todos sabemos que la cultura avanza sobre los cimientos anteriores. Incluso los grandes cambios se apoyan en un proceso anterior que ha muerto por agotamiento. Aparece así la recomendación de armonía entre los elementos que deben introducirse con los anteriores que conviene mantener.

Los acentos que presenta el nuevo modelo y provocan desequilibrio pueden teorizarse así:

- a) Aumento en el trabajo empírico del alumno en la búsqueda de información. El objetivo buscado es capacitarle como técnico más que como sabio, es decir, desarrollar sus capacidades operativas por encima de las reflexivas, donde encontrar el camino para recibir un dato parece prioritario a la posesión de los principios que dan respuesta a los fenómenos (42).
- b) Emancipación del alumno en su tarea educativa para adquirir experiencia en el aprendizaje por cuenta propia. Esta autonomía corresponde a la tendencia modernista de liberar al individuo de poderes superiores que lo manejen o determinen, con las ventajas de aumentar su libertad y la desventaja de acrecentar su individualismo (43).
- c) Realce del aprendizaje colaborativo desde las capacidades del alumno. Se pretende activar la socialización del esfuerzo que supere el aislamiento del trabajo y aúne capacidades (44).
- d) Impulso al aprendizaje de habilidades mediante herramientas técnicas, sobre todo computacionales y cibernéticas. Persigue así la capacitación del alumno ante un mundo globalizado y tecnificado (45).
- e) Preponderancia del método inductivo. Se estimulan las metodologías que parten del dato inmediato y lleven al descubrimiento de criterios y principios más generales siguiendo la pauta empirista (46).
- f) Promoción de los valores desde una perspectiva subjetiva. A partir una óptica postmodernista y democratizadora, se desea salvar la independencia de cada individuo para actuar según sus personales preferencias evitando, como mal endémico, la imposición de valoraciones externas (47).
- g) Acento del profesor en su papel de supervisor. El eje de la actividad educativa se traslada del educador hacia el alumno, de modo que el protagonismo recaiga en éste a fin de facilitarle la apropiación del proceso y herramientas de autoaprendizaje (48).

Todos estos acentos tienden hacia excelentes metas. Pero conviene armonizarlos con otros elementos básicos que permitan lograr tales objetivos al tiempo que se consiguen muchos otros y den, como resultado, un egresado mejor capacitado como profesionista y como persona.

Podríamos decir que los lineamientos del nuevo modelo educativo ITESM desarrollan unas facetas que serán fructíferas si se apoyan en otras bases que, como cimientos y trampolines, las potencian. Se recomienda así la armonía entre los acentos anotadas y los elementos básicos que equilibran su aplicación:

1. Armonizar el análisis sobre causas, efectos y relaciones a la vez que se desarrolla el empirismo, armonizando así la deducción y la inducción.
2. Atender, en las perspectivas del trabajo colaborativo, más a la suma de individuos aptos que al simple aprendizaje donde se suman capacidades de personas incompetentes o no capacitadas

humanísticamente. Es decir, armonizar el desarrollo individual de cada alumno con el fomento del trabajo en equipo.

3. Promocionar el papel del profesor como guía y punto de referencia así como de alentador hacia la progresiva emancipación del alumno. Es decir, que equilibre la tarea de estímulo a la participación de cada uno al tiempo que modera y encauza esta creatividad desde su experiencia y sabiduría.
4. Estimular la educación verbal y el desarrollo de otras capacidades humanísticas al tiempo que se implementa la educación audiovisual y el uso de nuevas herramientas tecnológicas. Es decir, armonizar tecnologías de razonamiento con tecnologías innovadoras.
5. Presentar los valores universales en armonía con los individuales y nacionales. Es decir, equilibrar la objetividad con la subjetividad.
6. Precisar los conceptos de valor, actitud y autoprendizaje con más finura para orientar debidamente el modelo educativo y alcanzar los resultados deseados en la misión del ITESM. Es decir, armonizar innovación con bases bien fundadas.

Referencias.

1. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*, Monterrey, sin fecha, página 4. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 12.
2. Idem, página 5. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 5.
3. Idem, página 5. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 4.
4. UNESCO, *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción*, Artículo 9, citado en *El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*, Monterrey, sin fecha, página 22. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 4.
5. DIRECTEC, *El Tecnológico de Monterrey ante los nuevos tiempos*, Monterrey, septiembre 1998, página 27. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 5.
6. Vicerretoría Académica, *Rediseño de la educación para los nuevos tiempos*, Monterrey, sin fecha, página 5.
7. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 8.
8. UNESCO, *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción*, Artículo 9, citado en *El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*, Monterrey, sin fecha, página 22.
9. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 14.
10. UNESCO, *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción*, Anexo 2, citado en *El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*, Monterrey, sin fecha, página 23.
11. Vicerretoría Académica, *Rediseño de la educación para los nuevos tiempos*, Monterrey, sin fecha, página 7. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 13.
12. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 8.
13. Idem página 16.
14. DIRECTEC, *El Tecnológico de Monterrey ante los nuevos tiempos*, Monterrey, septiembre 1998, página 37.

15. Vicerretoría Académica, *Rediseño de la educación para los nuevos tiempos*, Monterrey, sin fecha, página 9.
16. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 7.
17. Idem página 11.
18. Idem página 13. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 11.
19. Idem página 14.
20. Idem página 20.
21. DIRECTEC, *El Tecnológico de Monterrey ante los nuevos tiempos*, Monterrey, septiembre 1998, página 35. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 10.
22. Goodrich Andrade, Heidi, *Using rubrics to promote thinking and learning*, en Association for supervision and curriculum development 2000, pp.13-18. DIRECTEC, *El Tecnológico de Monterrey ante los nuevos tiempos*, Monterrey, septiembre 1998, página 37.
23. Vicerretoría Académica, *Rediseño de la educación para los nuevos tiempos*, Monterrey, sin fecha, página 16.
24. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 4.
25. Idem, página 4. Gómez Mont, C. *Los desafíos de la educación superior en el siglo XXI: las tecnologías informáticas inducirán profundos cambios*, en Revista Mexicana de Comunicación, Infolatina, México, 1999 febrero 1.
26. Alamilla de Lozano, C. *El rediseño desde la reflexión educativa*, en Reflexiones, Vicerretoría Académica, 2001, n. 2. Vicerretoría Académica, *Rediseño de la educación para los nuevos tiempos*, Monterrey, sin fecha, página 1. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 5, donde la explicación es sin embargo menos clara que el título dado a este mito 3.
27. Rojas Garcidueñas, Mnauel, *Nueva tecnología ¿nueva educación?*, en Reflexiones, Vicerretoría Académica, 2001, n. 1. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 10.
28. Idem, página 5 y 11.
29. Idem, página 11. López León, S. *El rediseño: respuesta a un mundo globalizado*, en Reflexiones, Vicerretoría Académica, 2001, n. 6.
30. Vicerretoría Académica, *Rediseño de la educación para los nuevos tiempos*, Monterrey, sin fecha, página 5.
31. Idem, página 5.
32. Idem, página 5.
33. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 5.
34. Idem, página 6.
35. Kohlberg, Power y Higgins, *La educación moral según Lawrence Kohlberg*, Gedisa, Barcelona, 1997.
36. Suárez, R, *La educación. Su filosofía. Su psicología. Su método*. Editorial Trillas, México 1996. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 8. UNESCO, *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción, Anexo 2*, citado en *El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*, Monterrey, sin fecha, página 23.
37. Vicerretoría Académica, *Rediseño de la educación para los nuevos tiempos*, Monterrey, sin fecha, página 11.
38. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 4.
39. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, “*El rediseño de la práctica docente en el Sistema Tecnológico de Monterrey*”, Monterrey, sin fecha, página 7.
40. Oblinger, D y Rush, S. Editors. *The learning revolution. The Challenge or information technology in the academy*. Anker Publishings Company, USA, 1997. Rangel, *Mensaje en la apertura de curso*, Universidad Virtual, 5 enero 2001.

41. Fullat, O. *Política de la educación. Politeya-Paideia*. Ediciones CEAC. Barcelona, 1994. Vicerretoría Académica, *Rediseño de la educación para los nuevos tiempos*, Monterrey, sin fecha, página 6. Vicerretoría Académica del Sistema ITESM, *10 mitos sobre el rediseño de los cursos*, Monterrey, sin fecha, página 4.
42. Rojas Garcidueñas, Mnauel, *Nueva tecnología ¿nueva educación?*, en Reflexiones, Vicerretoría Académica, 2001, n. 1.
43. Giroux, H, *Posmodernidad y educación*, CESU, México, 1995, pp. 72-74.
44. Kohlberg, Power y Higgins, *La educación moral según Lawrence Kohlberg*, Gedisa, Barcelona, 1997.
45. López León, S. *El rediseño: respuesta a un mundo globalizado*, en Reflexiones, Vicerretoría Académica, 2001, n. 6.
46. Alamilla de Lozano, C. *El rediseño desde la reflexión educativa*, en Reflexiones, Vicerrectoría académica, 2001, n. 2.
47. Díaz, C. *Educar en valores*, Trillas, México, 2000, pp. 41-70.
48. Vizcaíno Sahagún, C. *Aprendiendo a aprender*, [Soluciones avanzadas, Infolatina] México, 1995, junio 15.

USO DE LA TÉCNICA DE PBL PARA LA MODIFICACION DE ACTITUDES Y HABILIDADES EN LOS ESTUDIANTES DEL CAMPUS CENTRAL DE VERACRUZ: UNA ALTERNATIVA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA MISIÓN

QFB Blanca Eugenia Ramírez Valdez
MC Maria Eloisa Gurruchaga Rodríguez

El presente trabajo presenta los resultados de la aplicación de la técnica de PBL en la enseñanza de la química orgánica en los alumnos del 2° semestre de Bachillerato del sistema ITESM en el Campus Central de Veracruz.

La finalidad de utilizar esta técnica didáctica de PBL es la de modificar los hábitos y actitudes de los alumnos durante la aplicación de los problemas, además de mostrarles lo que debe ser el aprendizaje colaborativo y la vinculación del contenido cognitivo de la materia con el entorno en el que viven.

Palabras clave: PBL, Hábitos, Técnicas Didácticas

1. Introducción

En el sistema educativo mexicano, a partir de la década de los ochenta se está realizando una modernización que ha sido plasmada en cuanto a sus alcances con los planes nacionales de desarrollo, en los que se plantea el fortalecimiento de la investigación, la redefinición de algunos de los servicios y la necesidad de reflexionar sobre los contenidos y métodos educativos, para realizar las transformaciones necesarias para responder a las condiciones del país. [1]

Esto conlleva el cambiar la didáctica tradicional por una didáctica moderna, generalmente hasta el ciclo de secundaria el proceso enseñanza-aprendizaje generalmente se hace bajo condiciones didácticas tradicionales, entre ellas tenemos:

- El alumno es receptor y no protagonista
- El aprendizaje se hace basado en la memoria y no en el razonamiento crítico
- El alumno no es proactivo
- El alumno generalmente conforma trabajos en grupo y no equipos de trabajo, esto es, que se reparte el conocimiento entre el equipo y no que colabora construyéndolo [2]

Esto hace que los alumnos de 1°, 2° y 3er. semestre de bachillerato, generalmente no posean estas habilidades, las cuales son habilidades claves para poder sobrevivir en el mundo global en el que nos encontramos.

Para ayudar a que los alumnos tengan este tipo de habilidades y basándonos en las teorías de Ausubel del aprendizaje significativo se puede utilizar el aprendizaje basado en problemas, casos y proyectos

El método de proyectos no es adecuado para este nivel debido a que necesita que los alumnos ya posean estas habilidades debido a que:

- al participar en el proceso de planeación, deben ser protagonistas y proactivos
- al reconocer su propio entorno personal y cultural, deberán ser críticos
- al decidir que estrategia de estudio utilizar deberán ser proactivos, críticos y protagonistas. [3]

El método de casos permite al alumno desarrollar la habilidad creativa, la capacidad de innovación y representa un recurso para conectar la teoría a la práctica real, generalmente se utiliza para decidir en donde las relaciones humanas juegan un papel importante, por lo que debido al tipo de materia que se da (química, biología) no es tan apropiado. [4]

El método PBL, permite que se pueda llevar el curso en la forma que el profesor siempre lo ha hecho e ir introduciendo gradualmente y de manera constante el cambio en el proceso de enseñanza – aprendizaje, (para que la resistencia al cambio sea menor en esta forma), ya que debido a las condiciones iniciales que se tienen en los alumnos, lo primero es lograr que ellos adquieran habilidades y cambien sus actitudes y modo de pensar, esto es, que pasen a ser protagonistas, proactivos y que su razonamiento empiece a ser crítico. [5]

El objetivo perseguido durante este trabajo es fortalecer los hábitos cognoscitivos, operativos, de comunicación, cooperación y comportamiento mediante la metodología de resolución de problemas. Al promover la investigación en los alumnos de preparatoria así como incrementar el pensamiento lateral.

Considerando que la misión del ITESM, es formar personas con un conjunto de habilidades, actitudes y conocimientos entre las cuales se contemplan las tres que estamos mencionando, para que sean agentes de cambio en nuestra sociedad, se considera que el hecho de introducir una técnica como PBL desde que los alumnos inician la preparatoria, hará más fácil el camino para formar las personas que se desean.

2. Metodología

La metodología de resolución de problemas (PBL) consiste en:

- a) Entregar al estudiante un problema que tenga intrínseco el objetivo de aprendizaje que se quiere lograr.
- b) Aplicación de la técnica de los siete pasos que consta de:
 - i) Clarificar a todos los miembros del equipo los términos desconocidos
 - ii) Definir el problema
 - iii) Analizar el problema: tratar de explicarlo con base al conocimiento que se tiene
 - iv) Sumarizar sus conclusiones
 - v) Formular objetivos de aprendizaje: ¿Qué es lo que aún necesitamos saber sobre el problema?
 - vi) Auto estudio (se hace normalmente fuera de la hora de reunión, se deja tarea)
 - vii) Compartir el conocimiento adquirido. [6]

Metodología aplicada:

Son 58 alumnos, divididos al azar en tres grupos, con dos profesores, uno de ellos el titular de la materia da a dos grupos, se determina otorgar una hora a la semana para sesión de PBL, en la cual se reúnen todos los alumnos que llevan la materia, para resolver el PBL correspondiente a esa semana, el resto del tiempo curricular, la clase se realiza normalmente. El lugar para entregar el PBL se tiene predeterminado, el lugar para realizarlo es elección de cada equipo.

Como el interés es que los alumnos acepten la técnica en forma positiva consideramos dos criterios: los equipos podían ser de cualquier grupo (ellos los deciden) y los resultados obtenidos de PBL no influyen en la calificación de los alumnos más que en forma positiva, esto es: son puntos extras sobre la calificación obtenida por tareas, exposiciones, aportaciones, exámenes, etc.

Se tienen dos etapas de trabajo: la primera: de entrenamiento de PBL, y la segunda: de investigación relacionada con el entorno

Desarrollo de la etapa de entrenamiento:

Se formularon 6 problemas, 3 correspondieron al período del primer parcial, y 3 al período del segundo parcial.

En la primera sesión, se les explica a los alumnos la metodología de PBL mencionada, y se les pide que formen equipos entre sí, sin importar el grupo en el que se encuentran, y se les da a conocer las bases de calificación: respuesta correcta, tiempo de entrega y creatividad (3 puntos es la máxima calificación para cada ítem)

El problema que se les entrega está relacionado con el tema de la semana y se les entrega a los alumnos el día estipulado para trabajo con PBL, con un tiempo calculado de resolución de una hora. Los alumnos resuelven el PBL y lo entregan, se corrige entre los dos profesores y se retroalimenta el resultado a los alumnos.

Desarrollo de la etapa de investigación:

De la convocatoria del IV Simposium de Química Orgánica Rediseñada del ITESM-CEM, se escogen cinco temas centrales y se plantea un conjunto de 4 PBL correspondientes a cada uno de estos temas, los cuales se van entregando uno por semana a los diferentes equipos, el tiempo de resolución cambia de 1 hora al 1 día y se solicita a los equipos que guarden todas sus respuestas; una vez completados los cuatro problemas, se solicita que integren las respuestas en un trabajo final el cual deberá constar de: antecedentes, situación problemática y soluciones; así también se les solicita a los alumnos que realicen una presentación con el resultado de sus investigaciones el cual expondrán ante un jurado que evaluará además de los ítems solicitados en ITESM-CEM, dos propuestos por nosotros, y que integran el formato que se tiene en la figura 1

	En total acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	En total desacuerdo	No aplica
	1	2	3	4	5	6
El expositor comunica sus ideas con eficacia						
El expositor demuestra que investigó suficiente						
En el trabajo se aprecia compromiso hacia el medio ambiente y la comunidad						
En el trabajo se promueve el respeto a la naturaleza y al ser humano						
El tema es relevante por la divulgación del contenido						
El tema ofrece soluciones concretas a problemas ambientales y sociales						
El trabajo rebasa la frontera de lo convencional						
La forma de presentación del trabajo es novedosa						
El expositor y/o equipo, responde acertadamente las preguntas						

Figura 1. Formato de evaluación realizada durante la exposición de los resultados de la investigación con PBL

De la evaluación resultante y de la evaluación de contenido realizada por los profesores se escogen dos trabajos que representan al campus en el Simposium de química orgánica rediseñada, mencionado anteriormente.

Herramientas utilizadas:

Para conocer el impacto de la técnica en los alumnos se utilizaron dos encuestas:

- a) Primera encuesta:
Consistió en un conjunto de preguntas en las cuales se hace énfasis en el agrado o desagrado de la nueva técnica de enseñanza, y en el desenvolvimiento del profesor durante la aplicación
- b) Segunda encuesta:
Se basó en una conjunción de dos instrumentos de evaluación,
 - i) Lista de cotejo orientada a detectar hábitos de estudio y trabajo intelectual, que fue desarrollado para el Curso de Orientación Universitaria Experimental [7]
 - ii) Cuestionario de observación [8]

Se presenta a los alumnos como una sola encuesta.

CONSIDERAS QUE LA TÉCNICA DE PBL, TE AYUDA EN:

	SÍ	NO	DUDOSO
Hábito cognoscitivo			
Conocer el vocabulario específico			
Apreciar los procesos y tendencias			
Utilizar las ideas adquiridas			
Usar clasificaciones y categorías			
Traducir a otras formas de lenguaje el material que se le facilita			
Concluir de acuerdo con los datos			
Organizar y reorganizar el material encontrado			
Aplicar las teorías y métodos a situaciones particulares y concretas			
Hábito operacional			
Distinguir lo principal de lo accesorio o secundario			
Distinguir los hechos de las hipótesis y opiniones			
Generalizar mejor			
Afirmar con documentación y/o pruebas			
Afirmar atendiendo a teorías previas			
Usar bien los distintos tipos de lenguaje			
Técnicas de trabajo intelectual			
Leer con frecuencia			
Estudiar			
Observar atentamente			
Hacer anotaciones y ordenarlas			
Expresar oralmente los conceptos			
Resumir y / o ampliar los datos			
Recoger datos e informaciones			
Utilizar material auxiliar			
Utilizar libros de referencia o consulta			
Hábitos de cooperación			
Participar activamente en los trabajos de grupo			
Adaptarte a las reglas de trabajos en grupo			
Ser constante en la colaboración			
Actitudes comunicativas			
Comunicar ideas y opiniones a los compañeros			
Incrementar la capacidad de atender las opiniones e ideas de otros compañeros			
Apertura y simpatía			
Incrementar tu seguridad en el trato con los compañeros			
Incrementar tu optimismo y buen humor			
Reciprocidad e ínter ayuda			
Incrementar tu capacidad de aceptar opiniones que compartes parcialmente			
Respecto al código de comportamiento			
Incrementar la frecuencia de iniciar discusiones y acciones			
Incrementar tu capacidad de tomar decisiones en situaciones complejas			
Incrementar tu comportamiento crítico eficaz.			

Figura 2. Encuesta utilizada de la conjunción de instrumentos para evaluar hábitos y actitudes

3. Resultados y discusión

	Sí	no	dudoso
Hábitos cognoscitivos	75.60%	14.29%	10.12%
Hábitos operacionales	65.87%	25.40%	8.73%
Técnicas de trabajo intelectual	72.49%	15.34%	12.17%
Hábitos de cooperación	66.67%	23.81%	9.52%
Actitudes comunicativas	76.19%	14.29%	9.52%
Apertura y simpatía	54.76%	26.19%	19.05%
Reciprocidad e ínter ayuda	76.19%	4.76%	19.05%
Respecto al código de comportamiento	71.43%	22.22%	6.35%
Promedios	69.90%	18.29%	11.81%

Figura 3. Resultados obtenidos de las encuestas aplicadas acerca de la ayuda que otorga el PBL en la generación de hábitos y actitudes

ITEM	Maestro 1		Maestro 2		Total	
	Sí	no	Sí	no	Sí	no
1 Experiencia previa con PBL	20	18	9	11	50.00%	50.00%
11 Tiempo dedicado proporcional al aprendizaje	29	9	15	5	75.86%	24.14%
12 Trabajo equitativo entre integrantes	23	15	5	15	48.28%	51.72%
13 Trabajo en equipo ayuda a solucionar el problema	30	8	14	4	78.57%	21.43%
14 Es mejor aprender por PBL que con exposiciones	12	24	6	14	32.14%	67.86%
15 Es más atractivo aprender por PBL que con exposiciones	15	20	14	10	49.15%	50.85%
16 La evaluación refleja el aprendizaje	32	6	10	10	72.41%	27.59%
17 Hay reflexión en le aprendizaje cuando te dan a conocer la respuesta	36	2	12	6	85.71%	14.29%

Figura 4. Resultados sobre la aceptación de la técnica PBL

ITEM	Maestro 1							Maestro 2							Media	Desviación estándar
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		
3 Los problemas fueron atractivos	5	15	7	10	1	0	0	1	4	3	5	5	1	0	2.982	1.27
4 Los problemas motivaron la capacidad de análisis	11	15	7	4	1	0	0	2	6	3	5	5	1	1	2.621	1.45
5 Los problemas fomentaron la creatividad	13	16	6	2	0	1	0	3	4	3	2	2	7	0	2.638	1.67
6 Los problemas lograron que el aprendizaje fuera significativo	14	9	10	2	3	0	0	4	4	3	4	4	4	1	2.707	1.69
7 Los problemas fomentaron la competencia entre equipos	18	10	4	3	0	2	1	8	4	0	2	2	1	2	2.397	1.81

Figura 5. Resultados sobre el contenido y la función de los problemas propuestos

Como dice R. De Gasperín en su artículo “La persona en las nuevas plataformas de aprendizaje”: “ Es importante recordar que el maestro no es ni un artista ni un autor que pueda poner su ideal y su gloria en la originalidad de su obra, sino un asistente cuya actitud fundamental debería ser de humildad y de servicio, siempre atento a despertar y no suplantar la natural perspicacia de cada alumno. Porque puede suceder incluso que, para talentos particularmente dotados, la pretensión intemperante de enseñarles resultara u auxilio innecesario” [9]. Debido a lo cual, el aprendizaje con PBL, amortigua el efecto del maestro sobre el alumno, esto es corroborado con las conclusiones obtenidas.

1. Los alumnos reconocen la ayuda de la técnica de PBL en el incremento de hábitos cognoscitivos, operacionales, técnicas de trabajo intelectual, en reciprocidad y en actitudes comunicativas
2. Independientemente del atractivo de los problemas planteados, no hay una preferencia de los alumnos hacia el aprendizaje con PBL
3. Se considera que la inversión de tiempo para el aprendizaje es proporcional a éste y que se ve reflejado en la calificación obtenida al final del curso
4. La reflexión posterior al proceso realmente generó un aprendizaje en los alumnos (Reflexión en la Acción)
5. El 70% de los alumnos prefieren las clases tradicionales
6. Los trabajos de investigación realizados por los alumnos los llevan a participar en el Simposium de Química Orgánica Rediseñada, lo cual hace que se cumpla el objetivo de promover la investigación
7. Los alumnos reconocen que el trabajo en equipo los ayuda a encontrar la solución, sin embargo no logran trabajar de manera equitativa

4. Conclusiones

El trabajo realizado refuerza el concepto de que el PBL realmente ayuda en el cambio de actitudes y adquisición de habilidades, así también indica que hay mucho trabajo que realizar como docentes para vencer el pensamiento vertical y las actitudes adquiridas durante el proceso enseñanza-aprendizaje anterior al ingreso al ITESM de los alumnos y

El hecho de que trabajen en equipo pero este trabajo no sea equitativo, parece indicar la necesidad de que la práctica docente con PBL se refuerce con la técnica de aprendizaje colaborativo.

5. Referencias.

- [1] Secretaría de la Presidencia, Poder Ejecutivo Federal, *Plan Nacional de desarrollo 1989-1994*, México
- [2] CONALEP, *Curso Introductorio de Formación Docente*, México
- [3] Sistema Tecnológico de Monterrey, *Método de proyectos*, ITESM, México, 1999
- [4] Sistema Tecnológico de Monterrey, *El estudio de casos*, ITESM, México, 1999
- [5] Sistema Tecnológico de Monterrey, *El aprendizaje basado en problemas*, ITESM, México, 1999
- [6] Material curso PBL, Facultad de Psicología, Universidad de Maastrich, Holanda, 2000
- [7] CONALEP, *Programa de formación pedagógica para la ciencia y tecnología*, Módulo 2, Unidades 9 y 10, México 1997
- [8] CONALEP, *Programa de formación pedagógica para la ciencia y tecnología*, Módulo 2, Unidades 9 y 10, México 1997
- [9] DE GASPERIN, Rafael; La persona en las nuevas plataformas de aprendizaje, *Revista Educación* 2001, pg 33, México, Nov 2000

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES PARA EL TRABAJO Y APRENDIZAJE COLABORATIVO (TIC-TAC).

Rodrigo Regalado García, Guillermo Alfonso Parra Rodríguez, Kristel Barjau Pérez, Dolores Galicia Iglesias

*Centro de Investigación en Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información
CITTI, ITESM Campus Ciudad de México*

En el presente documento se describe el programa Tecnologías de Información y Comunicaciones para el Trabajo y Aprendizaje Colaborativo, **TIC-TAC**, iniciativa del Centro de Investigación en Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CITTI) del ITESM, Campus Ciudad de México. Este proyecto surge 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. Para realizar la propuesta, se analizó la experiencia de otros programas similares desarrollados en América Latina. El modelo del proyecto está fundamentado en un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en Tecnologías de Información, dirigido principalmente a estudiantes mexicanos de escasos recursos económicos que cursan la educación básica. Para su desarrollo e implantación, **TIC-TAC** está compuesto por tres áreas: pedagogía, desarrollo de software 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 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, se fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y la comunicación entre alumnos y profesores^[1]. Este software se desarrolló en Java y se eligió como sistema operativo a Linux. De esta forma se alcanzan las necesidades tecnológicas y económicas que el proyecto requiere. Se ha contemplado a la escuela primaria pública Teófilo Álvarez Borboa, localizada en la Delegación Tlalpan, México D.F. para la prueba piloto de **TIC-TAC**. En su etapa de implantación se impartirán cursos de capacitación a profesores y alumnos de la mencionada escuela. La metodología de acción, así como, los resultados de esta implantación serán expuestos con el fin de presentar las metas, logros y dimensiones del proyecto.

2. INTRODUCCION

“Un nuevo espectro recorre el mundo: las nuevas tecnologías. A su conjuro ambivalente se concitan los temores y se alumbran las esperanzas de nuestras sociedades en crisis. Se debate su contenido específico y se desconocen en buena medida sus efectos, pero apenas nadie pone en duda su importancia histórica y el cambio cualitativo que introducen en nuestro modo de producir, de gestionar, de consumir y de morir.”^[2]

Al inicio de un nuevo siglo, la sociedad se encuentra abocada a enfrentar la necesidad de asimilar las nuevas tecnologías que están contribuyendo radicalmente a cambiar las formas de trabajo, de relación entre personas y de preparación para su incorporación al mundo laboral. Una evidencia de lo anterior radica en la frecuente necesidad de los trabajadores calificados de actualizar continuamente sus conocimientos, para así poder adaptarse a la frenética evolución de los nuevos medios de producción^[3]. En consecuencia, el sistema educativo y la educación en general, afrontan múltiples retos. Uno de ellos es adaptarse y dar respuesta a los profundos cambios sociales, económicos y culturales que se prevén en la evolución natural de la sociedad de la información. En países como México, el escenario puede ser aún más complejo, pues se requiere de una transformación en la metodología de enseñanza-aprendizaje. Esta transformación es necesaria debido a fenómenos como: el aumento en el número de personas en edad de acceder a los servicios educativos, la imposibilidad de las mismas para desplazarse hasta los centros de formación por diversas razones como lo son la dispersión poblacional, el aislamiento, la marginación extrema, entre otros^[4]. Es por eso que el método de enseñanza-aprendizaje debe convertirse en un modelo abierto, dinámico y flexible para satisfacer la demanda formativa. Como lo indica Castillejo, el progreso de una nación se basa en el nivel educativo de su población^[5].

Con el propósito de poder proponer un método que satisfaga las características mencionadas anteriormente, se hace necesario considerar la evolución, que ya se está dando, de la enseñanza tradicional hacia un modelo de enseñanza constructivista. En la enseñanza tradicional, el aprendizaje es visto como la transferencia de pensamientos de una persona con conocimientos hacia una que no los tiene. Asimismo, las habilidades de los estudiantes para memorizar y repetir conceptos en el momento en el que se les pide comprende la valoración de su desempeño. En cambio, 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 [6]. Un elemento definitorio de los ambientes de aprendizaje constructivista es la especificación y uso de auténticas y complejas actividades durante el proceso de aprendizaje [7]. Los estudiantes, mientras trabajan en situaciones del mundo real, se ven forzados a aprender, desarrollar y aplicar las habilidades necesarias para resolver los problemas, adquiriéndolas, en parte, por ellos mismos. De esta forma, es difícil que se convierta en un sujeto pasivo del aprendizaje. 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 supone utilizar 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. Una de las nuevas tecnologías, que contribuye en la transformación, es obviamente Internet. El acceso diario a información actualizada y al alcance de un número elevado de personas que interactúan entre sí, incentiva los procesos asociados a este modelo.

Esta metodología de aprendizaje, como otras que se han dado a través del tiempo, ofrece un sinnúmero de oportunidades para el desarrollo de los educandos. Sin embargo, para implantarla se requiere de recursos tecnológicos y económicos relativamente costosos, lo cual se convierte en una seria limitante para las personas o entidades, que por alguna razón geográfica, política o social no pueden permitirse el acceso a estos costosos recursos. Un estudio publicado por un diario colombiano[8], revela que México ocupa el cuarto lugar en penetración de Internet entre los países de América Latina después de Brasil, Argentina y Colombia, pero esta incursión es restrictiva a las ciudades densamente pobladas y personas con altos y medios ingresos. Esto evidencia una exclusión de las comunidades rurales, provincias y gente con escasos recursos económicos.

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 denominado Tecnologías de la Información y de Comunicaciones en el Trabajo y Aprendizaje Colaborativo (TIC-TAC). El propósito de TIC-TAC es el de contribuir al desarrollo educativo y tecnológico de la comunidad.

TIC-TAC propone un modelo de enseñanza-aprendizaje, a través de la creación de un programa educativo, mediante el uso de herramientas disponibles en el universo del software libre. Éstas herramientas incluyen programas en Java, el cual es un lenguaje versátil y compatible con varias arquitecturas; así como el uso intensivo del sistema operativo Linux, destacándose este, por plantear ventajas notables sobre los sistemas operativos comerciales. 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, es posible 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; aumentando así 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.

En el presente documento se plantean los lineamientos que han conducido al gradual desarrollo de **TIC-TAC**, fundamentándose el mismo en un análisis pedagógico que permite conocer las necesidades educativas infantiles. Posteriormente se presenta una revisión del software desarrollado y del hardware utilizado, y de su adaptación a las necesidades del proyecto. Finalmente, se exponen los resultados obtenidos tras la primera fase de implantación del mismo.

3. Objetivos del programa

El objetivo de **TIC-TAC** es efectuar una contribución al desarrollo de un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje el cual incorpore las nuevas tecnologías de información y de las 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

La tendencia mundial en el uso de tecnologías de la información para fines educativos ha aumentado en los últimos años. Dentro de este desarrollo, 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 [9]. 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 [10], 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. Se utiliza Claris Home Page 3.0 y el Flash 4.0 como plataforma tecnológica.

En América Latina, se puede señalar a Colombia, país que cuenta con un programa denominado Ludomática¹¹ 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 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 dirigida a Telesecundarias, Secundarias Técnicas, Centros de Maestros y Universidades Tecnológicas principalmente, todo esto con el sustento de prestigiadas instituciones dedicadas a la investigación. Cabe destacar que en los inicios de Red Escolar se empleó Windows como sistema operativo, en la que se requería un servidor que conectara una LAN. El costo estimado ascendía a aproximadamente de \$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 [¹²]. La diferencia principal del proyecto TIC-TAC, con la 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.

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* [¹³], que va dirigido a la creación de nuevas formas de enseñanza a distancia, fundamentalmente para la formación básica de educandos, así como 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 al que se instauran. En esta vertiente, el programa **TIC-TAC**, cumple con esta función, ya que está ideado especialmente para niños mexicanos por mexicanos, lo cual permite hacer énfasis en valores e ideales culturales y sociales particulares a 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 [14]. 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 de enseñar a pensar y por lo tanto, de sentar las bases para aprender a aprender [15].

En la realización del proyecto **TIC-TAC** se pretende emplear el Programa de Estimulación de la Inteligencia sugerido en el programa PIENSO [16], 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, estaría 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.

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.

5.2.1 Elección de Lenguaje de programación

En general, al iniciar un proyecto de desarrollo de software, se debe conocer en qué tipo de computadora se van a ejecutar las aplicaciones, pues un archivo ejecutable para PC, no podrá ser utilizado en una computadora Sun y viceversa. Sin embargo, esta limitante ha motivado a algunos programadores a concebir un lenguaje portable: Java. Las aplicaciones escritas en Java pueden ejecutarse en una gran variedad de arquitecturas computacionales pues se trata de un lenguaje multiplataforma. Esto quiere decir que su compilador genera un código de tipo Java (*bytecodes*) que posteriormente es interpretado por una máquina virtual. Ésta es la responsable de adecuar el código a una arquitectura en particular, a diferencia de otros lenguajes en los que el programador debe modificar el código en función de la plataforma en la que éste se vaya a ejecutar. Así, los programas en Java pueden ser ejecutados en una PC, en una estación Sun Sparc, Macintosh, Alpha, Silicon Graphics etc. Es igualmente independiente del sistema operativo, pudiendo este ser Windows, Unix, Linux, entre otros.

Adicionalmente, Java ofrece las ventajas que en general ofrecen los lenguajes de programación orientados a objetos. Entre éstas se encuentran: 1) Una representación abstracta de un fenómeno que existe o sucede en el mundo real, que resulta más intuitiva a la percepción que el ser humano tiene de su entorno; 2) facilidad para mantener el código ordenado, pues éste se concibe como un conjunto de módulos (clases) con sus atributos y métodos propios, y 3) como resultado de lo anterior, la posibilidad de aumentar de manera sencilla la funcionalidad de éste.

5.2.2 Elección de sistema operativo

Hace 50 años surgió la primera computadora. Ocupaba un cuarto muy grande y consumía cantidades importantes de corriente eléctrica. Más tarde, con la llegada del transistor, salieron las primeras computadoras personales. Desde entonces, los avances tecnológicos han ido reduciendo su tamaño, al mismo tiempo que han ido incrementando sus capacidades de cómputo. La ley de Moore establece que la complejidad micro-electrónica (y por lo tanto la potencia de cálculo) de los microprocesadores utilizados en las computadoras se duplica cada 2 años [17]. De esta forma, en tan sólo 10 años, las computadoras PC' s comerciales han evolucionado por ejemplo de arquitecturas i386 a la actual Pentium IV. Esto en principio pareciera mostrar avances tecnológicos positivos. Sin embargo, no siempre los avances tecnológicos obedecen a las necesidades reales de la población. Jim Young, Gerente de Información (CIO) de Spectra Care Inc afirmó que el procesador Pentium III está diseñado para usuarios que demandan alta calidad en gráficos y juegos de video, pero no para los usuarios promedio en las empresas [18]. Sin embargo, la mercadotecnia de Intel (y la alianza tácita con los desarrolladores de nuevas aplicaciones de software) incita a la gente a contar con lo último en tecnología y no solamente lo que necesita.

Por otro lado, con el acelerado desarrollo de las computadoras personales se inició de manera paralela un desarrollo en sistemas operativos. Los sistemas operativos pueden ser clasificados de acuerdo a la cantidad de usuarios que pueden manejar, así como en base a su nivel de sofisticación [19]. Hace 10 años surgió MS-DOS junto con OS/2. Sin embargo, MS-DOS tuvo una mayor penetración y más tarde apareció Windows 3.1. Desde entonces y hasta la fecha, Microsoft ha lanzado al mercado Windows 95, Windows 98, Windows 2000, NT y ahora Windows XP, los cuales pretenden ser más amigables con los usuarios. Cabe mencionar que Windows 95/98 es un sistema operativo exclusivo para computadoras PC y que sólo puede manejar un sólo usuario a la vez y su nivel de sofisticación es bajo. Sin embargo, el 90% de las computadoras en todo el mundo utilizan estos sistemas operativos desarrollados por Microsoft, lo cual ha generado en la práctica una situación de monopolio. Aunado a esto, se aprecia un fenómeno económico-social, ya que la mayor parte de la población de los países sudamericanos no cuentan con recursos suficientes para adquirir con la periodicidad requerida las licencias de estos programas, ni el hardware necesario, pues cabe mencionar que sus requerimientos son elevados. De esta manera, las empresas productoras de tecnologías de información están generando dependencias en la población para que adquieran los productos más recientes, tal y como sucede con los modelos de computadoras, aumentando así la brecha tecnológica de los países con escasos recursos.

El programa **TIC-TAC** plantea el uso de Linux como alternativa de sistema operativo debido a sus bajos requerimientos de hardware; así como a su versatilidad. Linux es una poderosa versión de UNIX que se ha desarrollado para diferentes arquitecturas que incluyen computadoras PC' s, Macintosh, Sparc y Alpha, entre otras. Una computadora con Linux es capaz de dar servicio a varios usuarios de manera simultánea. Además, Linux sigue la filosofía de software libre, lo cual, entre otras cosas significa que no se debe pagar licencia alguna por su utilización y que se puede instalar en tantas computadoras como se desee. Esto, evidentemente, genera una alternativa importante para no utilizar software de Microsoft y de esta manera no contribuir con su monopolio.

Otra característica importante de este sistema operativo es la seguridad en la información. A diferencia de Windows, no existen virus informáticos importantes que afecten a una computadora con Linux, debido a que los usuarios no tienen acceso al núcleo básico del sistema y por ende, no lo pueden alterar. Por otro lado, éstos tienen la capacidad de proteger de manera individual sus archivos y ninguno de ellos tiene acceso a alterar los archivos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema, excepto el superusuario (root). Se afirma que los creadores de los virus informáticos son motivados por el hecho de observar cómo sus programas se propagan. Esto es muy difícil de lograr en una computadora con Linux, por lo que no resulta ser tan atractivo para ellos [20].

Una razón de peso en la elección de este sistema operativo es la utilización de menos recursos computacionales que otros sistemas operativos. Por ejemplo, cuando Linux inicializa el sistema, únicamente carga a la memoria RAM las aplicaciones que se utilizarán en la sesión y no todas las aplicaciones instaladas, como se hace por ejemplo en Windows 95/98 [21]. Además, Linux utiliza una partición especial únicamente para el manejo de la memoria virtual, lo cual reduce la cantidad de información fragmentada contenida en el disco.

5.3 Capacitación de profesores y alumnos

Una vez instalada la red de computadoras en la escuela primaria, se debe proporcionar capacitación a los profesores para que aprendan no solamente a utilizar el equipo, sino también a administrarlo. Una de las metas del proyecto **TIC-TAC** es evitar la necesidad de mantenimiento del equipo por parte de personas ajenas a la escuela primaria. También, se debe capacitar a los alumnos en el uso correcto del equipo de cómputo para así prolongar su vida útil.

6. Resultados

6.1.1 Cableado Telefónico para la conexión a Internet

En el verano del año 2000, se tendió un cableado telefónico completo en la escuela primaria Teófilo Álvarez Borboa ubicada en la Delegación Tlalpan de la Ciudad de México, para poder conectar a esta escuela con Internet. Se utilizó un cable telefónico para exteriores calibre 18 de 60 metros para conectar la dirección de la escuela con un salón de usos múltiples asignado al proyecto.

6.1.2 Acondicionamiento físico de una sala de cómputo

Esta escuela primaria cuenta con un salón de 80 m² destinado para usos múltiples. De esta extensión, la dirección destinó 40 m² para la instalación del área de cómputo. En este espacio, se hizo la planeación de la ubicación de las computadoras y se acondicionaron 4 mesas para contener a 2 computadoras cada una de ellas.

6.1.3 Curso básico de computación

Antes de la implantación del proyecto en la escuela primaria mencionada, se diseñó un curso básico de computación para atender a la población escolar que así lo necesitaba. Se seleccionó un grupo de 28 alumnos que cumplieran con el siguiente perfil: Proveniente de una familia de escasos recursos, poco o ningún contacto previo con equipos de cómputo y una disciplina aceptable. Se les impartió un curso de 10 horas en donde se incluyeron prácticas con software comercial como Paint y Power Point. Además, se les dio una introducción a Internet explicándoles a grandes rasgos cómo se interconecta el mundo a través de esta red.

6.2 Descripción del programa

En la pantalla principal aparece el personaje de un *chile* quien da la bienvenida al niño y le explica cómo navegar en el software (figura 1). Presionando el botón de *avanzar* se despliega el menú principal con las opciones de las áreas descritas anteriormente. Cada icono presenta un submenú con sus respectivos juegos, los cuales a su vez incluyen diferentes niveles de dificultad de acuerdo con el grado y la capacidad psicomotora del niño, lo cual por lo general concuerda con su grado de estudios. 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.



Figura 1. Pantalla de inicio del programa

Figura 2. Implantación del software

De esta forma, 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 (figura 2); 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.

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 con tan solo 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.

Por otro lado, se eligió a Java como lenguaje de programación debido a su portabilidad a varias arquitecturas y por su estructura, ya que adquiere las ventajas de la programación orientada a objetos. A su vez se planteó el uso del sistema operativo Linux, plataforma que ofrece un elevado nivel de sofisticación, seguridad y manejo de usuarios manteniendo un equilibrio con la interfase hombre-máquina. Además, Linux es una herramienta de software libre, lo cual implica que no se debe hacerse un gasto excesivo en licencias, contrario a lo que se presenta con otros sistemas que no cumplen con las necesidades del proyecto. La utilización de la plataforma Linux reduce los costos y por lo tanto lo convierte en un proyecto de bajo costo, lo cual facilita la accesibilidad a las instituciones y a personas con bajos recursos económicos.

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.

Agradecimientos

En la realización de este proyecto, los autores agradecen la valiosa colaboración de la Dra. Mónica López Granados, coordinadora de investigación del Centro de Innovación Educativa quien ha aportado valiosas ideas y contribuido en el diseño de los ejercicios mencionados. Igualmente, los autores agradecen al Fondo de Investigación del I.T.E.S.M., Campus Ciudad de México quien ha financiado estos desarrollos.

¹ Castillejo, Colom. Tecnología y Educación (España: Ediciones CEAC, 1996).

² Castell, M, El desafío tecnológico: España y las nuevas tecnologías (Madrid: Alianza Editorial, 1986)

³ Duffy, T and Jonassen, D. Constructivism and the Technology of instruction (New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1990)

⁴ www.inegi.com.mx

⁵ Castillejo, Colom. Tecnología y Educación (España: Ediciones CEAC, 1996).

⁶ Fisher, Dwyer & Yocam. Education and Technology (San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1992)

⁷ Fishman, BJ and Honebein. Constructivism and the design of learning environments: Context and authentic activities for learning. (NATO Advanced Workshop on the design of Constructivism Learning, 1991)

⁸ El tiempo, 5C, Lunes 20 de diciembre de 1999

⁹ http://www.cnice.mecd.es/Aldea_Digital/aldea.html

¹⁰ <http://www.grimm.ub.es>

¹¹ <http://lidie.uniandes.edu.co/ludomatica/principalesp.html>

¹² <http://beta.semarnap.gob.mx/informarte/revista/archivo/redesc.shtml>

¹³ UNESCO, Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en el Desarrollo de la Educación, la Ciencia y la Cultura, Paris, 2001.

¹⁴ Distance Learning Technology; Elington, Percival and Race, British Library Cataloguing in Publication Data, USA, 1996.

¹⁵ Yuste, Errisúriz y Ruíz. PIENSO: Programa de Estimulación de la Inteligencia (México: Editorial Trillas, 1998)

¹⁶ Ibid

¹⁷ Turban Efraim, Kelley Rainer & E. Potter Richard, Introduction to Information Technology, John Wiley & Sons, Inc, 2001.

¹⁸ Ibid

¹⁹ Ibidem

²⁰ http://www.claws-and-paws.com/virus/articles/linux_viruses.shtml

²¹ Parker Tim, Linux Unleashed, Sams Pub, 1998

Televisión instruccional y Competencias para la Vida en tres telesecundarias del sur de Nuevo León¹

Guadalupe Villarreal, María José Pineda, Susana Canales, Ninfa Ferreira

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. A partir de marzo de 1993, la escolaridad obligatoria se extiende a nueve grados en México y la secundaria se ubica 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). 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. Las telesecundarias tienen los mismos objetivos educativos y ofrecen el mismo currículum que las escuelas tradicionales pero difieren en su operación, en su organización y en los recursos didácticos que utilizan. También se diferencian de otras modalidades educativas al vincularse con la comunidad a través de actividades productivas, socioculturales, deportivas y de desarrollo comunitario (SEP, 1999). 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 los promedios en los exámenes de Competencias para la Vida en telesecundaria son bajos pero similares a los de la secundaria general.

1. 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.

Es posible identificar, a la par de los logros del sistema educativo mexicano, un rezago e inequidad muy grandes. Existen aún rezagos significativos. 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.

¹ Este trabajo se basa en la investigación “Evaluación Diagnóstica de las telesecundarias en el sur de Nuevo León, proyecto auspiciado por CONACYT-SIREYES y por la División de Ciencias y Humanidades del Campus Monterrey del ITESM. El equipo de investigadoras está formado por María José Pineda, Susana Canales, Ninfa Ferreira y Guadalupe Villarreal.

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 km², con una densidad de 6.3 habitantes por km². 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 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, que 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.

2. Revisión de la literatura

Educación a distancia: De acuerdo con Moore (1996) podría definirse la educación a distancia como el aprendizaje planificado que normalmente ocurre en un lugar diferente al que se enseña, el cual requiere de técnicas especiales de diseño e instrucción curricular, así como métodos especiales de comunicación, vía tecnologías electrónicas o de otro tipo. Siendo necesarios arreglos organizacionales y administrativos especiales.

Dentro del ámbito de la Secretaría de Educación Pública, la educación a distancia se ha definido como la transmisión de conocimientos por conducto de los medios de comunicación y la informática en sus diversas combinaciones. Con este servicio se busca ofrecer opciones educativas más flexibles en tiempo y espacio, que a su vez garanticen la calidad de los contenidos (SEP, 1996-1997 p. 140).

Diferentes medios para la educación a distancia: Según Bates (1997), a nivel mundial, de los diversos medios que se utilizan en la educación a distancia, la televisión es el medio con mayor potencial para la enseñanza; sin embargo, es uno de los que menos se utiliza. De los medios disponibles para el aprendizaje, la televisión es el menos entendido y apreciado entre profesores y alumnos. En contraste, es el más socorrido por los diseñadores de políticas educativas. De acuerdo con Rockman y Burke (1989), la efectividad de la televisión como herramienta instruccional es un hecho aceptado y se ha verificado su efectividad ampliamente. La televisión educativa contempla formas tales como la transmisión, televisión interactiva, instrucción con videos y tutores y la videoconferencia. Como medio instruccional es posible su utilización con una o dos direcciones (comunicación de una vía y de dos vías). Los estilos de producción van desde conferencias retransmitidas, documentales, estudio de casos y audiovisuales, por mencionar algunos. Esta modalidad hace uso de diversas tecnologías: satélite, transmisión terrestre, cable y videocasetes (Bates, 1997).

Televisión instruccional: Las características funcionales de la televisión son primordialmente el realismo o fidelidad, el acceso masivo, la habilidad de tener un referente, y en algunos casos la proximidad. Los productores de televisión tienen la intención de hacer que las personas, lugares, objetos y eventos parezcan más reales ante el espectador. Cada una de estas características se utiliza en la televisión para propósitos educativos. Ahora bien, en cuanto a los sistemas de transmisión, puede decirse que son la televisión comercial, la satelital, la de circuito cerrado, por cable y microondas principalmente. Los diversos medios de enviar el mensaje difieren en términos del tamaño de la población a la que se desea llegar. La televisión comercial por lo general se produce para un público grande por parte de las cadenas televisoras y, a excepción de la televisión por cable o por repetición por microondas puede recibirse gratis. Por otra parte, la comunicación satelital, tiene la capacidad de distribuir la señal televisiva por casi todo el mundo. La televisión de circuito cerrado se produce para públicos limitados y para propósitos educativos específicos. En cuanto a los medios de almacenamiento, en la actualidad, la mayoría de los programas se graban en videocasetes que permiten un gran número de repeticiones. Sin embargo, su uso excesivo puede deteriorarlos.

Respecto a las funciones de comunicación, desde el punto de vista instruccional, el factor más importante en el desarrollo de estas tecnologías es el impacto que tiene el medio en los espectadores. Los términos que se relacionan con las funciones de comunicación incluyen a la televisión instruccional, la televisión comercial, el aprendizaje incidental y el aprendizaje intencional. En la actualidad, la programación de televisión instruccional se transmite vía satélite la mayor parte del tiempo a escuelas.

La principal diferencia entre la televisión comercial y la televisión educativa es la noción de intencionalidad. Con la televisión educativa, los efectos intencionales se logran a través de la intervención explícita para lograr los objetivos educativos. Mientras que los efectos intencionales, resultan casi siempre de los programas de entretenimiento. Para los propósitos de este estudio, el énfasis se hará en el uso de televisión educativa o instruccional.

Jonassen (1996) define a la televisión instruccional como la programación que tiene como propósito principal el logro de objetivos instruccionales específicos por parte de los alumnos en ambientes escolares. En la práctica, la televisión educativa que consiste en la programación pública o comercial dirigida a grandes públicos en un área geográfica grande, con el propósito explícito de proveer instrucción en un área temática (p.363).

Diversos investigadores (Gómez, 1986; Hatt, 1982; Neuman, 1991; Reinking y Wu, 1990), han sugerido dejar de lado el pensamiento de que ver la televisión es algo bueno o malo por sí mismo. En la última década se ha demostrado que la relación entre ver televisión y el desempeño escolar es una proposición compleja con muchas variables que interactúan, no simplemente una relación negativa. No obstante, el impacto de este medio sigue siendo poco claro. Afortunadamente, la investigación continúa mejorando el entendimiento de cómo se ven influenciados los individuos. El énfasis en investigaciones futuras deberá estar en las relaciones multivariadas a través de estudios de correlación y meta-análisis, como la vía más directa para aumentar el entendimiento de la naturaleza de la relación entre ver televisión y el desempeño escolar.

Después de 40 años de investigación en televisión y televisión instruccional, no se puede negar la evidencia de que la televisión puede facilitar el aprendizaje. Esta evidencia se da en todos los tipos de transmisión: televisión educativa, televisión instruccional y televisión comercial. Sin embargo, la relación entre ver televisión y desempeño escolar es más complicada y compleja que lo que sugiere una simple relación inversa (Beentjes, y Van der Voort, 1988; Comstock y Paik, 1987, 1991; Neuman, 1991). Una revisión de la literatura sobre desempeño escolar, que se enfoca a la producción a partir de 1980, revela la presencia de muchas variables intervinientes que influyen el impacto de la televisión.

Aunque se ha realizado mucha investigación sobre la programación para preescolar y para programas para el salón de clase, aún hay muchos vacíos en la literatura. Es importante que los investigadores estudien la interacción del contenido con la forma de programación junto con otras variables. Entre las áreas identificadas en la literatura que no han sido suficientemente investigadas, destacan el efecto de los programas y las prácticas de utilización con los niños rurales (Mielke, 1988).

Chu y Schramm (1968) revisaron y organizaron las investigaciones sobre aprendizaje y televisión, resumiendo las variables que interactuaban con el aprendizaje y la televisión instruccional. Algunas de ellas son: las condiciones en que se ve la televisión, por ejemplo, grupos en interacción, y las actitudes hacia la televisión instruccional por parte de los alumnos y profesores. En el caso de la presente investigación se hará énfasis en las condiciones en que se ve la televisión, especialmente en el contexto y la interacción y las actitudes que tienen los alumnos y los profesores hacia la televisión instruccional.

La televisión como medio instruccional: De acuerdo con Rockman y Burke (1989), las siguientes pueden considerarse como las principales razones para seleccionar la adopción de la televisión instruccional:

- a) Mejorar la calidad: idealmente el proceso de producción que está detrás de este medio educativo permite asegurar que los programas incorporen la información más actualizada en el campo, de una manera atractiva y estimulante.
- b) La televisión como catalizador: el uso de la televisión en el salón de clases ayuda a facilitar la rápida divulgación de nuevas ideas curriculares.
- c) La televisión como medio de ampliar la experiencia de los niños: El uso de la televisión en clase ha sido llamado por la UNESCO " una ventana al mundo" . Los programas permiten trascender los límites del tiempo y espacio y ver la sociedad de diversas maneras. " The rural child sees life in the city, and the urban child sees life in the country" .
- d) La televisión como medio de introducir educación afectiva: la televisión ha sido una pieza clave en la introducción de la educación afectiva en primaria como medio que ofrece a los estudiantes la oportunidad de examinar los sentimientos sobre sí mismos y el entorno. En el nivel de educación secundaria sucede algo similar. La televisión puede apoyar el desarrollo de una identidad nacional.
- e) La televisión como medio para igualar las oportunidades educativas: dado que la señal no se restringe a ciertas zonas o distritos escolares, las oportunidades de acceso para zonas marginadas mejoran.
- f) La televisión como medio para mejorar la eficiencia y productividad: mediante el uso de la televisión y la enseñanza en clase, los educadores pueden mejorar los patrones y resultados de instrucción con aumentos mínimos en los costos.
- g) Sistemas instruccionales basados en televisión: estos sistemas incluyen la evaluación de las necesidades de los alumnos, el diseño instruccional, la evaluación formativa, la revisión de productos, la evaluación sumativa y la revisión de objetivos y estrategias. Sus productos incluyen materiales impresos suplementarios, tanto para maestros como alumnos, que complementan el currículo (Rockman y Burke, 1989, p. 190).

Educación a distancia en México: En México, el Gobierno Federal ha puesto en marcha el Programa de Educación a Distancia que emplea tecnología digital y comunicación vía satélite, como un medio para enfrentar el reto de llevar los servicios educativos a toda la población e incorporar a diversos

sectores en una dinámica de educación continua. El objetivo de este Programa es impulsar la aplicación de las nuevas tecnologías para ampliar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios que se imparten.

Se parte de la premisa de que la educación a distancia facilitará el acceso a la educación con mayor equidad y efectividad, buscando la igualdad de oportunidades y permanencia en los servicios educativos, reconociendo que los medios electrónicos, audiovisuales, de telecomunicación y de informática desempeñan un papel importante como agentes de socialización, orientación y difusión del conocimiento.

La Secretaría de Educación Pública, a través de la Coordinación General para la Modernización Educativa, regula los esfuerzos de los siguientes organismos e instituciones para la ejecución del Programa: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP); Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CNCA); Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE); Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Pedagógica Nacional (UPN), Unidad de Televisión Educativa (UTE), así como diversas instituciones estatales y privadas (SEP, 1997).

Entre los proyectos más importantes del Programa de Educación a Distancia se encuentran: Red Satelital de Televisión Educativa (Edusat); Actualización y superación de magisterio; Red Escolar; Videotecas Escolares y Educación para la Sociedad. La Red Satelital de Televisión Educativa es un sistema de transmisión y recepción de señal televisiva que inició labores en diciembre de 1995. El sistema Edusat consiste en una red de telecomunicaciones que emplea el satélite Solidaridad I y Morelos II, por frecuencias de UHF, utilizando tecnología de comprensión digital para la transmisión de imágenes, sonido y datos para la televisión, radio y otros medios. Cuenta con seis canales de televisión propios (tres de UTE y tres del ILCE) y veintidós canales de audio, que pueden transmitir veinticuatro horas al día. Este es el que hace llegar la señal a las telesecundarias.

Programa de telesecundaria: Un caso en la utilización de los medios de comunicación en favor de la tarea educativa es el de la telesecundaria, la cual funciona desde 1968. Esta alternativa educativa se adoptó bajo el supuesto de que sus cualidades de penetración y aparente bajo costo, en relación con las escuelas directas, la convertían en la mejor opción para llegar a comunidades con poca población o ubicadas en zonas geográficas de difícil acceso (Montoya, 1981). Actualmente es el servicio más dinámico del nivel educativo de secundaria, el cual ha permitido llevar los servicios a numerosos grupos de población rural marginada.

El modelo actual: Acorde con el Programa para la Modernización Educativa y del Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica y tomando en cuenta las características del servicio, la Unidad de Telesecundaria revisó su tecnología educativa, métodos y estrategias y elaboró un nuevo modelo educativo. Este modelo, que es el que está en vigencia y que busca promover la vinculación del aprendizaje con las necesidades de los alumnos, sus familias y la comunidad a la cual pertenecen, buscando la integración de los conocimientos en estructuras conceptuales que sean significativos y favorezcan la participación de la escuela en actividades de promoción comunitaria, en los campos de salud, cultura y producción.

El programa actual de telesecundaria sigue el plan de estudio aprobado por la Secretaría de Educación Pública, transmitiendo 30 lecciones por semana, seis diarias, en programas de diecisiete minutos. Posterior a las transmisiones se han diseñado tareas diversas que se realizan en la teleaula, coordinadas por un maestro presencial y orientadas por las lecciones de las guías de estudio. Las actividades que se realizan en el aula son de importancia primaria para el aprendizaje. Todas las asignaturas del plan de estudios son conducidas por un mismo maestro coordinador. Dichos maestros reciben adiestramiento en técnicas de enseñanza por televisión (SEP, 1998).

El modelo educativo de la telesecundaria actual se define como un proceso interactivo, participativo, democrático y formativo, en el que intervienen alumnos, maestros, contenidos, grupos, directores, supervisores, escuelas, padres de familia y comunidad (SEP, 1997). La tendencia en esta

modalidad es hacia el autoaprendizaje, esto se refleja en el diseño y estructura de las guías de estudio, en las cuales se incluye objetivo, introducción, resumen de contenidos, actividades de aprendizaje y ejercicios de autoevaluación (Encinas, 1981).

El rol del profesor, es considerado clave para todo el modelo. Su función como facilitador de aprendizajes le requiere no solo una capacitación adecuada, sino un componente actitudinal esencial. En términos generales debe estar preparado para presentar o facilitar las actividades en el aula; detectar problemas con el equipo; dar asesoría y atención niveladora a los alumnos; evaluar su aprendizaje y mantener registros de las actividades a lo largo del proceso.

El maestro conduce el proceso, pero no es él la principal fuente de información; esta función corresponde al programa televisivo y a los apoyos impresos; su principal función es motivar, orientar e impulsar la actividad de los alumnos para el logro de los objetivos educativos propuestos.

La Dirección General de la Telesecundaria genera los materiales didácticos que consisten en: los contenidos de los programas de televisión, los ejercicios de autoevaluación y la guía de estudio. En este sentido, el modelo responde a una de las características esenciales de un programa de educación a distancia, ya que provee variedad en los medios, lo cual ofrece una mayor posibilidad de éxito.

En el ámbito nacional, la cobertura de educación en el nivel de secundaria en las últimas décadas ha ido en aumento. En relación con la población de 13 a 15 años de edad, la matrícula de secundaria en 1970 era de poco más de 30%, para 1985 era el 67.5%, hasta llegar al 77.8% en el ciclo 1997-1998. Esto representa una matrícula de secundaria a nivel nacional de 4,980,000 estudiantes de un total de población de 6,937,787 jóvenes entre 13 y 15 años (SEP, 1997). A pesar de los avances, es necesario emprender acciones para sostener el dinamismo en la secundaria y disminuir la tasa de deserción. Como parte de estos esfuerzos, y con el fin de favorecer a un número mayor de jóvenes que habitan en las zonas rurales y de difícil acceso, se ha ampliado, de acuerdo al Programa de Desarrollo Nacional 1995-2000, la cobertura de la telesecundaria. En el ciclo escolar 1996-1997 esta modalidad se ofreció en 12,081 planteles, beneficiando a un total de 756,700 de alumnos. Con relación al periodo anterior, se atendió a 66,000 alumnos más. A partir del ciclo 1995-1996, la atención educativa a través de telesecundaria creció 22.3%, lo que representa una cobertura adicional de 138,000 (SEP, 1997).

Preguntas de investigación:

1. ¿Representa la telesecundaria una opción para llevar educación con calidad en áreas rurales y dispersas? ¿es una modalidad que garantiza igualdad de oportunidades educativas?
2. ¿Hay diferencias en calidad (medida en competencias básicas para la vida) entre las telesecundarias y la secundaria general? Si es así, ¿a qué se deben estas diferencias?

Objetivos 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.

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.
3. Avanzar en el desarrollo de instrumentos útiles para la medición de percepciones sobre programas televisivos y telesecundaria en general.

Pertinencia de la investigación: A partir de 1993 y hasta 1998-1999, la matrícula de secundaria creció en 16.8% a nivel nacional. Los datos indican que este aumento se debió principalmente a la expansión de las telesecundarias, dado que de 728,628 alumnos que se incorporaron al nivel durante este periodo, el 48.7% fue atendido por dicha modalidad. El crecimiento de la telesecundaria ha sido mayor que el resto de las modalidades educativas; entre 1994 y 1998, su matrícula aumentó en 63% y se crearon más de 4,500 escuelas. (SEP, 1995, 1998).

Tocante a la capacidad de las diversas modalidades para retener a sus alumnos a lo largo del ciclo escolar, se observa que durante el ciclo 1997-98, 62,615 jóvenes abandonaron de manera temporal o definitiva la telesecundaria, esto es, el 7.6% de los inscritos. En 10 estados de la república, esta modalidad registra índices mayores a 10%, con Baja California en la posición más desfavorable (17%). Las escuelas técnicas y las generales presentan índices menores de deserción 6.5% y 6.3% respectivamente (SEP, 1997, 1998).

A pesar de sus índices de deserción, la telesecundaria presenta mejores índices de eficiencia terminal (77%) en el ciclo 1997-1998 que las escuelas generales (67%) y técnicas (62.2%). Este comportamiento favorable pudiera deberse a su capacidad para aprobar alumnos, pues mientras que sólo seis de cada cien alumnos en telesecundaria reprobaban alguna asignatura, en la modalidad general lo hace la cuarta parte y en las secundarias técnicas, el 26.5% (SEP, 1997, 1998).

En el estado de Nuevo León, la inversión en las telesecundarias se ha multiplicado por siete en los últimos cuatro años. En la actualidad existen 73 telesecundarias que dan servicio a 2,740 alumnos en 277 comunidades de 20 municipios, con una inversión de 56 millones de pesos, mientras que en 1997, había 47 telesecundarias que brindaban servicio a 1,250 alumnos en 209 comunidades de 17 municipios y con una inversión de 8.9 millones de pesos (El Norte, 2001).

Existe la necesidad de realizar evaluaciones a nivel de secundaria para ver que está sucediendo en esta etapa de la educación básica y, en el caso específico de las áreas rurales en Nuevo León, las telesecundarias. La evaluación del aprendizaje es un requisito importante para diagnosticar las necesidades y para regionalizar el monitoreo y el apoyo pedagógico

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 de terracería. Una de ellas se encuentra a dos horas de la cabecera municipal por caminos de terracería. En otras palabras, ésta se encuentra 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: En una primera aproximación de reconocimiento al objeto de estudio, se consideró estudiar las telesecundarias de Zaragoza, Nuevo León. Primeramente, por un interés de orden institucional, ya que el ITESM había estado realizando proyectos diversos en este municipio. Al

visitar dos de las tres telesecundarias en dicho municipio, se observó que una de ellas sería casi imposible estudiar, ya que no funcionaba propiamente como telesecundaria. No había maestros, ni director, ni electricidad. Había solamente un profesor para los tres grados, que se las ingeniaba para darles “hartos recreos”, como dirían un par de alumnas a las que entrevistamos. Al lado de la escuela, había una celda solar entre el centro de salud y la telesecundaria, pero ambas instancias desconocían a quién pertenecía y cómo se le podría dar uso. En este mismo municipio de Zaragoza, el acceso a la tercera telesecundaria resultó ser sumamente difícil, así que se descartó su estudio.

Finalmente se eligió una telesecundaria de una comunidad de este municipio. La comunidad que alberga a la telesecundaria seleccionada tiene un grado de marginación alto (62.17) de acuerdo con los indicadores del Consejo Estatal de Población (COESPO). Esta localidad está a dos horas de camino de terracería de la cabecera municipal de Zaragoza, que a su vez está a 6 horas de Monterrey. La localidad se encuentra enclavada en un área montañosa y pudiera decirse que es una de las áreas más pobres del estado. La actividad económica más importante de la zona es la agricultura y ganadería de subsistencia. La comunidad no cuenta con centro de salud. Existen tres vías de acceso, todas de terracería. No hay servicio de autobuses. En esta comunidad se utiliza como medio de transporte el “raid”, en ocasiones hay camionetas que bajan a la cabecera municipal pero el costo es muy alto para los habitantes. Este gira alrededor de los \$400 pesos. El mantenimiento de los caminos es tarea en la que algunos hombres participan, sobre todo después de las lluvias. Sólo hay una caseta de telefonía rural. El agua se obtiene de arroyos, casi nadie tiene agua entubada, un 70% tiene energía eléctrica y nadie posee drenaje en sus viviendas. Los baños son en las mejor de las veces letrinas y en ocasiones ni eso. Las condiciones de vivienda son muy pobres. La mayoría de las casas son de adobe y por lo general sólo tienen dos cuartos. La comunidad cuenta con una primaria y una telesecundaria. Los maestros viven en un lugar destinado para ellos. En la telesecundaria, los maestros con frecuencia se ausentan debido a las condiciones de transporte y hay una fuerte rotación de los mismos. No hay un director especialmente encargado de las funciones de gestión escolar y la mayoría de los profesores pide su cambio a otras escuelas debido a las características de la región. Los docentes dejan la comunidad los fines de semana y no regresan en la mayoría de las veces puntualmente. Por las visitas realizadas a esta área, se observó que la comunidad está bastante unida. Hay una sociedad de padres organizada que con frecuencia han solicitado a la Secretaría de Educación Pública que les envíen profesores que por lo menos se queden un año escolar.

Las otras dos telesecundarias, finalmente se seleccionaron, después de dos visitas y entrevistas de reconocimiento, tanto con padres como con alumnos. Se decidió elegir dos escuelas de los municipios de Dr. Arroyo y de Aramberri. La comunidad del municipio de Dr. Arroyo tiene un grado de marginación de 43.65 de acuerdo con los indicadores de COESPO. Se localiza en un área árida y polvorosa al pie de las montañas. Al igual que la comunidad anterior, es una de las áreas más pobres del estado. La actividad económica más importante de la zona es la agricultura y ganadería de subsistencia. La comunidad cuenta con centro de salud. Existen dos vías de acceso, ambas de terracería. No hay servicio de autobuses. Sin embargo, hay servicio de una camioneta particular que hace dos viajes al día de la cabecera municipal a diversas comunidades, incluyendo ésta. Sólo hay una caseta de telefonía rural. El agua se obtiene de pozos, casi nadie tiene agua entubada, un 80% tiene energía eléctrica y nadie posee drenaje en sus viviendas. La gran parte de las casas están hechas de adobe. Los baños de las viviendas en su mayor parte son letrinas. Las condiciones de vivienda son muy pobres. La mayoría de las casas sólo tienen dos cuartos. La comunidad cuenta con kínder una primaria y una telesecundaria. En la telesecundaria, hay un fuerte liderazgo de la directoria y los maestros no se ausentan con frecuencia. No hay rotación de profesores. Los profesores no cuentan con una casa específica para ellos. Actualmente viven en la casa de los maestros de primaria. De acuerdo con las entrevistas realizadas, con frecuencia se les ha solicitado que desalojen el inmueble.

Por último, en la comunidad en la que se encuentra la tercer telesecundaria seleccionada, el grado de marginación es medio (42.85) de acuerdo con los indicadores de COESPO. Esta localidad está a pie de carretera. La actividad económica más importante de la zona es la agricultura y ganadería aunque además hay actividad comercial. La comunidad cuenta con centro de salud y existe servicio de autobuses que pasan por la carretera. Los habitantes de esta comunidad cuentan con dos casetas telefónicas. Respecto a los servicios, el agua se obtiene de la cabecera municipal y la mayoría de las

viviendas cuentan con energía eléctrica. Se desconoce el porcentaje de viviendas que cuentan con drenaje. Algunas de las casas cercanas a la escuela son de block y las otras de adobe. Se desconoce la cantidad de cuartos que tienen las casas. La comunidad cuenta con un kínder una primaria y una telesecundaria. En la telesecundaria, se encuentra la sede de la supervisión, no hay director con clave, es decir un director que esté asignado específicamente a la tarea de gestión escolar. Hay una pareja de maestros que han estado ahí por varios años. Dos de los tres profesores viven cerca de la escuela en una casa de renta. En esta escuela ha habido mediana rotación de profesores.

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, 81 de la telesecundaria localizada en una comunidad de Dr. Arroyo y 18 de la telesecundaria localizada en la comunidad de Zaragoza. La secundaria general de 58 alumnos, dando una cifra total entre las cuatro escuelas de 186 alumnos.

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. Sin embargo, se presentarán a manera de descripción los resultados de los cuestionarios a maestros. En algunos casos, cuando se juzgue necesario, se hará referencia a las entrevistas. 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. Éstas 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 estándares de calidad. Este investigador realizó una serie de estudios con niños, madres de familia, expertos en producción de programas televisivos y críticos de televisión. Su metodología consistió en detectar a través del análisis de contenido de entrevistas, una serie de estándares que posteriormente a través de un análisis factorial, aplicó a los cuatro grupos (niños, madres de familia, expertos en producción de programas televisivos y críticos de televisión) en las categoría de programas educativos, caricaturas, noticieros y programas dramáticos. La sustentante utilizó parte de este cuestionario para obtener un puntaje en torno a la calidad de los programas televisivos. Cabe destacar que este puntaje se construyó a partir de la percepción de los alumnos y no a partir del contenido per se de los programas. Las pregunta que se aplicaron hicieron referencia a los estándares de calidad estética, comprensión, involucramiento, credibilidad, provocación del pensamiento y entretenimiento. A partir de esta serie de estándares se elaborará un puntaje global para operacionalizar calidad de programas televisivos. Asimismo, se aplicaron una serie de reactivos en torno al funcionamiento de las telesecundarias con base al instrumento desarrollado y aplicado por los investigadores de la Universidad de Stanford. En el caso de la secundaria general, se aplicaron las mismas preguntas a excepción de las preguntas sobre los programas televisivos, mismas que se sustituyeron por preguntas sobre sus clases presenciales. La duración promedio de la aplicación del cuestionario fue de 25 minutos e incluyó un total de 78 ítems. Algunas de ellas contaban con varias dimensiones. 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.

Este instrumento al igual se discutió en diversas ocasiones por los miembros del equipo de investigación y se hicieron algunas modificaciones, procurando que el lenguaje fuera lo más claro y sencillo posible para los alumnos de secundaria.

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 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 jueceo (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.

A continuación se presenta la explicación de lo que comprenden los dominios de comunicación y matemáticas:

La competencia para la comunicación: Esta competencia es instrumental para la vida y actúa como mediadora del acceso a la información y el conocimiento de todo tipo, así como de la expresión personal, la producción de mensajes y la creatividad cultural (Schmelkes, 1997). La medición de esta prueba se centra en las habilidades de lectura y escritura. Destacan los siguientes aspectos:

- a) Interpretación de imágenes. En la prueba se incluye un reactivo que tiene la imagen de una botella con una etiqueta que tiene el signo convencional de “veneno”. Al alumno se le pide que escriba, con sus propias palabras, lo que significa la etiqueta.
- b) Traducción del lenguaje. Hay un conjunto de preguntas en las que se les pide a los alumnos que expliquen con sus propias palabras lo que significaban determinadas expresiones algorítmicas y gráficas. Una era $3+3+2=8$. Esta habilidad de traducir de un lenguaje matemático a uno escrito es básico, tanto para continuar estudios como para enfrentar situaciones de la vida cotidiana.
- c) Comprensión de la información escrita. Se les pide a los alumnos que lean un pequeño párrafo; luego se les plantean algunas preguntas de opción múltiple sobre su contenido. La respuesta sólo pide comprensión y no requiere interpretación.
- d) Organización de la información. Esta habilidad tiene que ver con la capacidad de ordenar información o de organizar un procedimiento por escrito. A los alumnos se les proporciona un diagrama en el cual deben elegir el camino correcto para llegar desde la cosecha del maíz hasta la fabricación de la tortilla. Después de hacerlo, se les pide explicar, por escrito y con sus propias palabras, el camino elegido.
- e) Elaboración de la información. Este aspecto pretende medir la habilidad para sintetizar información o para descubrir la expansión de una síntesis. En uno de los reactivos, se les da a los alumnos una lista de cinco temas. Después se les presentan tres párrafos (de seis a diez renglones) y se les pide que elijan aquél en el que se desarrollan todos los temas. Aunque esta habilidad es más compleja que comprender la información, se considera una habilidad básica tanto para la vida diaria como para seguir estudiando.
- f) Discriminación de la información. Esta habilidad tiene que ver con la comprensión de la información escrita y con la capacidad de discriminar entre información presente en el texto e

información ausente. En el examen, las preguntas vienen después de un texto e incluyen un conjunto de enunciados implícitos en él o que se pueden deducir del mismo, y otros que no.

- g) Expresión escrita. Este aspecto se refiere a la habilidad para comunicar con claridad mensajes que proceden del sujeto. En la corrección de estos reactivos, no se considera ni la ortografía ni los errores gramaticales menores. A los alumnos se les pide que inventen y escriban un final para una narración inconclusa de seis renglones. Se considera que la respuesta es correcta si es clara.
- h) Orientación contextual. Sólo hubo una pregunta sobre esta habilidad. Su intención es medir si el alumno puede comprender el significado de una palabra (mano), con cuatro acepciones diferentes. Dicha palabra se presenta en enunciados, en los que se les pide a los alumnos que encuentren la definición correcta en una lista de definiciones.

La competencia para el uso funcional de las matemáticas: Los reactivos de la prueba de matemáticas enfatizan la medición de aptitudes de pensamiento lógico y solución de problemas. Se da poca atención a la mecánica de las cuatro operaciones básicas; sin embargo, éstas son necesarias para resolver la mayor parte de los problemas planteados que están relacionados con situaciones de la vida diaria que se enfrentan al realizar transacciones económicas o al participar en asuntos de la comunidad (Schmelkes, 1997).

Los subdominios que forman parte de la definición de estas competencias son los siguientes:

- a) Procesamiento de información. En este aspecto de la prueba se aborda la estructura de las operaciones, su precisión y la apreciación de resultados sin tener que trabajar necesariamente con los datos.
- b) Lectura de lenguajes. Este aspecto de la competencia pretende medir la habilidad de los alumnos para leer los tres lenguajes de las matemáticas: el coloquial, el analítico y el geométrico. Para el caso analítico, se mide la precisión en la lectura de operaciones combinadas y para el geométrico, se espera la comprensión de gráficas tales como histogramas.
- c) Discriminación. En este aspecto de la prueba se pretende medir la habilidad de los alumnos para distinguir la relevancia de la información con el propósito de resolver un problema.
- d) Sinonimia. Este aspecto de la competencia mide la habilidad para establecer equivalencias entre expresiones de los tres lenguajes matemáticos.
- e) Traducción de lenguajes. El último aspecto de la competencia para el uso funcional de las matemáticas pretende medir la habilidad de los alumnos para traducir expresiones de un lenguaje a otro.

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 de las investigadoras 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 en la contestación de las preguntas. Los exámenes son de aptitud y no se 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 asegurarnos de que no hubiera dudas en cuanto a su revisión. Cuando se familiarizaron 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 jueceo 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 los datos 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 establecerá el criterio para decir qué se considera una calificación de calidad.

Análisis estadísticos: Una vez capturada la información en una base de datos, se llevarán 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 sirven 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. Esto sirvió para describir la demanda educativa.

4. Resultados de los exámenes de Competencias para la Vida del alumno(a) de telesecundaria

Los aspectos que se consideraron para la creación del perfil son: demográfico, socioeconómico, académico, vocacional y ocupacional. Para los propósitos de esta publicación sólo se presentan los resultados de los exámenes de competencias para la vida.

Comparando las tres telesecundarias con la escuela general se observa que los promedios de las primeras escuelas son menores a los 70 puntos sobre 100, donde cada una obtiene la siguiente calificación de mayor a menor: La comunidad de Aramberri 68, la de Dr. Arroyo tiene 61 y la comunidad de Zaragoza 48. La escuela general obtuvo un 71.

La telesecundaria perteneciente a la comunidad de Aramberri tiene promedios de alrededor de 70 puntos, sin embargo, la calificación obtenida en matemáticas, un 36 de promedio, afecta significativamente a la suma final. La telesecundaria de Dr. Arroyo es la segunda escuela en cuanto a porcentaje se refiere, aunque también tiene una calificación menor a 70 puntos.

Los promedios generales por escuela en los dominios de comunicación, salud y trabajo demuestran que las escuelas de Aramberri, la de Dr. Arroyo y la escuela general, tienen promedios que van más allá del 70 de calificación, máximo de 81 y mínimo de 72, con la excepción de la escuela general en el dominio de trabajo donde el promedio es de 91. En el área de matemáticas, los promedios son bajos. La telesecundaria de la comunidad de Zaragoza tiene promedios visiblemente menores a los 66 puntos de 100 en todas las áreas de estudio, y la calificación más baja se observa en matemáticas donde tiene una calificación de 26 de promedio. La calificación mínima en uno de los exámenes se da en esta escuela, 16 de 100.

Otro fenómeno que sucede con dos telesecundarias es la disminución de calificación de segundo grado a tercero, cuando se esperaría lo contrario, esto sucede en la escuela de Aramberri y la de Zaragoza. En la primera escuela, solo en los dominios de matemáticas y trabajo sucede esto, sin embargo, en comunicación la diferencia es solo de un punto de aumento. En la escuela de Zaragoza, sólo en el dominio de trabajo no se registra descenso. En las áreas de comunicación y salud, se registra una disminución significativa ya que van de los 14 a los 15 puntos menos en la calificación. Por su parte, el plantel de Dr. Arroyo no registra ningún caso similar a éste. La escuela general sólo presenta descenso en los dominios de comunicación y matemáticas, pero no en salud ni trabajo.

El promedio general del total del examen de Competencias para la Vida muestra que las telesecundarias obtuvieron un promedio de 59 sobre 100, donde la moda es de 58 puntos. En la escuela general, el promedio es de 66 sobre 100 y la moda es de 68 puntos. 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.

A continuación se presentan unas gráficas en las que se resumen los resultados de los exámenes.

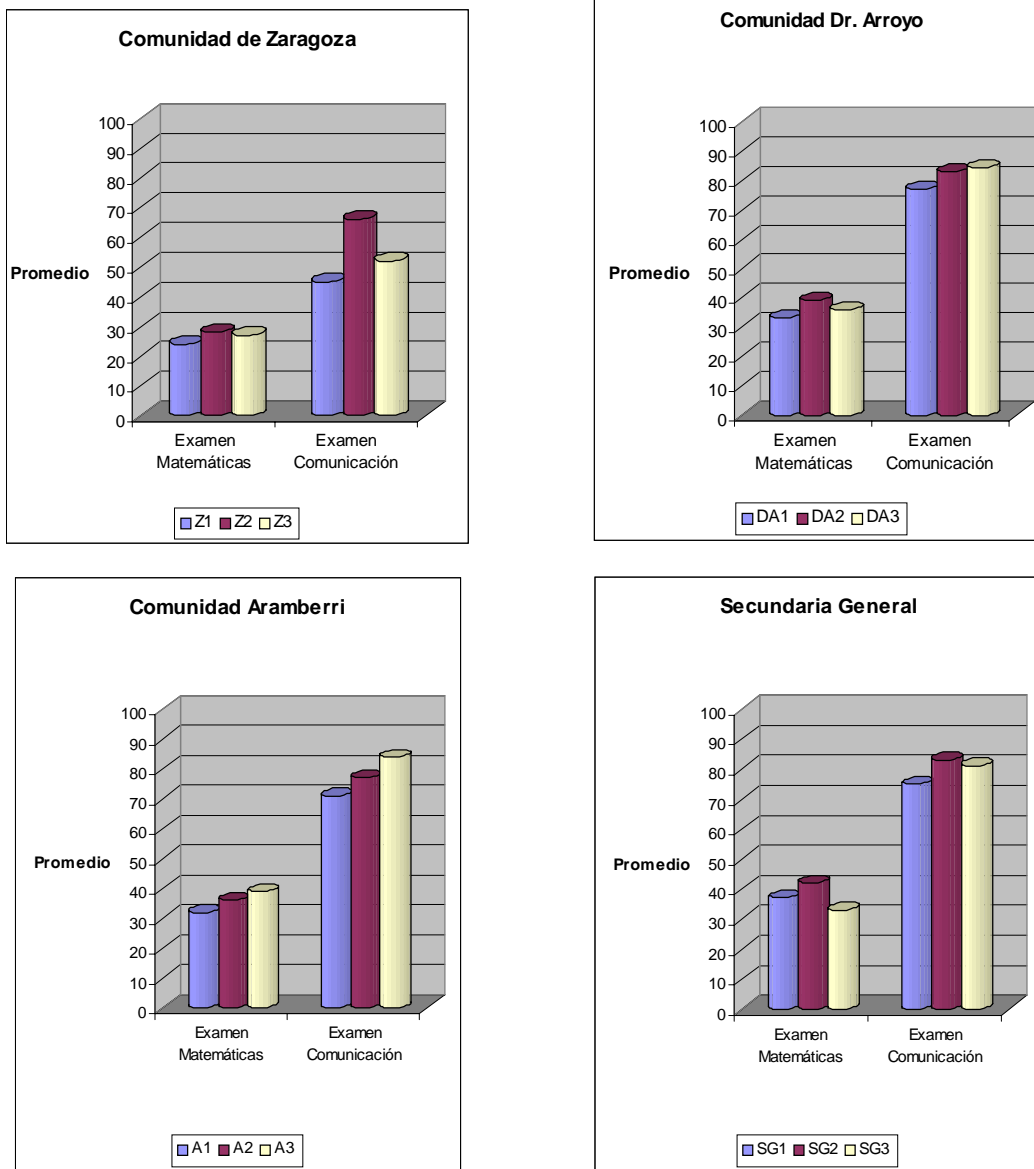


Figura 1. Calificaciones de los tres grados en el área de matemáticas y comunicación en las tres telesecundarias y la secundaria general.

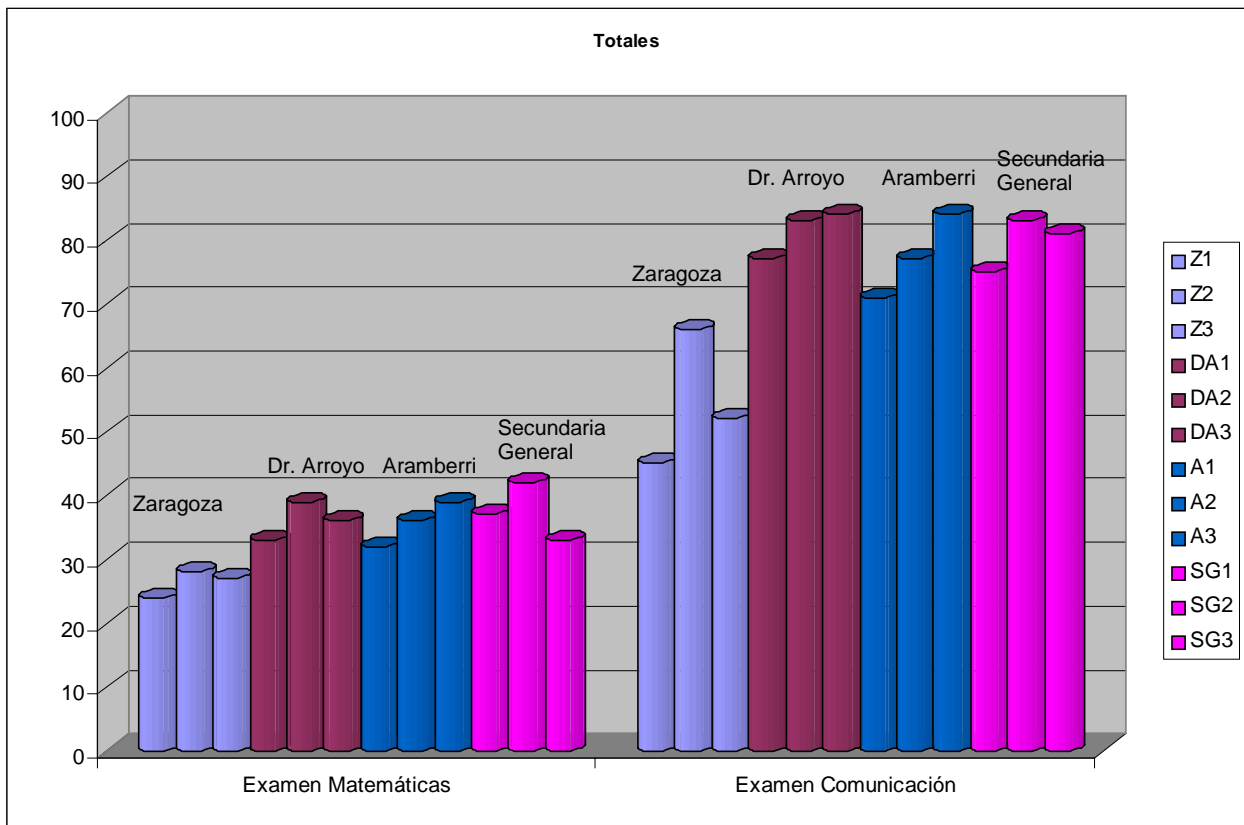


Figura 2. Calificaciones globales por grados, áreas y escuelas.

Investigaciones futuras: Actualmente se realiza una investigación Villarreal (2001) para determinar qué factores de la oferta y la demanda educativas inciden en el desempeño. En el futuro, sería pertinente realizar proyectos de corte experimental para ver el impacto que tiene la televisión controlando otros factores.

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. Sin embargo, 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. La solución a esta problemática 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. Sin embargo, pudiera adelantarse que elementos tales como la operación administrativa son importantes para que el modelo educativo funcione y los jóvenes logren los objetivos de aprendizaje propuestos en los planes de estudio. 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.

Aun cuando las opiniones de los alumnos sean en general favorables, los resultados de los exámenes indican que hay fuertes rezagos en el desempeño escolar. Baste recordar, que el instrumento aplicado, es un examen de Competencias para la Vida diseñado para alumnos de sexto grado. Recientemente, se ha desatado 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 presente año. México ocupó el último 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.

Pruebas de intersección-uniión en problemas de perfiles de disolución

Jorge H. Sierra Cavazos y Roger L. Berger • Campus Monterrey y Universidad Estatal de Carolina del Norte, EEUU

Monitoreo de proporciones muy pequeñas

José Guadalupe Ríos Alejandro y Juan René Olivo González • Campus Monterrey

Obtención de la imagen de una distribución de probabilidad mediante un mapeo aleatorio inverso

Iván López Villafranca y Christian Garrigoux • Campus Monterrey

Pronóstico de matrícula por nivel educativo en el Sistema ITESM

Raymundo Rodríguez y José de Jesús Salazar • Campus Monterrey

Comparación de segmentos poblacionales del área metropolitana de Monterrey de acuerdo al porcentaje de individuos que no escuchan radio

Olivia Carrillo Gamboa y Laura E. Castañeda Pérez • Campus Monterrey

PRUEBAS DE INTERSECCIÓN-UNIÓN EN PROBLEMAS DE PERFILES DE DISOLUCIÓN

Jorge H. Sierra*

Roger L. Berger†

Para $k = 1, \dots, p$, denotemos por t_k los valores de tiempo en los cuales los perfiles de disolución se observan, y sean X_{ik} y Y_{jk} la proporción de medicamento disuelto de la unidad de dosis i para el medicamento de referencia y de la unidad de dosis j del medicamento de prueba respectivamente, $i = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, m$. Suponemos que las muestras han sido obtenidas de distribuciones normales p multivariadas independientes con vectores de medias μ_X y μ_Y respectivamente y la misma matriz de varianzas y covarianzas Σ . Consideramos el problema de probar la hipótesis $H_0 : \frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} \leq \frac{1}{\delta}$ ó $\frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} \geq \delta$ para alguna $k = 1, \dots, p$, contra $H_1 : \frac{1}{\delta} < \frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} < \delta$, para todo $k = 1, \dots, p$, donde δ es una constante fija. Una prueba de intersección-uni6n (IUT) de simple aplicaci6n de tama1o α es presentada para este problema y se hacen comparaciones de potencia por medio de simulaciones entre los procedimientos recomendados por la FDA (Oficina de F6rmacos y Alimentos en Estados Unidos) y la IUT dada. Tambi6n se presenta un m6todo para el c6lculo del tama1o de muestra para la prueba IUT.

Palabras Clave: Pruebas de intersecci6n-uni6n, pruebas de perfiles de disoluci6n, poblaci6n normal, distribuci6n t , potencia, tama1o muestral

1. Introducci6n

El perfil de disoluci6n de un medicamento se construye graficando la proporción de tableta disuelta contra el tiempo en un experimento *in vitro*. Uno de los procedimientos requeridos por la Oficina de F6rmacos y Alimentos (FDA) de Estados Unidos para evaluar la equivalencia de dos medicamentos es comparar sus perfiles de disoluci6n. Los procedimientos utilizados para comparar los perfiles de disoluci6n se pueden clasificar en dos tipos, los que dependen de un modelo y los que son independientes de un modelo. En los que dependen de un modelo, se ajusta un modelo matem6tico a la curva de disoluci6n y la comparaci6n entre perfiles se hace mediante los par6metros de ambas curvas. Los m6todos que son independientes de un modelo comparan los perfiles s6lo en los tiempos dados. Hablaremos 6nicamente de m6todos independientes de modelo en esta ocasi6n.

Sean t_k , $k = 1, \dots, p$, los tiempos en los cuales se miden los perfiles de disoluci6n y sea X_{ik} la proporción de la tableta i disuelta al tiempo t_k del medicamento de referencia, para $i = 1, \dots, n$. Similarmente, Y_{jk} denota la proporción de la tableta j del medicamento a prueba disuelto en el mismo tiempo t_k para $j = 1, \dots, m$. Denotemos por $\mathbf{X}_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip})'$ y $\mathbf{Y}_j = (Y_{j1}, Y_{j2}, \dots, Y_{jp})'$ los vectores observados para la tableta i del medicamento de referencia y para la tableta j del medicamento a prueba a trav6s del tiempo. Algunos de los m6todos que son independientes del modelo y que se usan para comparar perfiles de disoluci6n son:

* Dr. Jorge Homero Sierra Cavazos, Profesor del Departamento de Matem6ticas del ITESM en el Campus Monterrey, jsierra@campus.mty.itesm.mx

† Dr. Roger L. Berger, Profesor del Departamento de Estadística de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, berger@eos.ncsu.edu

1. La medida de similaridad f_2 recomendada por la FDA.
2. T^2 de Hotelling.
3. Modelos Lineales de Efectos Mixtos.

O'Hara et al. [11] compararon estos tres métodos mediante simulaciones. Sin embargo, creemos que se debe tener especial cuidado cuando se comparan estos métodos, ya que se refieren a problemas distintos. En los párrafos siguientes explicaremos esto.

El método f_2 fue propuesto por Moore y Flanner [10] y consiste en calcular la cantidad

$$f_2 = 50 \times \log_{10} \left(\left[1 + \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p \omega_k (\bar{X}'_k - \bar{Y}'_k)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \times 100 \right),$$

donde ω_k es una ponderación opcional (ω_k positivos y su suma debe ser 1), \bar{X}'_k es el porcentaje medio (en vez de proporción) disuelto del medicamento de referencia y \bar{Y}'_k es el porcentaje medio disuelto del medicamento a prueba en el tiempo t_k . Si la cantidad calculada f_2 cae entre 50 y 100, entonces los perfiles se declaran equivalentes. Después de algo de álgebra, la desigualdad

$$50 \leq f_2 \leq 100$$

se puede transformar en

$$\frac{1}{p} \sum_{k=1}^p \omega_k (\bar{X}'_k - \bar{Y}'_k)^2 \leq 99.$$

En otras palabras, la medida de similaridad f_2 es simplemente el cuadrado de una distancia ponderada entre dos medias multivariadas, y cuando $\omega_k = 1$ para toda k , corresponde a la distancia Euclideana al cuadrado. Al efectuar este procedimiento, ninguna suposición se hace acerca de la distribución de los datos. Notemos que el método f_2 es un método matemático y no estadístico. La FDA recomienda el uso de esta medida para probar la equivalencia de perfiles de disolución; ver, por ejemplo, FDA [5, 6, 7].

Los últimos dos métodos, la T^2 de Hotelling y modelos lineales de efectos mixtos, prueban las hipótesis estadísticas

$$\begin{array}{l} \text{contra} \\ H_0 : \mu_X = \mu_Y \\ H_1 : \mu_X \neq \mu_Y, \end{array} \quad (1)$$

donde $\mu_X = (\mu_{X_1}, \mu_{X_2}, \dots, \mu_{X_p})'$ es el vector $p \times 1$ de la media de la población de la cual las X_i 's han sido extraídas. Similarmente para μ_Y . Las hipótesis en (1) son equivalentes a

$$\begin{array}{l} \text{contra} \\ H_0 : \frac{\mu_{X_k}}{\mu_{Y_k}} = 1 \quad \text{para toda } k = 1, \dots, p, \\ H_1 : \frac{\mu_{X_k}}{\mu_{Y_k}} \neq 1 \quad \text{para alguna } k = 1, \dots, p, \end{array} \quad (2)$$

cuando ninguna de las medias μ_{Y_k} es cero.

Los dos métodos estadísticos mencionados, aunque han sido recomendados para evaluar la equivalencia de perfiles de disolución, en realidad no responden a la pregunta: ¿Pueden ser considerados equivalentes los dos perfiles de disolución? El documento "Guidance for Industry, SUPAC-MR: Modified Release Solid Oral Dosage Forms" [7] establece lo siguiente para equivalencia de perfiles de disolución:

“...la diferencia promedio de disolución en cualquier tiempo muestreado entre los perfiles de disolución de los medicamentos, el modificado y la remesa en el mercado (producto no modificado) no deberá ser mayor que el 15 por ciento.”

En otras palabras, dos perfiles de disolución se consideran equivalentes si, en cada tiempo, la diferencia entre los dos perfiles no es mayor que el 15%. Obviamente, si los dos perfiles coinciden en todo tiempo muestral, las diferencias entre ellos será menor que el 15%. Sin embargo, al probar las hipótesis (2), la hipótesis nula puede ser rechazada aún para perfiles que difieren por menos del 15% en cada tiempo muestral, concluyendo así que los perfiles no son equivalentes cuando en realidad lo son. Schuirmann [15] presenta una discusión muy buena acerca de esto cuando la diferencia entre las medias es fija y no un porcentaje como en nuestro caso. Aunque su problema no es exactamente el mismo que el nuestro, la lógica es similar en ambos casos. El método f_2 fue desarrollado para evaluar la diferencia entre los dos perfiles y decidir si en cada tiempo difieren por menos del 15% o no, mientras que la T^2 de Hotelling y modelos lineales de efectos mixtos son métodos diseñados para concluir si los perfiles coinciden o no.

Presentamos aquí una forma distinta de expresar las hipótesis de tal manera que la pregunta de equivalencia de perfiles sea directamente considerada, y mostramos una prueba de intersección-uni6n (IUT) de tama1o α f6cil de implementar para el nuevo conjunto de hipótesis. Se realiza adem6s una comparaci6n de la potencia de la IUT y la medida f_2 por medio de simulaciones en la secci6n 4. Una discusi6n acerca del tama1o de muestra se presenta en la secci6n 5. Y algunos comentarios finales se presentan en la secci6n 6.

2. Notaci6n y Supuestos

Para la misma notaci6n presentada en la secci6n anterior, sean $\bar{\mathbf{X}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{X}_i = (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_p)'$ los promedios de los valores observados para los vectores \mathbf{X}_i y $\mathbf{S}_X = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})(\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})'$ la matriz de varianzas y covarianzas. $\bar{\mathbf{Y}}$ y \mathbf{S}_Y se definen de manera an6loga. Supondremos que \mathbf{X}_i para $i = 1, \dots, n$ constituye una muestra aleatoria de una poblaci6n $N_p(\mu_X, \Sigma)$ y que \mathbf{Y}_j para $j = 1, \dots, m$ es una muestra aleatoria de una poblaci6n $N_p(\mu_Y, \Sigma)$, independiente de las \mathbf{X}_i 's. N6tese que se est6 suponiendo la misma estructura de varianzas y covarianzas para ambas poblaciones, sin embargo, este modelo permite varianzas distintas para diferentes tiempos adem6s de considerar que los valores medidos en una misma tableta a lo largo del tiempo pueden estar correlacionados. Denotemos por \mathbf{A} la matriz ponderada de varianzas y covarianzas de las muestras, es decir

$$\mathbf{A} = \frac{(n-1)\mathbf{S}_X + (m-1)\mathbf{S}_Y}{n+m-2}.$$

Sea a_{ij} el elemento $(i, j)^{ésimo}$ de \mathbf{A} , es importante notar que a_{kk} corresponde a la varianza ponderada de las muestras en el tiempo t_k .

3. Las Hip6tesis y una IUT

Como ya mencionamos antes, dos perfiles de disoluci6n se consideran equivalentes si el porcentaje de diferencia entre ellas, en cada tiempo, es a lo m6s 15%. En otras palabras, se consideran equivalentes si $\frac{1}{1.15} < \frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} < 1.15$ para todo $k = 1, \dots, p$. En un problema de bioequivalencia, es bien conocido que la manera adecuada de establecer la hip6tesis alternativa es que el cociente se encuentre entre las cotas especificadas; ver, por ejemplo, Anderson y Hauck [1, 8]. Las hip6tesis para el problema de perfiles de disoluci6n deberían ser tratadas de manera similar a las de bioequivalencia para proteger apropiadamente contra el riesgo de declarar que los dos

perfiles son equivalentes cuando no lo son. Por lo tanto, consideramos el problema de probar las hipótesis

$$\begin{aligned} & H_0 : \frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} \leq \frac{1}{\delta} \quad \text{ó} \quad \frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} \geq \delta \quad \text{para alguna } k = 1, \dots, p, \\ \text{contra} & H_1 : \frac{1}{\delta} < \frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} < \delta, \quad \text{para toda } k = 1, \dots, p, \end{aligned} \tag{3}$$

donde $\delta > 1$ es una constante fija. Para el problema de perfiles de disolución, $\delta = 1.15$. Las hipótesis (3) se pueden expresar como

$$\begin{aligned} & H_0 : \cup_{k=1}^p \left[\left(\frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} \leq \frac{1}{\delta} \right) \cup \left(\frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} \geq \delta \right) \right] \\ \text{contra} & H_1 : \cap_{k=1}^p \left[\left(\frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} > \frac{1}{\delta} \right) \cap \left(\frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}} < \delta \right) \right]. \end{aligned} \tag{4}$$

El parámetro μ_{Yk} es positivo para toda $k = 1, \dots, p$ por representar la proporción promedio de tableta disuelta al tiempo t_k . Podemos, por lo tanto, reescribir las hipótesis (4) como

$$\begin{aligned} & H_0 : \cup_{k=1}^p [(\delta\mu_{Xk} - \mu_{Yk} \leq 0) \cup (\delta\mu_{Yk} - \mu_{Xk} \leq 0)] \\ \text{contra} & H_1 : \cap_{k=1}^p [(\delta\mu_{Xk} - \mu_{Yk} > 0) \cap (\delta\mu_{Yk} - \mu_{Xk} > 0)]. \end{aligned} \tag{5}$$

Para hipótesis como (5) se puede obtener un estadístico de prueba usando IUT's. Consideremos las siguientes hipótesis que se refieren a un tiempo específico,

$$\begin{aligned} & H_{0k} : \delta\mu_{Xk} - \mu_{Yk} \leq 0 \quad \text{ó} \quad \delta\mu_{Yk} - \mu_{Xk} \leq 0 \\ \text{contra} & H_{1k} : \delta\mu_{Xk} - \mu_{Yk} > 0 \quad \text{y} \quad \delta\mu_{Yk} - \mu_{Xk} > 0. \end{aligned} \tag{6}$$

La prueba del cociente de verosimilitudes (LRT) para (6) fue desarrollada por Sasabuchi [12, 13, 14]. El demostró que la prueba LRT de tamaño α para (6) rechaza H_{0k} si y solo si ambas T_{1k} y T_{2k} son mayores o iguales que $t_{\alpha,r}$ donde

$$T_{1k} = \frac{\delta\bar{X}_k - \bar{Y}_k}{\sqrt{a_{kk} \left(\frac{\delta^2}{n} + \frac{1}{m} \right)}}, \quad T_{2k} = \frac{\delta\bar{Y}_k - \bar{X}_k}{\sqrt{a_{kk} \left(\frac{1}{n} + \frac{\delta^2}{m} \right)}}$$

ya $r = n + m - 2$. Llamaremos a ésta la prueba T_{1k}/T_{2k} . Berger y Hsu [3] reconocieron a esta prueba como una IUT de tamaño α para (6). Combinando ahora las pruebas T_{1k}/T_{2k} para todo k obtenemos una prueba IUT de tamaño α para (5) o, equivalentemente, para (3). Por lo tanto, una prueba que rechaza H_0 de (3) si y solo si T_{1k} y T_{2k} son mayores o iguales que $t_{\alpha,r}$ para toda $k = 1, \dots, p$ es una prueba de nivel α para (3). Para demostrar que ésta es de hecho una prueba de tamaño α , consideremos el punto paramétrico $\mu_X^* = (\mu_{X1}, \mu_{X2}, \dots, \mu_{Xp})'$, $\mu_Y^* = (\delta\mu_{X1}, \mu_{X2}, \dots, \mu_{Xp})'$, es decir, un punto paramétrico en la frontera de H_{01} pero dentro de H_{1k} para $k = 2, \dots, p$ y consideremos $\sigma_{kk} \rightarrow 0$ para toda $k = 1, 2, \dots, p$. Ahora, aplicando el Teorema 2 en Berger y Hsu [3] o en Berger [2], obtenemos que ésta es una prueba de tamaño α para (5) o equivalentemente para (3). Una forma más simple de escribir este procedimiento es la siguiente: rechazar H_0 si y solo si

$$\min_{1 \leq k \leq p} \{T_{1k}, T_{2k}\} \geq t_{\alpha,r}. \tag{7}$$

La cual está en la forma de la "prueba min" de Laska y Meisner [9]. En la siguiente sección comparamos la potencia de esta prueba contra la medida de similitud f_2 recomendada por la FDA.

4. Comparación de Potencias: IUT contra f_2

En esta sección presentamos un estudio de simulación acerca de las potencias de la prueba IUT y la medida de similaridad f_2 . Para este estudio, usamos básicamente el mismo esquema que el presentado por O'Hara et al. [11], con algunas variaciones especialmente en la estructura de varianza de los datos. Los tiempos considerados son 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12 y 24 horas y un valor de $\mu_X = (0.087, 0.171, 0.332, 0.494, 0.609, 0.706, 0.783, 0.835, 0.875, 0.925, 0.952, 0.999)'$ se usa para el medicamento de referencia. Los valores de μ_Y se calculan usando la fórmula

$$\mu_{Yk} = 1 - (1 - \mu_{Xk})^r$$

para cada uno de los 57 valores de r igualmente espaciados en escala logarítmica en el rango entre 0.497 y 2.014. Al generar medias de esta manera, el cociente $\frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}}$ cae entre $\frac{1}{\delta}$ y δ , para toda $k = 1, 2, \dots, p$ con $\delta = 1.15$, sólo para valores de $\log(r)$ en el rango de -0.145851 a 0.146842 . Para valores de $\log(r)$ fuera de este rango, al menos uno de los valores $\frac{\mu_{Xk}}{\mu_{Yk}}$ no está entre los límites dados. Por lo tanto esperaríamos que un buen método de prueba de perfiles de disolución no rechace o rechace con una probabilidad pequeña, la hipótesis nula de (3) para valores de $\log(r)$ fuera de este intervalo, y rechace con una alta probabilidad para valores dentro de este rango.

O'Hara et al. [11] usaron para generar sus datos un término aleatorio 'entre tabletas' que era común a todas las observaciones de la misma tableta y un término de error 'dentro de tableta' que es único a cada observación. Ambos términos con desviación estándar constante para su simulación. De esta manera, les dan a los datos la misma varianza en cada tiempo. Creemos que una estructura de varianza más razonable sería suponer una varianza menor para tiempos pequeños y grandes y una varianza mayor para tiempos intermedios. Más aún, el documento "Guidance for Industry: Dissolution Testing for Immediate Release Solid Oral Dosage Forms" [6] establece que para permitir el uso de procedimientos que usan datos promedios para comparación de perfiles de disolución, el porcentaje del coeficiente de variación en tiempos pequeños deberá ser no mayor del 20%, y en otros tiempos deberá ser no mayor al 10% (el coeficiente de variación se define como $\frac{desv.est.}{media}$).

O'Hara et al. [11] hicieron dos simulaciones. En la primera utilizaron 0.02 para la desviación estándar del término entre tabletas y 0.015 para la desviación estándar del término dentro de tableta. En la segunda simulación usaron 0.01 y 0.0075 para las desviaciones estándares correspondientes.

Con los valores de medias usados en su simulación, sólo el segundo conjunto de desviaciones estándares satisface que el coeficiente de variación para el primer tiempo sea menor que el 20% y menor que el 10% para los restantes.

Por lo tanto, utilizamos desviaciones estándares distintas para generar los valores del término 'dentro' de tableta. Más específicamente, para generar este término usamos los valores 0.0075, .0085, .0095, .0125, .0140, .0150, .0150, .0140, .0125, .0095, .0085 y .0075 para la desviación estándar en los tiempos correspondientes. Mantenemos la desviación estándar del término 'entre tableta' fijo en el valor 0.01. Para calcular la medida f_2 , usamos $\omega_k = 1$ para toda k . La prueba se realiza con un valor de $\alpha = 0.05$.

Como se mencionó antes, la FDA recomienda el uso de la medida f_2 y requiere además que las medias muestrales difieran por no más del 15% en cada tiempo [7]. Calculamos la proporción de veces que la medida f_2 estuvo entre 50 y 100 de las 1000 repeticiones. También calculamos la proporción de veces que la condición $\frac{1}{\delta} \leq \frac{\bar{X}_k}{\bar{Y}_k} \leq \delta$ para todo $k = 1, 2, \dots, p$ era satisfecha con $\delta = 1.15$, a ésta la llamamos la prueba de Condicionamiento (CT). La potencia de la prueba IUT también fue calculada como la proporción de veces que la hipótesis nula de (3) fue rechazada. El

tamaño de muestra para el medicamento de referencia y el de prueba fue de 12 para la primera simulación. Los resultados se presentan en la Figura 1.

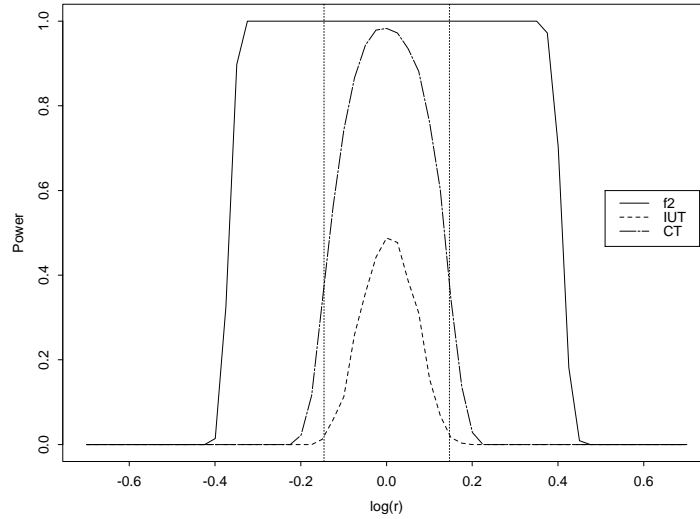


Figura 1. Comparación de la potencia entre la f_2 , IUT y CT, $n = m = 12$.

Las dos líneas verticales en la figura marcan la frontera entre las hipótesis nula y alternativa. En la frontera de H_0 , el valor de la potencia de la IUT es muy cercano al valor nominal de $\alpha = 0.05$. Observamos que la potencia de la IUT no es muy alta para $\log(r) = 0$, el valor para el cual los perfiles coinciden. Esto se debe al tamaño muestral usado así como al valor del coeficiente de variación en cada tiempo. Esto será discutido en la siguiente sección. Notemos que ambas, la f_2 y la CT son más poderosas que la IUT dentro del rango $-.145851, .146842$ pero además rechazan la hipótesis nula con alta probabilidad para valores fuera de este rango, y como resultado de esto, sus niveles como pruebas de hipótesis estadísticas son mucho mayores que α . De hecho f_2 tiene nivel 1 y la CT tiene un nivel aproximado de .4 en este caso. Esto quiere decir que, usando la f_2 o la CT como procedimientos de prueba para perfiles de disolución, la probabilidad de declarar que dos perfiles son equivalentes cuando no lo son es alta.

Dos estudios más se hicieron con muestras de tamaños 20 y 45, los resultados se muestran en las Figuras 2 y 3 respectivamente. Observamos que la potencia de la IUT crece cuando el tamaño de la muestra crece. Notamos además, que en estos casos, la f_2 y la CT son liberales mientras que la IUT mantiene el nivel de $\alpha = 0.05$. De hecho, se puede probar que, para muestras grandes, la CT tendrá una probabilidad de rechazo de .5 en la frontera entre H_0 y H_1 . Esto quiere decir que la CT será liberal para cualquier tamaño de muestra.

5. Consideraciones del Tamaño de Muestra

El tamaño de muestra que requiere la FDA para probar equivalencia de perfiles de disolución es 12. Sin embargo, y dependiendo de la estructura de varianza de los datos, este tamaño puede no ser suficientemente grande como para determinar la equivalencia de los perfiles de disolución, aún cuando los perfiles coinciden en cada tiempo. En esta sección obtenemos un tamaño de muestra aproximado que asegura que se detectará la equivalencia de los perfiles con una alta probabilidad, digamos $1 - \beta$, cuando los perfiles son iguales en cada tiempo. Probaremos que una

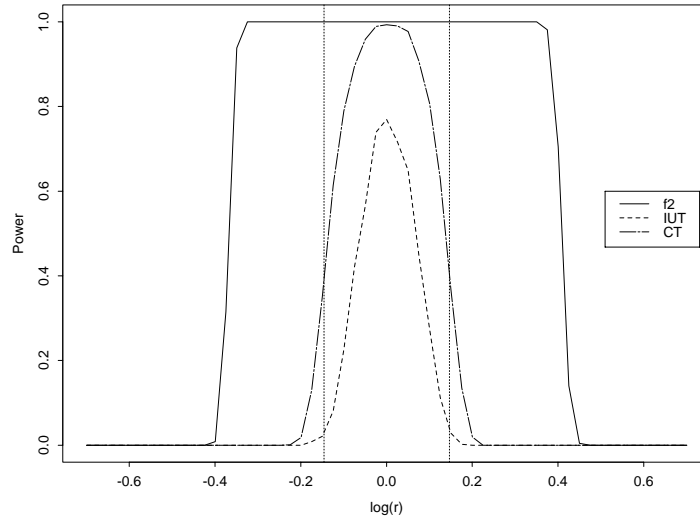


Figura 2. Comparación de la potencia entre la f_2 , IUT y CT, $n = m = 20$.

buena aproximación para el tamaño muestral está dada por

$$n = \frac{(z_\alpha + z_{\beta/2})^2 (CV_k^*)^2 (1 + \delta^2)}{(\delta - 1)^2}, \quad (8)$$

donde CV_k^* es el coeficiente de variación más grande entre todos los tiempos usados.

Quisiéramos poder rechazar H_0 con una alta probabilidad siempre que $\mu_X = \mu_Y$, i.e., cuando los perfiles coinciden. Esto se puede escribir como

$$P(\text{rechazar } H_0 \mid \mu_{Xk} = \mu_{Yk} \text{ para toda } k = 1, 2, \dots, p) \geq 1 - \beta \quad (9)$$

para una $0 < \beta < 1$ pequeña.

Ahora, de acuerdo con nuestra discusión previa, nuestra prueba IUT rechazará H_0 si y solo si

$$\frac{\delta \bar{X}_k - \bar{Y}_k}{\sqrt{a_{kk} \left(\frac{\delta^2}{n} + \frac{1}{m} \right)}} \geq t_{\alpha,r} \quad \text{y} \quad \frac{\delta \bar{Y}_k - \bar{X}_k}{\sqrt{a_{kk} \left(\frac{1}{n} + \frac{\delta^2}{m} \right)}} \geq t_{\alpha,r} \quad \text{para toda } k = 1, \dots, p.$$

Suponiendo Σ conocida, la región de rechazo quedaría determinada por las mismas desigualdades pero sustituyendo a_{kk} por σ_{kk} y $t_{\alpha,r}$ por z_α . De hecho, Sasabuchi [12] probó que en este caso, ésta es la prueba del cociente de verosimilitudes de tamaño α para probar (3). Ahora, la probabilidad de rechazar H_0 cuando $\mu_X = \mu_Y$ es

$$P_{\mu_X = \mu_Y}(\text{rechazar } H_0) = P_{\mu_X = \mu_Y} \left(\frac{\delta \bar{X}_k - \bar{Y}_k}{\sqrt{\sigma_{kk} \left(\frac{\delta^2}{n} + \frac{1}{m} \right)}} \geq z_\alpha, \frac{\delta \bar{Y}_k - \bar{X}_k}{\sqrt{\sigma_{kk} \left(\frac{1}{n} + \frac{\delta^2}{m} \right)}} \geq z_\alpha \text{ para toda } k \right). \quad (10)$$

Las desigualdades del lado derecho de (10) se pueden escribir como

$$\frac{\delta \bar{X}_k - \bar{Y}_k - (\delta \mu_{Xk} - \mu_{Yk})}{\sqrt{\sigma_{kk} \left(\frac{\delta^2}{n} + \frac{1}{m} \right)}} \geq z_\alpha - \frac{\delta \mu_{Xk} - \mu_{Yk}}{\sqrt{\sigma_{kk} \left(\frac{\delta^2}{n} + \frac{1}{m} \right)}}, \quad \frac{\delta \bar{Y}_k - \bar{X}_k - (\delta \mu_{Yk} - \mu_{Xk})}{\sqrt{\sigma_{kk} \left(\frac{1}{n} + \frac{\delta^2}{m} \right)}} \geq z_\alpha - \frac{\delta \mu_{Yk} - \mu_{Xk}}{\sqrt{\sigma_{kk} \left(\frac{1}{n} + \frac{\delta^2}{m} \right)}},$$

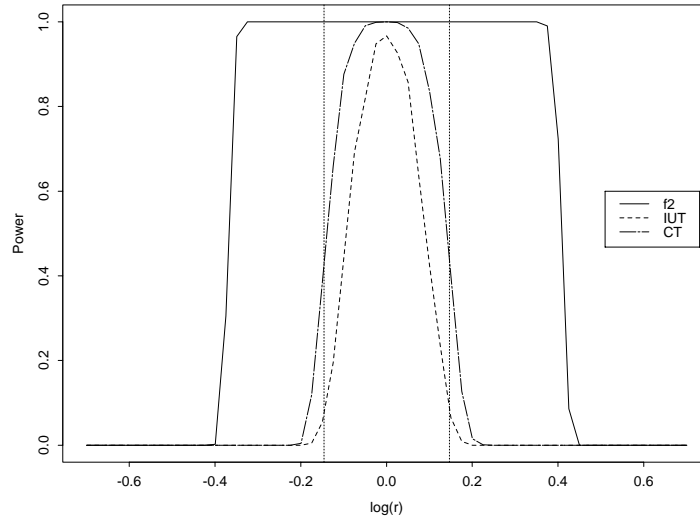


Figura 3. Comparación de la potencia entre la f_2 , IUT y CT, $n = m = 45$.

y cuando $\mu_X = \mu_Y$ y los tamaños de muestra son los mismos para ambos, el medicamento de referencia y el de prueba, i.e., $n = m$, obtenemos

$$\frac{\delta \bar{X}_k - \bar{Y}_k - \mu_k(\delta - 1)}{\sqrt{\frac{\sigma_{kk}(\delta^2 + 1)}{n}}} \geq z_\alpha - \frac{\mu_k(\delta - 1)}{\sqrt{\frac{\sigma_{kk}(\delta^2 + 1)}{n}}}, \quad \frac{\delta \bar{Y}_k - \bar{X}_k - \mu_k(\delta - 1)}{\sqrt{\frac{\sigma_{kk}(1 + \delta^2)}{n}}} \geq z_\alpha - \frac{\mu_k(\delta - 1)}{\sqrt{\frac{\sigma_{kk}(1 + \delta^2)}{n}}}.$$

Sean $Z_{1k} = \frac{\delta \bar{X}_k - \bar{Y}_k - \mu_k(\delta - 1)}{\sqrt{\frac{\sigma_{kk}(1 + \delta^2)}{n}}}$ y $Z_{2k} = \frac{\delta \bar{Y}_k - \bar{X}_k - \mu_k(\delta - 1)}{\sqrt{\frac{\sigma_{kk}(\delta^2 + 1)}{n}}}$, entonces cada Z_{1k} y cada Z_{2k} son normales estándar, aunque no independientes. De hecho, el vector $Z = (Z_{11}, Z_{12}, \dots, Z_{1p}, Z_{21}, Z_{22}, \dots, Z_{2p})'$ tiene una distribución $N_{2p}(\mathbf{0}, P)$, donde

$$P = \begin{pmatrix} \rho & \frac{-2\delta}{1+\delta^2} \rho \\ \frac{-2\delta}{1+\delta^2} \rho & \rho \end{pmatrix}$$

y ρ es la matriz de correlaciones común de las X_i 's y las Y_j 's. Por lo tanto la probabilidad de rechazar cuando las medias son iguales se puede expresar como

$$P \left(Z_{1k} \geq z_\alpha - \frac{\mu_k(\delta - 1)}{\sqrt{\frac{\sigma_{kk}(\delta^2 + 1)}{n}}}, \quad Z_{2k} \geq z_\alpha - \frac{\mu_k(\delta - 1)}{\sqrt{\frac{\sigma_{kk}(\delta^2 + 1)}{n}}} \quad \text{para toda } k \right).$$

Notemos que esta probabilidad depende sólo de δ, n y el coeficiente de variación en cada tiempo ($CV_k = \frac{\sqrt{\sigma_{kk}}}{\mu_k}$). Observamos además que esta probabilidad es decreciente con respecto a cada CV_k .

Restringimos nuestra atención a un solo par de variables, Z_{1k} y Z_{2k} para una k fija, para encontrar una cota inferior del tamaño de muestra para obtener una probabilidad de rechazar de al menos $1 - \beta$ cuando los perfiles coinciden. El vector aleatorio $(Z_{1k}, Z_{2k})'$ tiene una distribución normal bivariada con media $\mathbf{0}$ y matriz de varianzas y covarianzas

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{-2\delta}{1+\delta^2} \\ \frac{-2\delta}{1+\delta^2} & 1 \end{pmatrix}.$$

Para $\delta = 1.15$ la cantidad $\frac{-2\delta}{1+\delta^2}$ es menor que -0.99 y entonces, para $b < 0$, $P(Z_{1k} \geq b, Z_{2k} \geq b) \approx 1 - 2P(Z < b)$ para $Z \sim N(0,1)$. Por lo tanto podríamos usar $-z_{\beta/2}$ en lugar de b para obtener $P(Z_{1k} \geq b, Z_{2k} \geq b) \approx 1 - \beta$.

Se calcularon los valores de $P(Z_{1k} \geq b, Z_{2k} \geq b)$ para diferentes b 's y se compararon con $1 - 2P(Z < b)$ para $\delta = 1.15$. Los valores coinciden hasta en cuatro decimales si $b \leq -0.3$. El valor de b casi siempre se escoge para obtener una probabilidad (potencia) de .8 ó .9, lo cual pasa para $b < -1.3$. Así que la aproximación es definitivamente adecuada en este caso. De hecho, de la desigualdad de Bonferroni,

$$P(Z_{1k} \geq b, Z_{2k} \geq b) \geq 1 - 2P(Z < b)$$

así que, usar $b = -z_{\beta/2}$ es ligeramente conservador.

Tenemos, por ende

$$z_{\alpha} - \frac{(\delta - 1)\sqrt{n}}{CV_k \sqrt{1 + \delta^2}} = -z_{\beta/2}$$

y resolviendo para n obtenemos

$$n = \frac{(z_{\alpha} + z_{\beta/2})^2 (CV_k)^2 (1 + \delta^2)}{(\delta - 1)^2}.$$

Notemos que el valor de n es una función creciente de CV_k , y por lo tanto al usar el valor más grande de CV_k obtenemos un valor de n que asegurará las probabilidades $P(Z_{1k} \geq b, Z_{2k} \geq b) \geq 1 - \beta$ para toda $k = 1, 2, \dots, p$, esto nos lleva a la fórmula (8). El valor de n que se obtiene con la fórmula (8) es sólo una cota inferior para el valor requerido para alcanzar la probabilidad dada en (9).

Ahora, para $\delta = 1.15$, $z_{\alpha} = 1.645$, $z_{\beta/2} = 1.645$ (que corresponde a una potencia de .9) y $CV_k^* = .2$ en (8), obtenemos $n \approx 45$.

Para $n = 12$, $\delta = 1.15$, $z_{\alpha} = 1.645$ y $CV_k^* = .1436$ que es el valor mayor de los coeficientes de variación en nuestra simulación, obtenemos $z_{\beta/2} = .728$ y entonces la probabilidad de rechazar cuando los perfiles coinciden es aproximadamente .5346. Este valor es cercano a lo que obtuvimos en nuestra simulación (Figura 1).

Con los mismos valores dados y $n = 20$ obtenemos que la potencia deberá ser cercana a .8444 y para $n = 45$ la potencia deberá ser aproximadamente .9968. Estos valores son cercanos a los valores para la potencia que observamos en las Figuras 2 y 3 para $\log(r) = 0$ en nuestra simulación.

6. Conclusiones

Los métodos f_2 y CT son procedimientos recomendados por la FDA para probar la equivalencia de dos perfiles de disolución, sin embargo, la probabilidad de declarar que dos perfiles son equivalentes cuando no lo son es alta con el método CT y aún mayor cuando se usa la medida f_2 .

Podríamos usar la T^2 de Hotelling o modelos lineales de efectos mixtos, pero estos métodos declararían que los perfiles no son equivalentes con una alta probabilidad aún cuando los perfiles difieren por no más del 15% en cada tiempo.

La prueba IUT presentada aquí controla ambos aspectos. Al establecer el nivel de la prueba, la probabilidad de declarar que dos perfiles son equivalentes cuando no lo son es cuando mucho α , y estableciendo las hipótesis como (3) y usando un tamaño de muestra adecuado, la probabilidad de declarar la equivalencia de dos perfiles correctamente puede ser tan grande como se desee ($n = 45$ nos dará una probabilidad de alrededor de .90 cuando $CV_k^* \leq .2$).

Referencias

- [1] S. Anderson y W. W. Hauck. A New Procedure for Testing Equivalence in Comparative Bioavailability and Other Clinical Trials. *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 12:2663–2692, 1983
- [2] R. L. Berger. Multiparameter Hypothesis Testing and Acceptance Sampling. *Technometrics*, 24:295–300, 1982
- [3] R. L. Berger and J. C. Hsu. Bioequivalence Trials, Intersection-Union Tests and Equivalence Confidence Sets. *Statistical Science*, 11:283–319, 1996.
- [4] G. Casella y R. L. Berger. *Statistical Inference*. Brooks/Cole Publishing Company, 1990
- [5] FDA. *Guidance for Industry, Immediate Release Solid Oral Dosage Forms. Scale-Up and Postapproval Changes: Chemistry, Manufacturing, and Controls; In Vitro Dissolution Testing, and In Vivo Bioequivalence Documentation*. U.S. Department of Health and Human Services, FDA, CDER, Noviembre 1995
- [6] FDA. *Guidance for Industry: Dissolution Testing of Immediate Release Solid Oral Dosage Forms*. U.S. Department of Health and Human Services, FDA, CDER, Agosto 1997
- [7] FDA. *Guidance for Industry, SUPAC-MR: Modified Release Solid Oral Dosage Forms. Scale-Up and Postapproval Changes: Chemistry, Manufacturing, and Controls; In Vitro Dissolution Testing and In Vivo Bioequivalence Documentation*. U.S. Department of Health and Human Services, FDA, CDER, Septiembre 1997
- [8] W. W. Hauck y S. Anderson. A New Statistical Procedure for Testing Equivalence in Two-Group Comparative Bioavailability Trials. *Journal of Pharmacokinetics and Biopharmaceutics*, 12:83–91, 1984
- [9] Eugene M. Laska y Morris J. Meisner. Testing Whether an Identified Treatment is Best. *Biometrics*, 45:1139–1151, 1989
- [10] J. W. Moore y H. H. Flanner. Mathematical Comparison of Dissolution Profiles. *Pharmaceutical Technology*, pp 64-74, 1996
- [11] T. O'Hara, A. Dunne, A. Kinahan, S. Cunningham, P. Strak y J. Devane. Review of Methodologies for the Comparison of Dissolution Profile Data. En *In Vitro-In Vivo Correlations*, 167–171, 1997
- [12] S. Sasabuchi. A Test for a Multivariate Normal Mean with Composite Hypotheses Determined by Linear Inequalities. *Biometrika*, 67:429–439, 1980
- [13] S. Sasabuchi. A Multivariate Test with Composite Hypotheses Determined by Linear Inequalities when the Covariance Matrix has an Unknown Scale Factor. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Ser. A.*, 42:9–19, 1988
- [14] S. Sasabuchi. A Multivariate One-Sided Test with Composite Hypotheses when the Covariance Matrix is Completely Unknown. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Ser. A*, 42:37–46, 1988
- [15] D. J. Schuurmann. A Comparison of the Two One-Sided Tests Procedure and the Power Approach for Assessing the Equivalence of Average Bioavailability. *Journal of Pharmacokinetics and Biopharmaceutics*, 15:657–680, 1987

MONITOREO DE PROPORCIONES MUY PEQUEÑAS

José G. Ríos Alejandro, Juan R. Olivo González¹

En este trabajo se desarrolla una carta CUSUM para monitorear la proporción de productos no conformes, considerando proporciones muy pequeñas de partes por millón. Su desempeño se evalúa mediante el promedio de longitud de corrida, el cual es estimado mediante simulación. Se hace un estudio comparativo de desempeño con cambios tipo escalón con la carta tipo Shewhart sugerida por Nelson. Se observa que la carta CUSUM presentada aquí tiene un desempeño muy superior sobre todo para incrementos de hasta 36 veces la proporción de productos no conformes que se desea detectar (p_1).

Palabras clave: Productos no conformes, Control de calidad, Carta CUSUM, Promedio de Longitud de Corrida, Simulación, Partes por Millón, Cambio Tipo Escalón.

1. Introducción

En algunos procesos de manufactura, los productos fabricados se clasifican como “pasa” o “no pasa”. Aquí es importante monitorear la proporción de productos que “no pasan”, o “productos no conformes”. Con el avance tecnológico actual, esta proporción de productos no conformes puede ser muy pequeña, en el rango de partes por millón (PPM). Las cartas de control típicas para monitorear la proporción de productos no conformes son la carta np y la carta p , las cuales son de poca utilidad cuando p es muy pequeño, de la magnitud de PPM [1].

Nelson [2] propone monitorear proporciones muy pequeñas mediante la variable X , la cual se define como el número de productos inspeccionados hasta que aparece un producto no conforme, a la cual se le aplica la transformación $Y = X^{0.27777}$, donde Y tiene una distribución aproximadamente normal. Finalmente, Y se monitorea a través de una carta \bar{Y} . McCool y Joyner-Motley [3] proponen la transformación $Z = \ln(X)$ y aplicar una carta \bar{Z} , así también para mejorar el desempeño sugieren aplicar una carta EWMA (ver [1]) a Y .

En este trabajo se propone una carta CUSUM para una distribución geométrica denominada CUSUMG, con el objetivo de monitorear la proporción de productos no conformes. Esta carta es aplicada directamente a la variable X , con ello se evitaría la posible distorsión sobre X al aplicarle una transformación matemática. Se evalúa su desempeño con el promedio de longitud de corrida (PLC) el cual es estimado mediante simulación.

2. Metodología

Sea p_0 la proporción de productos no conformes del proceso bajo control, y sea p_1 la proporción de productos no conformes (fuera de control) que es importante detectar rápidamente, donde $p_1 > p_0$.

¹ Dr. José Guadalupe Ríos Alejandro: Profesor del Departamento de Matemáticas del ITESM Campus Monterrey, jrios@campus.mty.itesm.mx.
Ing. Juan René Olivo González: estudiante de posgrado del ITESM Campus Monterrey.

Suponiendo independencia en los resultados de la inspección, entonces X tiene una distribución geométrica. Es bien conocido que la distribución geométrica es un elemento de la familia exponencial [4].

El estadístico de la CUSUM para un miembro de la familia exponencial está dado por [5]

$$D_n = \max\{ 0, D_{n-1} + Z_n \} \text{ para } n = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

donde

$$Z_n = \ln\left(\frac{f(x_n, \theta_1)}{f(x_n, \theta_0)}\right) \quad (2)$$

además, x_n son los valores consecutivos de la variable X que se van registrando al hacer el monitoreo y $D_0 = 0$. Se da la señal de alarma cuando $D_n > h$, donde h es una constante que se determina de acuerdo al PLC deseado. Aquí θ_0 es el parámetro del proceso bajo control (p_0) y θ_1 es el valor del parámetro (proceso fuera de control, p_1) que se desea detectar rápidamente.

Para la distribución geométrica se tiene que [4]

$$f(x, p) = p(1 - p)^{x-1}, \quad x = 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

luego sustituyendo (3) en (2) se tiene que

$$Z_n = \ln\left(\frac{p_1(1 - p_1)^{x_n-1}}{p_0(1 - p_0)^{x_n-1}}\right) = (x_n - 1)\ln\left(\frac{1 - p_1}{1 - p_0}\right) + \ln\left(\frac{p_1}{p_0}\right) \quad (4)$$

finalmente, el estadístico de la carta CUSUM para una distribución geométrica (que aquí llamaremos CUSUMG) se obtiene sustituyendo (4) en (1) quedando;

$$D_n^+ = \max\left\{0, D_{n-1}^+ + (x_n - 1)\ln\left(\frac{1 - p_1}{1 - p_0}\right) + \ln\left(\frac{p_1}{p_0}\right)\right\} \text{ para } n=1, 2, \dots \quad (5)$$

aquí se usa la notación D_n^+ en lugar de D_n para indicar que se trata de detectar un incremento en el valor de p_0 .

Similarmente, para detectar una reducción en el valor de p_0 ($p_2 < p_0$), solamente en (5) p_1 se sustituye por p_2 quedando el estadístico;

$$D_n^- = \max\left\{0, D_{n-1}^- + (x_n - 1)\ln\left(\frac{1 - p_2}{1 - p_0}\right) + \ln\left(\frac{p_2}{p_0}\right)\right\} \text{ para } n=1, 2, \dots \quad (6)$$

aquí se usa la notación D_n^- para indicar que se trata de detectar una reducción en el valor de p_0 .

Si se desea detectar ambos tipos de cambio un incremento o una reducción en el valor de p_0 entonces se aplican simultáneamente D_n^+ y D_n^- y se da la señal de alarma cuando $D_n^+ > h$ o $D_n^- > h$. Entonces se dice que se tiene una CUSUM bilateral. En este trabajo se considera la CUSUMG bilateral.

A continuación se ilustra la aplicación de una CUSUMG bilateral en datos hipotéticos. Sea $p_0 = 5$ PPM, $p_1 = 8$ PPM y $p_2 = 2$ PPM. La tabla 1 muestra los valores observados de X y los valores de D_n^+ y D_n^- .

n	x_n	D_n^+	D_n^-
1	248781	0	0
2	278223	0	0
3	407795	0	0.307096
4	993083	0	2.370061
5	100378	0.16887067	1.754903
6	1048767	0	3.984921
7	70092	0.25972926	3.278904
8	296747	0	3.252854

Tabla 1. Cálculo de D_n^+ y D_n^- al aplicar la carta CUSUMG.

De la tabla 1 vemos que el primer valor registrado de X es 248781, el segundo valor es 278223, etc. En la tercera columna aparecen los valores de D_n^+ , los cuales se calculan usando (5). Para calcular D_1^+ se tiene que $D_0^+ = 0$, luego;

$$D_1^+ = \max\{0, 0 + (248781 - 1) \ln[(1 - 0.000008)/(1 - 0.000005)] + \ln(0.000008/0.000005)\} = 0$$

para calcular D_2^+ se tiene que;

$$D_2^+ = \max\{0, 0 + (278223 - 1) \ln[(1 - 0.000008)/(1 - 0.000005)] + \ln(0.000008/0.000005)\} = 0$$

etc. Al calcular D_5^+ se tiene que;

$$D_5^+ = \max\{0, 0 + (100378 - 1) \ln[(1 - 0.000008)/(1 - 0.000005)] + \ln(0.000008/0.000005)\} = 0.169$$

y así sucesivamente se va calculando D_n^+ .

En la cuarta columna de la tabla 1 aparecen los valores de D_n^- los cuales se obtienen con (6). Para calcular D_1^- se tiene que $D_0^- = 0$, luego;

$$D_1^- = \max\{0, 0 + (248781 - 1) \ln[(1 - 0.000002)/(1 - 0.000005)] + \ln(0.000002/0.000005)\} = 0$$

para calcular D_2^- se tiene que;

$$D_2^- = \max\{0, 0 + (278223 - 1) \ln[(1 - 0.000002)/(1 - 0.000005)] + \ln(0.000002/0.000005)\} = 0$$

para calcular D_3^- se tiene que;

$$D_3^- = \max\{0, 0 + (407795 - 1) \ln[(1 - 0.000002)/(1 - 0.000005)] + \ln(0.000002/0.000005)\} = 0.307$$

y así sucesivamente se va calculando D_n^- . Se da la señal de alarma cuando $D_n^+ > h$, o cuando $D_n^- > h$.

En este trabajo se consideran cartas CUSUMG bilaterales donde $p_1 = 1.4 p_0$ y $p_2 = 0.6 p_0$. Es decir, se consideran incrementos y decrementos del 40% de p_0 . Por supuesto que el usuario puede cambiar este criterio a su conveniencia. Además, solo se consideran cambios tipo escalón en el valor de p .

3. Resultados y Discusión

Se evalúa el desempeño de la carta CUSUMG mediante el promedio de longitud de corrida (PLC). Se debe enfatizar que aquí el PLC no es el número promedio de productos inspeccionados hasta que se da la señal de alarma, sino que es el número promedio de veces que se registraron valores de X hasta que se da la señal de alarma. El PLC se estima mediante simulación de 15000 corridas.

Primeramente se calibra la carta CUSUMG a un PLC de 1323.54 bajo control, que es precisamente el PLC bajo control de la carta tipo Shewhart para Y definida en la introducción ([2],[3]), donde

$$PLC_Y = [1 - \exp\{-5.94 \times 10^{-5}(p/p_0)\} + \exp\{-7.27(p/p_0)\}]^{-1} \tag{7}$$

p es la proporción de productos no conformes bajo el cual se desea conocer el PLC.

Primeramente se considera un $p_0 = 1.0$ PPM, luego $p_1 = 1.4$ PPM y $p_2 = 0.6$ PPM. De la simulación se obtiene que para $h = 4.8831$, $PLC = 1323.67$ con un error estándar de 10.517. Luego, para $p_0 = 5.0$ PPM, se tiene $p_1 = 7.0$ PPM y $p_2 = 3.0$ PPM. De la simulación se obtiene que para $h = 4.883$, $PLC = 1323.57$ con un error estándar de 10.517 y éste mismo valor de h se utiliza también para el resto de los casos.

Tabla 2. PLC de la carta CUSUMG y la que sugiere Nelson.

bajo control: $p=1.0$ PPM			bajo control: $p=5.0$ PPM		
PPM	CUSUMG	NELSON	PPM	CUSUMG	NELSON
0.10	2.54(0.012)	2.07	0.010	1.03(0.001)	1.01
0.20	4.52(0.020)	4.28	0.025	1.07(0.002)	1.04
0.30	7.35(0.033)	8.85	0.050	1.14(0.003)	1.08
0.40	11.42(0.052)	18.31	0.500	2.54(0.012)	2.07
0.50	17.98(0.085)	37.86	1.000	4.52(0.020)	4.28
0.60	29.96(0.156)	78.20	2.000	11.42(0.052)	18.31
0.70	57.81(0.353)	161.14	2.500	17.98(0.085)	37.86
0.80	142.68(1.016)	330.36	3.000	29.96(0.156)	78.20
0.90	485.07(3.787)	669.51	4.000	142.68(1.016)	330.36
1.00	1323.67(10.517)	1323.61	5.000	1323.57(10.517)	1323.61
1.10	611.28(4.485)	2488.75	6.000	229.05(1.428)	4275.10
1.20	229.08(1.428)	4275.10	7.000	84.75(0.339)	8253.98
1.30	123.96(0.615)	6417.33	8.000	54.68(0.156)	9623.44
1.40	84.75(0.339)	8253.98	10.000	36.07(0.068)	8383.81
1.50	65.72(0.219)	9305.60	20.000	21.234(0.016)	4209.25
1.60	54.68(0.156)	9623.44	25.000	19.60(0.011)	3367.50
1.70	47.51(0.120)	9499.76	50.000	16.99(0.005)	1684.00
1.80	42.53(0.097)	9175.29	250.000	15.09(0.005)	337.20

En la tabla 2 se presenta el PLC estimado de la carta CUSUMG y el PLC de la carta propuesta por Nelson, el cual es obtenido con (7). En el paréntesis aparece el error estándar del PLC estimado de la carta CUSUMG. En este caso se consideran proporciones de productos no conformes de 1.0 y 5.0 PPM si el proceso está bajo control. Se observa que la carta CUSUMG supera por mucho el desempeño de la carta de Nelson, y esto es más evidente sobre todo cuando la proporción de productos no conformes se incrementa.

Similarmente, en la tabla 3 se presenta el PLC estimado de la carta CUSUMG y el PLC de la carta propuesta por Nelson. En este caso se consideran proporciones de productos no conformes de 10.0 y 20.0 PPM si el proceso está bajo control. Se observa que la carta CUSUMG supera por mucho el desempeño de la carta de Nelson, y esto es más evidente sobre todo cuando la proporción de productos no conformes se incrementa.

Tabla 3. PLC de la carta CUSUMG y la que sugiere Nelson (continuación de la tabla 2).

bajo control: p=10.0 PPM			bajo control: p=20.0 PPM		
PPM	CUSUMG	NELSON	PPM	CUSUMG	NELSON
1.00	2.54(0.012)	2.07	11.00	22.85(0.113)	54.42
2.00	4.52(0.020)	4.28	12.00	29.96(0.156)	78.20
3.00	7.35(0.033)	8.85	13.00	40.80(0.228)	112.30
4.00	11.42(0.052)	18.31	14.00	57.81(0.353)	161.14
5.00	17.98(0.085)	37.86	15.00	87.22(0.579)	230.94
6.00	29.96(0.156)	78.20	16.00	142.69(1.016)	330.36
7.00	57.81(0.353)	161.14	17.00	253.57(1.921)	471.26
8.00	142.68(1.016)	330.36	18.00	485.07(3.787)	669.51
9.00	485.07(3.787)	669.51	19.00	924.07(7.403)	945.46
10.00	1323.57(10.517)	1323.61	20.00	1323.57(10.517)	1323.61
11.00	611.20(4.485)	2488.75	21.00	1084.09(8.657)	1830.39
12.00	229.053(1.428)	4275.10	22.00	611.16(4.485)	2488.75
13.00	123.96(0.615)	6417.33	23.00	355.87(2.441)	3308.68
14.00	84.75(0.339)	8253.98	24.00	229.02(1.428)	4275.10
15.00	65.71(0.219)	9305.60	25.00	161.40(0.897)	5338.53
16.00	54.68(0.156)	9623.44	26.00	123.93(0.615)	6417.33
20.00	36.07(0.068)	8383.81	30.00	65.71(0.219)	9305.60
50.00	19.60(0.011)	3367.50	50.00	28.27(0.039)	6733.93

Sin embargo se debe subrayar que el PLC de la carta CUSUMG está acotado cuando la proporción de productos no conformes se incrementa. De (5) se tiene que si la proporción de productos no conformes se incrementa, entonces el valor esperado de x_n se aproxima a 1, y en consecuencia el valor de D_n^+ tiene un incremento constante de $\ln(p_1 / p_0)$. Luego, el PLC mínimo es $\frac{h}{\ln(p_1 / p_0)}$

Como en este trabajo se considera que $p_1/p_0 = 1.4$ y $h = 4.833$, entonces el PLC mínimo (para la CUSUMG diseñada en este trabajo) cuando p se incrementa es de $4.833/\ln(1.4) = 14.51$. En nuestras simulaciones se observa que cuando la proporción de productos no conformes es $36p_1$, entonces el PLC es 15, valor muy cercano a 14.51. Luego, (a nivel de conjetura) se tiene que si la proporción de productos no conformes es 36 veces el valor de p_1 , entonces ya estamos cerca del valor mínimo del PLC. Lo anterior se debe tomar en cuenta a la hora de diseñar una carta CUSUMG.

La tabla 4 presenta la estimación del PLC bajo control de una carta CUSUMG para algunos valores de h . Estos valores fueron estimados mediante simulación y entre paréntesis aparece el error estándar. Esta tabla puede ser útil al usuario al momento de determinar una h para un PLC bajo control que le sea conveniente. Debemos recordar que los valores de la tabla 4 corresponden a una carta CUSUMG

bilateral con $p_1 = 1.4p_0$ y $p_2 = 0.6p_0$, es decir, una carta diseñada para detectar rápidamente incrementos y decrementos del 40% del valor de p_0 .

Tabla 4. PLC de la carta CUSUMG para algunos valores de h .

Valor de h	PLC
3.9385	500.53(3.408)
4.6000	1004.96(8.032)
4.6500	1054.87(8.492)
4.7000	1105.29(8.833)
4.7500	1167.89(9.355)
4.8831	1323.67(10.517)
4.8000	1218.60(9.756)
4.8500	1280.39(10.196)
4.9000	1346.25(10.678)
4.9500	1417.24(11.308)
5.0000	1494.25(10.271)

4. Conclusiones

En este trabajo se ha propuesto la carta CUSUMG para monitorear la proporción de productos no conformes de un proceso. Se consideraron cartas CUSUMG bilaterales diseñadas para detectar incrementos y decrementos del 40% de la proporción nominal. Se estimó su desempeño mediante el PLC comparándolo con el desempeño de la carta tipo Shewhart propuesta por Nelson. Se observa un desempeño muy superior a la carta propuesta por Nelson, sobre todo cuando se incrementa la proporción de productos no conformes. Sin embargo tiene la limitación de que el PLC esta acotado cuando se incrementa la proporción de defectuosos, donde a nivel de conjetura se observa que cuando la proporción de defectuosos es 36 veces el valor de p_1 , entonces el PLC ya está muy cercano a la cota correspondiente. Pero esta desventaja se podría minimizar incrementando el valor de p_1 . También se presenta una tabla de estimaciones del PLC para diferentes valores de h .

5. Referencias

- [1] Montgomery D. C. "Introduction to Statistical Quality Control, 4th Edition", Wiley (2001).
- [2] Nelson L. S. "A Control Chart for Parts-Per-Million Nonconforming Items", Journal of Quality Technology. 26: 239-240 (1994).
- [3] McCool J. I. y Joyner-Motley T. "Control Charts Applicable When the Fraction Nonconforming is Small". Journal of Quality Technology. 30: 240-247 (1998).
- [4] Casella G. y Berger R. L. "Statistical Inference", Duxbury Press (1990).
- [5] Hawkins D. M. y Olwell D. H. "Cumulative Sum Charts and Charting for Quality Improvement", Springer (1998).

OBTENCIÓN DE LA IMAGEN DE UNA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD MEDIANTE UN MAPEO ALEATORIO INVERSO

Iván López Villafranca, Christian Garrigoux

Las fallas de ciertos componentes metálicos son consecuencia del tamaño de unas grietas presentes en dichos componentes. En general sólo se conocen la distribución de probabilidad del tiempo de falla de estos componentes y la ley de crecimiento de la grieta. La distribución de probabilidad del tamaño inicial de la grieta no puede ser conocida directamente dado que estos tamaños iniciales están por debajo del nivel de detección. Surge entonces el problema de determinar la distribución de probabilidad del tamaño inicial de la grieta partiendo del conocimiento de la distribución de probabilidad (observada) de los tiempos de falla y de la ley de crecimiento de las grietas (conocida u observada). Se propone aquí un algoritmo para resolver este problema en el caso donde la expresión de la ley de crecimiento contiene un parámetro aleatorio. Se restringe el estudio al caso de dos posibles valores del parámetro y se plantea el problema en el contexto más general de un mapeo entre dos distribuciones de probabilidad.

Palabras Clave: Distribución de Probabilidad, mapeo, aleatorio, discretización, histograma.

1. Introducción

Cuando los componentes de un sistema se degradan, el incremento en el nivel de degradación puede llevar a falla. Este problema es extenso y heterogéneo dado que cubre muchas áreas donde la naturaleza del componente y el modelo de degradación varían mucho, e.g., ingeniería nuclear, ingeniería eléctrica, ingeniería aeronáutica, etc. Un tratamiento general de este problema con diferentes enfoques, se presenta en varios libros, e. g. , Jorgenson, McCall y Radner, 1967 [1], Barlow y Prochan, 1981 [2], Anders, 1990 [3], etc.

Un caso muy importante surge cuando se considera que la falla del componente resulta de la combinación de fatiga, degradación y proceso de falla (failure Process). Esto incluye el caso más específico donde el nivel de degradación está definido como el tamaño de una grieta la cual crece en la parte de interés y eventualmente alcanza el tamaño de falla (failure size). Muchos aspectos de este problema se muestran en el compendio realizado por Provan, 1987 [4].

La complejidad de este problema depende del número de parámetros involucrados y de la naturaleza aleatoria de éstos. En efecto, si la falla es consecuencia del desarrollo de la grieta, varios parámetros son requeridos para describirla:

- a) El estado de falla de la grieta (en general fijo).
- b) La ley de crecimiento de la grieta (aleatoria).
- c) El estado inicial de la grieta (aleatorio).

A pesar de la realización de experimentos bien controlados de crecimiento de la grieta, la no-homogeneidad de las propiedades de los materiales causa una gran variabilidad estocástica. Varias

aproximaciones han sido desarrolladas para incluir la estocasticidad en el modelo de crecimiento, ver Yang y Donath, 1983 [5], Yang y Chen, 1985 [6], Provan, 1987 [4]. El estado de falla de la grieta en las aproximaciones más sofisticadas considera la longitud crítica de falla de la grieta, asumiendo que la longitud es un parámetro de primera importancia, como una variable aleatoria con una distribución función de la distribución de estrés. También algunos modelos consideran una longitud aleatoria de la fase de inicio, cuando la grieta no se ha formado aún, con una distribución dada, junto con un modelo de crecimiento determinístico, Yang y Chen, 1984 [7] y 1985[6]. Kitagawa e Hisada, 1977 [8], consideran el crecimiento de la grieta con dos parámetros aleatorios. Garrigoux y Meeker, 1994 [9], desarrollan un modelo probabilístico para la confiabilidad en fatiga, y análisis de costo para componentes sujetos a inspecciones periódicas no destructivas, con el cual, se obtienen fórmulas para medidas de confiabilidad como la distribución de probabilidad del tiempo de falla, las probabilidades de rechazo en inspección y la tasa instantánea de fallas.

Todos estos modelos asumen una distribución de probabilidad de la longitud inicial de la grieta con el propósito de obtener la distribución de los tiempos de falla o medidas asociadas. Sin embargo, esta no es en general observable experimentalmente, y así, resulta de interés en ciertos contextos la obtención de la distribución de la longitud inicial de la grieta a partir de la distribución de tiempos de falla observados, el inverso del problema anterior. Este problema es trivial en el caso de degradación determinística, pero se complica si los parámetros de degradación son aleatorios.

En este trabajo presentamos una metodología para generar la distribución de probabilidad teórica (ya que no es observable) de la longitud inicial de la grieta a partir de la distribución de probabilidad conocida del tiempo de falla. Luego averiguamos la validez de esta distribución efectuando un crecimiento de la distribución obtenida y se compara con la distribución del tiempo de falla conocida. En nuestro análisis se consideran dos posibles velocidades de crecimiento (degradación) ponderadas probabilísticamente. El problema está planteado en un marco matemático más general donde una distribución de probabilidad horizontal (de tiempos de falla) es conocida y se busca una distribución de probabilidad vertical (de tamaños inicial de la grieta) que la genere.

2. Metodología

Caso Determinístico: La solución al caso en donde la grieta crece de manera determinística, a partir de un tamaño inicial a_0 hasta alcanzar un tamaño de falla a_f (figura 1), es trivial; simplemente se aplica el método de la transformación de probabilidad a la distribución del tiempo de falla, de manera que:

$$f_{A_0}(a_0) = \begin{cases} g_T[t(a_0)] \left| \frac{dt(a_0)}{da_0} \right| & a_0 \geq 0 \\ 0 & a_0 < 0 \end{cases} \quad (1)$$

donde $t(a_0)$, representa la función creciente monótona que relaciona el tamaño inicial a_0 con el tiempo de falla t , $g_T(t)$ representa la distribución de probabilidad del tiempo de falla y $f_{A_0}(a_0)$ es la distribución de probabilidad del tamaño inicial de la grieta.

Caso No Determinístico: En este caso la grieta crece de manera estocástica. La función de densidad de probabilidad del tiempo de falla queda definida como

$$g_T(t) = \begin{cases} \int_{D(c)} f[a_{0,c}(t)] \left| \frac{da_{0,c}(t)}{dt} \right| f_C(c) dc & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \quad (2)$$

donde $a_{0,c}(t)$ representa la función decreciente monótona que relaciona el tiempo t con el tamaño inicial a_0 , condicionada sobre el valor c del parámetro de la ley de crecimiento (degradación), el cual es

considerado aleatorio, con distribución de probabilidad conocida $f_c(c)$, y estocásticamente independiente del nivel inicial a_0 . $D(c)$ es el dominio del parámetro c . La distribución $g_T(t)$ es conocida, y la incógnita es la función de densidad de probabilidad $f[a_{0,c}(t)]$ del integrando. En esta fórmula, la función incógnita no puede ser despejada.

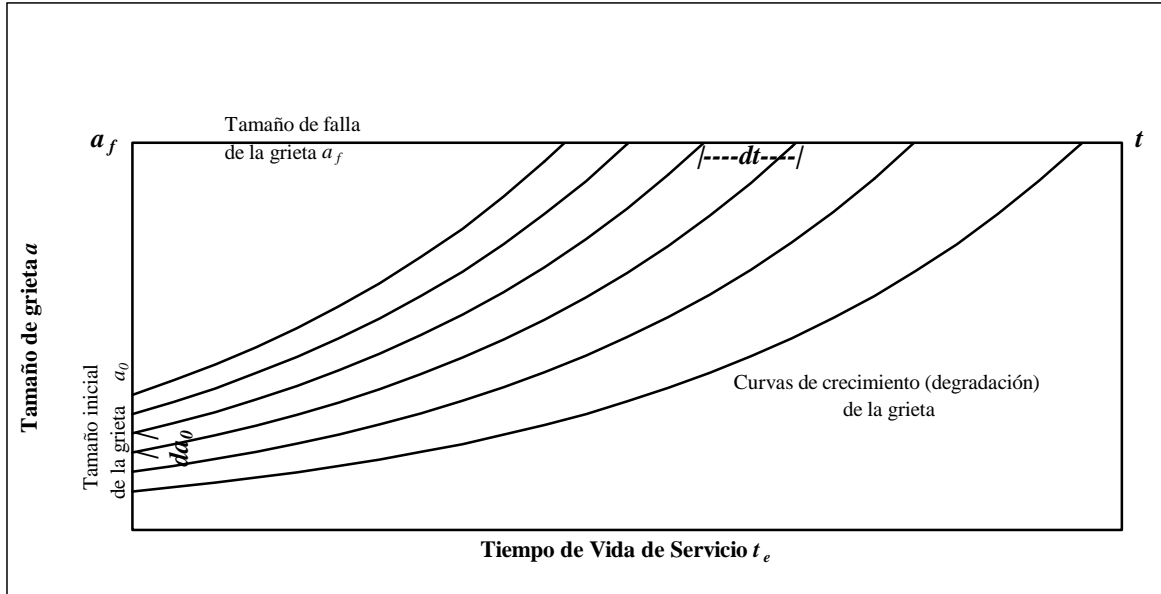


Figura 1. Curvas de crecimiento (degradación) de la grieta y relación entre da_0 y dt .

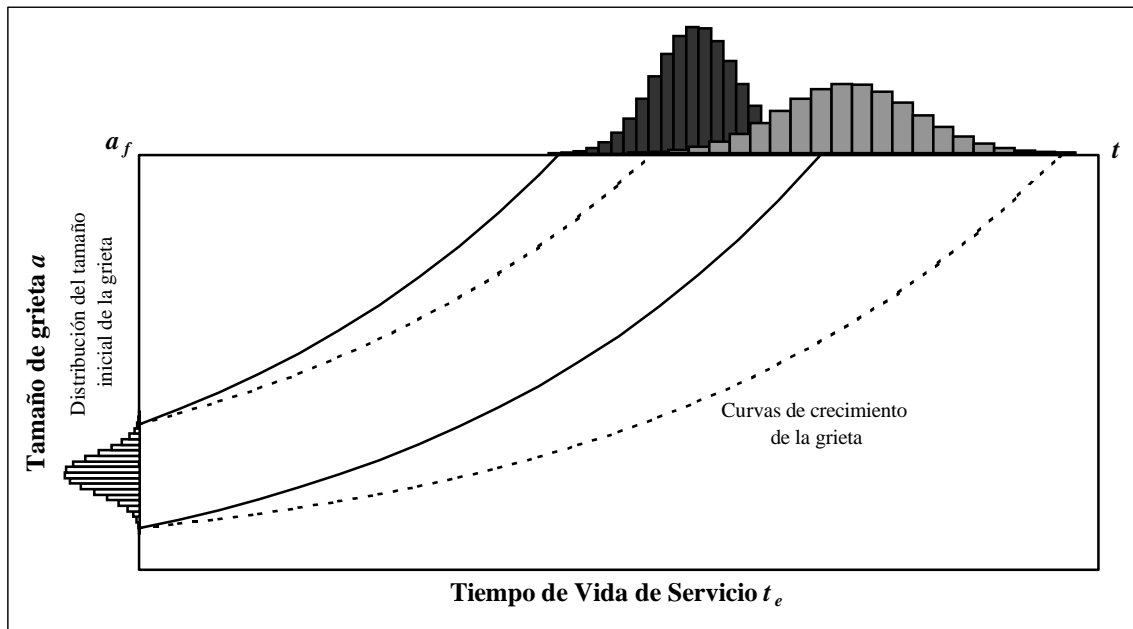


Figura 2. Mapeo de la distribución vertical del tamaño inicial de las grietas bajo 2 diferentes velocidades de crecimiento.

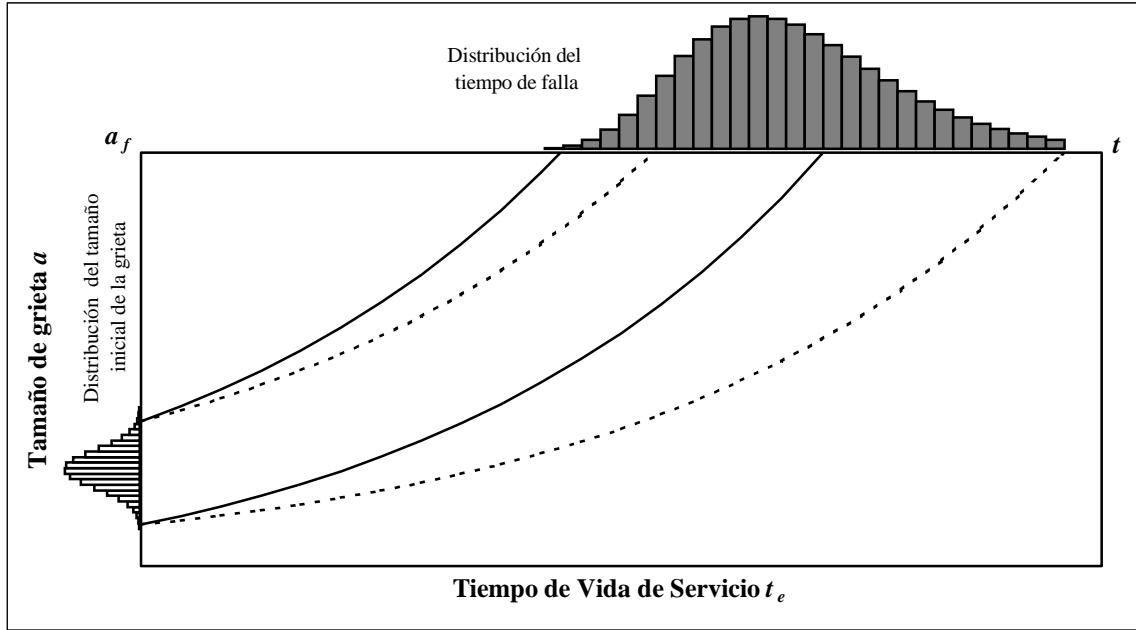


Figura 3. Superposición de los histogramas horizontales generados por la distribución vertical del tamaño inicial de las grietas bajo 2 diferentes velocidades de crecimiento.

La solución propuesta a continuación se basa en la discretización de las funciones de probabilidad. Partimos de una distribución de probabilidad conocida posicionada horizontalmente (tiempos de falla). Nuestra metodología para poder mapear esta distribución horizontal en una distribución de probabilidad vertical (longitud inicial de la grieta), consiste primero en discretizarla en un histograma. De esta manera estamos mapeando un histograma horizontal del que conocemos:

- a) Las probabilidades (frecuencias) asociadas con cada clase
- b) Los límites de clases

en un histograma vertical del cual necesitamos determinar límites de clases y frecuencias tales que el crecimiento de esta distribución bajo diferentes velocidades generará histogramas horizontales cuya superposición dará de nuevo el histograma horizontal inicial. (Figuras 2 y 3)

Discretizando las distribuciones de probabilidad $f[a_{0,c}(t)]$ y $f_c(c)$, y limitándonos al caso en donde sólo existen dos posibles valores $c = v$ (crecimiento lento) y $c = V$ (crecimiento rápido) del parámetro c de la ley de crecimiento, con probabilidades respectivas P_v y P_V la fórmula (2) nos lleva a la expresión siguiente para la probabilidad de fallar en el intervalo (t_{i-1}, t_i) . (ver López [10])

$$P[t \in (t_{i-1}, t_i)] \approx f\left[\frac{a_{0,v}(t_{i-1}) + a_{0,v}(t_i)}{2}\right] [a_{0,v}(t_{i-1}) - a_{0,v}(t_i)] P_V + f\left[\frac{a_{0,v}(t_{i-1}) + a_{0,v}(t_i)}{2}\right] [a_{0,v}(t_{i-1}) - a_{0,v}(t_i)] P_v \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

donde $f\left[\frac{a_{0,v}(t_{i-1}) + a_{0,v}(t_i)}{2}\right] [a_{0,v}(t_{i-1}) - a_{0,v}(t_i)]$ representa la probabilidad aproximada de tener a_0 en el intervalo $[a_{0,v}(t_i), a_{0,v}(t_{i-1})]$.

El problema consiste ahora en encontrar valores de f que satisfagan este sistema de ecuaciones para algún conjunto de valores de $t_0, \dots, t_{i-1}, P_v, P_i$ y de funciones $a_{0,v}(t)$ y $a_{0,v}(t)$ conocidos.

La solución propuesta parte de la construcción de una rejilla de valores de a_0 (figura 4) para la construcción del histograma de $f(a_0)$ donde los valores de a_0 obedecen la relación

$$a_{0,v}(t_i) = a_{0,v}(t_{i-1}) \tag{4}$$

Para más detalles acerca de las propiedades de esta relación ver [10]. Introduciendo (4) en (3) se obtiene

$$P[t \in (t_{i-1}, t_i)] \approx \begin{cases} f \left[\frac{a_{0,v}(t_{i-1}) + a_{0,v}(t_i)}{2} \right] [a_{0,v}(t_{i-1}) - a_{0,v}(t_i)] P_v + f \left[\frac{a_{0,v}(t_{i-2}) + a_{0,v}(t_{i-1})}{2} \right] [a_{0,v}(t_{i-2}) - a_{0,v}(t_{i-1})] P_v & i \geq 2 \tag{5} \\ f \left[\frac{a_{0,v}(t_0) + a_{0,v}(t_1)}{2} \right] [a_{0,v}(t_0) - a_{0,v}(t_1)] P_v & i = 1 \tag{6} \end{cases}$$

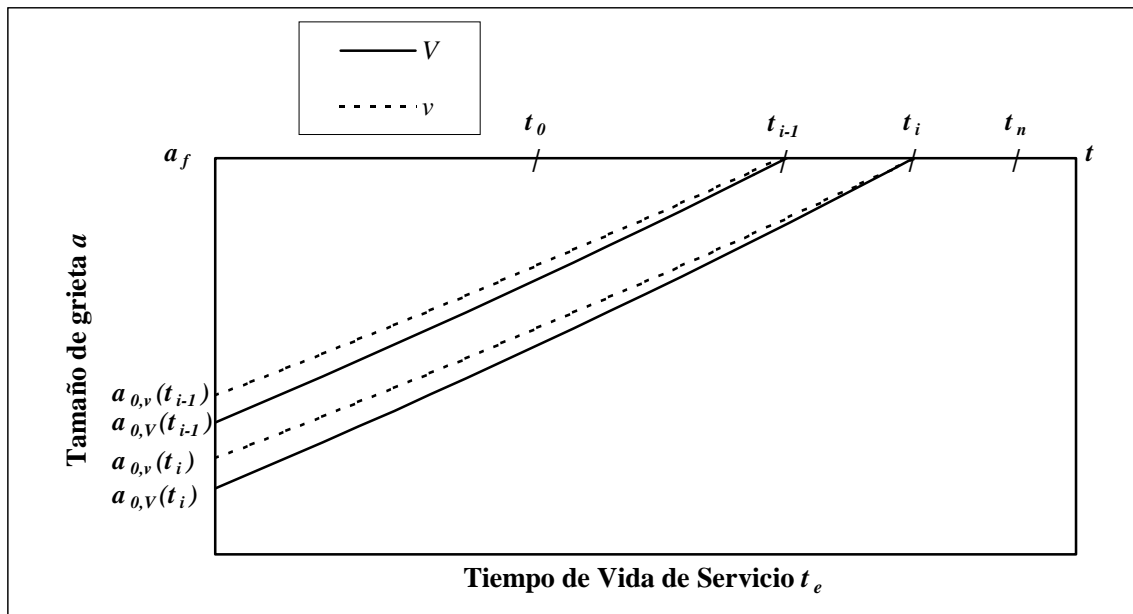


Figura 4. Mapeo de intervalos de a_0 sobre t .

Con las notaciones $P[t \in (t_{i-1}, t_i)] = P^*_i$ y $f \left[\frac{a_{0,v}(t_{i-1}) + a_{0,v}(t_i)}{2} \right] [a_{0,v}(t_{i-1}) - a_{0,v}(t_i)] = P_i$ las ecuaciones (5) y (6) se reducen a

$$P^*_i = P_i P_v + P_{i-1} P_v \quad i = 2, \dots, n \tag{7}$$

$$P^*_1 = P_1 P_v \tag{8}$$

En forma simétrica tenemos

$$P_{n-i+1}^* = P_{n-i+2} P_V + P_{n-i+1} P_v \quad i = 2, \dots, n \quad (9)$$

$$P_n^* = P_n P_v \quad (10)$$

La relación $a_{0,v}(t_i) = a_{0,v}(t_{i-1})$, la cual define el algoritmo de ida y vuelta, nos ha permitido plantear el problema propuesto bajo la forma del sistema de ecuaciones (7), (8), (9) y (10), donde las incógnitas P_i se obtienen en forma directa por iteración y sustitución sucesivas.

3. Resultados y discusión

a. Distribución normal para el tiempo de falla,

$$f(t | \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad -\infty < t < \infty$$

Escogemos arbitrariamente, a manera de ilustración, $V = 0.51$, $P_V = 0.49$, $v = 0.49$, $P_v = 0.51$, $a_f = 50$, $t_0 = 1$ y $t_n = 7$, con un valor de 4 para la media μ y de 0.91 para la desviación estándar σ . Podemos apreciar en la Figura 5 la distribución del tamaño inicial de la grieta generada mediante el algoritmo de ida y vuelta donde $a_{0,0} = 48.3$ y $a_{0,n} = 19.1$.

Como se puede observar en esta figura, la distribución del tamaño inicial generada por el algoritmo es unimodal y tiene un sesgo hacia arriba. En la Figura 6 tenemos la gráfica de la distribución de probabilidad del tiempo de falla original superpuesta a la distribución de probabilidad del tiempo de falla generada a partir del crecimiento de la distribución del tamaño inicial obtenida mediante el algoritmo de ida y vuelta. Estas dos distribuciones se superponen perfectamente.

b. Distribución Weibull para el tiempo de falla,

$$f(t | \alpha, \beta) = \frac{\alpha}{\beta} t^{\alpha-1} e^{-t^\alpha/\beta} \quad 0 \leq t < \infty$$

Escogemos $V = 0.51$, $P_V = 0.47$, $v = 0.49$, $P_v = 0.53$, $a_f = 20$, $t_0 = 1$ y $t_n = 7$, con un valor de 6.95 para el parámetro α y de 1999.50 para el parámetro β . Podemos apreciar en la Figura 7 la distribución del tamaño inicial de la grieta generada mediante el algoritmo de ida y vuelta donde $a_{0,0} = 18.3$ y $a_{0,n} = 12.9$.

Como se puede observar en esta figura, la distribución del tamaño inicial generada por el algoritmo es unimodal y centrada. En la Figura 8 tenemos la gráfica de la distribución de probabilidad del tiempo de falla original superpuesta a la distribución de probabilidad del tiempo de falla generada a partir del crecimiento de la distribución del tamaño inicial obtenida mediante el algoritmo de ida y vuelta. Estas dos distribuciones se superponen perfectamente.

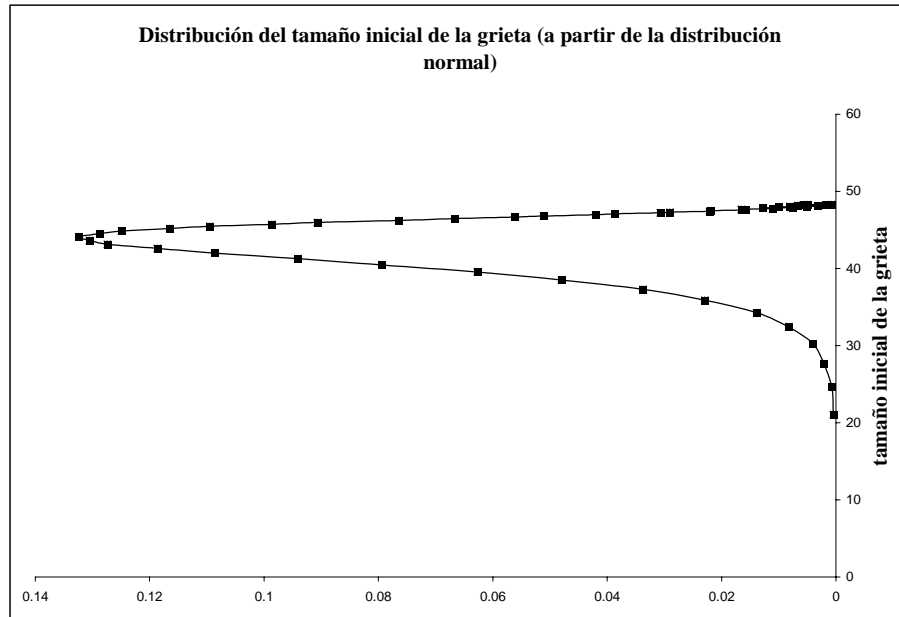


Figura 5. Distribución del tamaño inicial de la grieta obtenida cuando la distribución del tiempo de falla es escogida normal

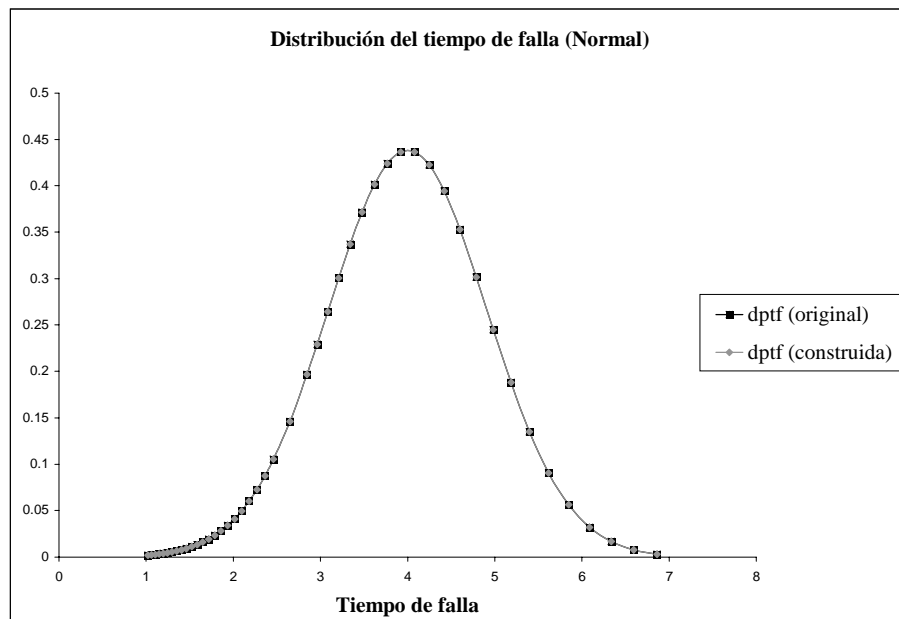


Figura 6. Superposición de las distribuciones del tiempo de falla (dptf) (Caso Normal)

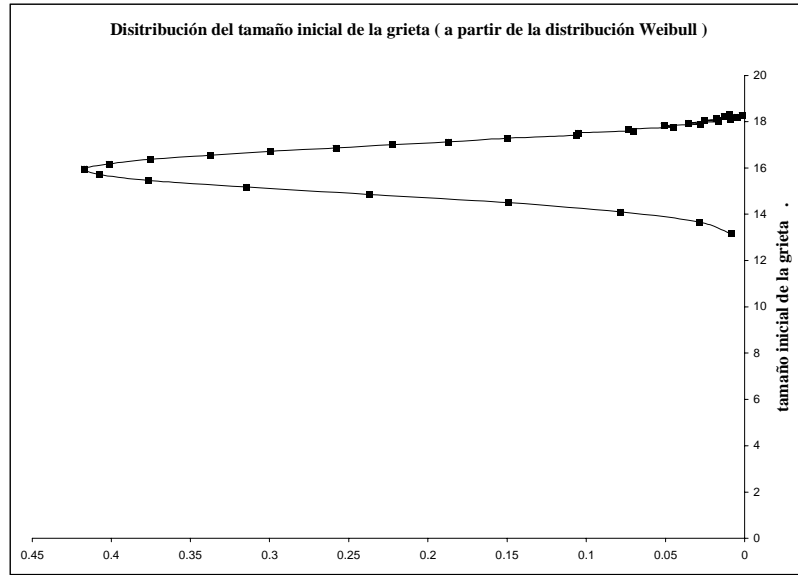


Figura 7. Distribución del tamaño inicial de la grieta obtenida cuando la distribución del tiempo de falla es escogida Weibull

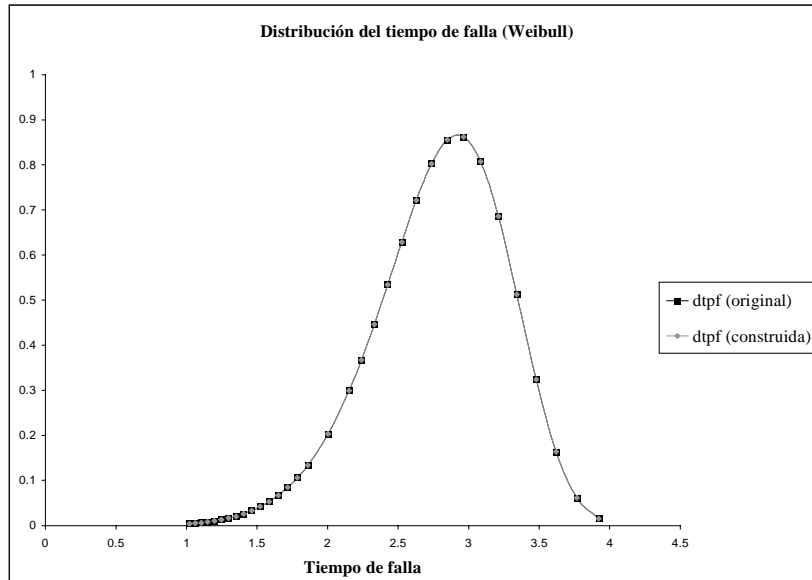


Figura 8. Superposición de las distribuciones del tiempo de falla (dtpf) (Caso Weibull)

c. Este tercer ejemplo es idéntico al ejemplo 1, exceptuando que se asignaron probabilidades desbalanceadas arbitrarias para los valores del parámetro de la ley de crecimiento; $P_V = 0.56$ y $P_V = 0.44$. Se puede apreciar en la Figura 9 la distribución de tamaño inicial de la grieta obtenida cuando se asignan estas probabilidades.

Observamos en esta figura que la distribución de probabilidad del tamaño inicial de la grieta generada por el algoritmo tiene probabilidades negativas. El algoritmo no puede construir la distribución de probabilidad generadora de la distribución normal dada. La “falta” del algoritmo es fácilmente interpretable: la velocidad alta tiene mayor peso probabilístico que la velocidad baja y dado que la distribución de probabilidad del tiempo de falla se generó con la superposición de dos mapeos distintos de la misma distribución generadora, la distribución de probabilidad del tiempo de falla debe tener un sesgo hacia la izquierda incompatible con la simetría de la distribución normal. Por lo tanto el algoritmo se ve forzado a generar probabilidades negativas en la distribución de probabilidad del tamaño inicial de la grieta para compensar la falta de peso probabilístico en la parte izquierda de la distribución de probabilidad del tiempo de falla normal.

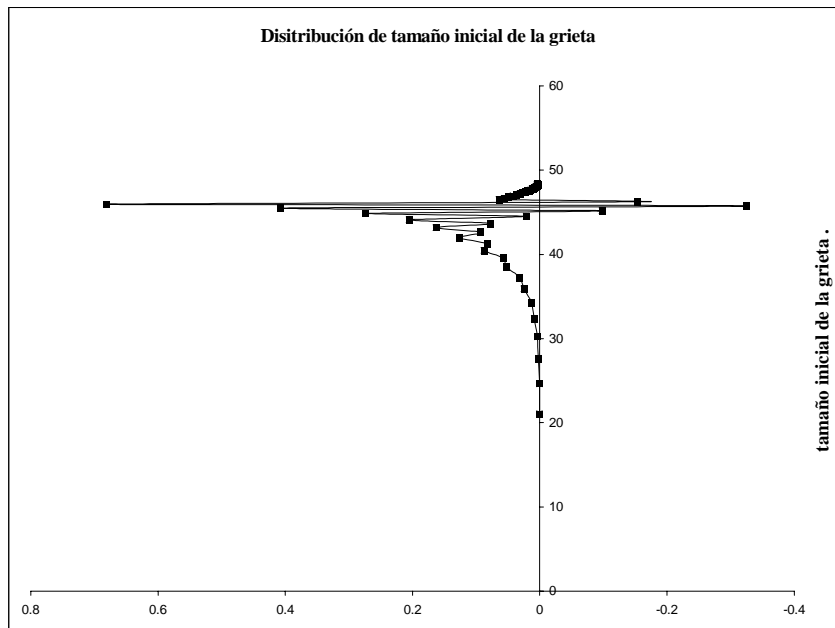


Figura 9. Distribución del tamaño inicial de la grieta para una distribución normal de tiempo de falla con probabilidades de velocidades desbalanceadas

4. Conclusiones

El algoritmo propuesto en este trabajo resulta muy eficiente en cuanto a la precisión y exactitud de las distribuciones de probabilidad generadas. Sin embargo pueden existir dos casos en los que no logra generar la distribución de probabilidad deseada:

- 1) Cuando no existe solución matemática para la combinación de parámetros escogida. En este caso el algoritmo indica la no existencia de solución arrojando, por ejemplo, probabilidades negativas. Dos combinaciones donde lógicamente no puede existir solución se presentan cuando
 - a. Las velocidades de crecimiento son muy diferentes y la distribución de tiempo de falla es una unimodal.
 - b. Cuando las probabilidades asociadas con las velocidades de crecimiento son muy diferentes y se escoge una distribución del tiempo de falla simétrica.

- 2) Para velocidades muy diferentes el algoritmo de ida y vuelta genera intervalos muy grandes que no permiten construir un histograma de función de probabilidad, aunque éste exista.

Quedan abiertas varias líneas de investigación; por ejemplo

- a) La extensión al caso de n velocidades de crecimiento ($n > 2$). El algoritmo presentado aquí se vuelve mucho más complejo al incrementar el número de velocidades. Se está trabajando en el desarrollo de otro algoritmo de mapeo cuya generalización a mayor número de velocidades es menos compleja.
- b) Queda abierta la pregunta de la unicidad de la función generadora de una función de probabilidad dada, con ley de crecimiento dada o por escoger (dos problemas muy distintos).
- c) El problema no tiene solución para ciertas combinaciones de los parámetros; un complemento ideal a este trabajo consistiría en determinar las condiciones bajo las cuales existe una solución (una función de probabilidad generadora).
- d) Otro complemento a este trabajo consistiría en determinar bajo qué condiciones matemáticas el algoritmo tiene la capacidad de construir la función generadora solución cuando esta si existe.

5. Referencias

- [1] Jorgenson, D. W. , McCall, J. J. , and Radner, R. (1967). "Optimal Replacement Policy", Rand McNally & Company, Chicago.
- [2] Barlow, R. E. and Proschan, F. (1975). "Statistical Theory of Reliability and Life Testing Probability Models", New York: Hoilt, Rinehart and Winston, Inc.
- [3] Anders, G. J. (1990) "Probability Concepts in Electric Power Systems", Capítulo IX, John Wiley & Sons, New York
- [4] Provan, J. W. , ed. (1987) "Probabilistic Fracture Mechanics and Reliability", Capítulo II, pp. 457-459, Martinus Nijhoff Publishers, Hingham, MA.
- [5] Yang, J. N. y Donath, R. C. (1983) "Statistical Fatigue Crack Growth Propagation in Fastener Holes Under Spectrum Loading", Journal of Aircraft, 20, pp. 1028-1032.
- [6] Yang, J. N. y Chen, S. (1985a) "Fatigue Reliability of Structural Components Under Scheduled Inspection and repair Maintenance", Probabilistic Methods in the Mechanics of Solids and Structures, Proceedings IUTAM Symposium, Stockholm 1984, Springer, New York, pp. 559-1220.
Yang, J. N. y Chen, S. (1985b) "Fatigue Reliability of Gas Turbine Engine Components under Scheduled Inspection Maintenance", journal of Aircraft, Vol. 22, pp. 415-422.
- [7] Yang, J. N. y Chen, S. (1984a) "Fatigue Reliability of Gas Turbine Engine Components under Scheduled Inspection Maintenance", Proceedings of the 25th AIAA/ASME/ASCE/AHS Structures, Structural Dynamics and Materials Conference, pp. 410-420.
Yang, J. N. y Chen, S. (1984b) "An Exploratory Study of Retirement-for-Cause for Gas Turbine Engine Components", Proceedings of AIAA/ASME/SAE 20th Joint Propulsion Conference, AIAA Paper No. 84-1220.
- [8] Kitagawa, H. y Hisada, T. (1977) " Reliability Analysis of Structures Under Periodic Non-Destructive Inspection", Pressures Vessel Technology, Pt 1, ASME, New York.
- [9] Garrigoux, C. G. and Meeker, W. Q. (1994). "Assessing the effect of In-Service Inspections on the Reliability of Degrading Components", (Recent Advances in Life Testing and Reliability), N. Balakrishnan, ed. , CRC Press.
- [10] López, I. (2001) " Un algoritmo para construir una función de probabilidad generadora, a través de un mapeo aleatorio, de una función de probabilidad dada", Tesis de Maestría en Estadística Aplicada, ITESM, Monterrey, México.

PRONÓSTICO DE MATRÍCULA POR NIVEL EDUCATIVO EN EL SISTEMA ITESM

Raymundo Rodríguez y José Salazar*

El número de alumnos en el sistema ITESM ha venido comportándose de manera diferente en los tres niveles educativos principales (preparatoria, profesional y maestría) a los que se da servicio. En el presente trabajo se estiman ecuaciones de demanda para cada uno de los tres niveles, empleando la técnica de mínimos cuadrados ordinarios. Las ecuaciones obtenidas fueron utilizadas para hacer un ejercicio de pronóstico de la matrícula por nivel educativo en el sistema ITESM para el semestre de agosto a diciembre del 2001.

Palabras Clave: Pronóstico, Demanda, Modelos Inerciales, Modelos Causales.

1. Introducción

Una importante variable en el proceso de planeación estratégica del sistema tecnológico es la matrícula, es decir, el total de alumnos inscritos. Tanto ingresos como infraestructura, así como recursos humanos y otras variables que conforman la estrategia administrativa, se ven afectadas de manera directa por el comportamiento de la misma.

Estudios recientes para los Estados Unidos muestran que tanto la cantidad de alumnos como los ingresos de las universidades y la evolución de las colegiaturas han estado siendo muy influenciadas por prácticas de discriminación de precios [1].

El número de alumnos inscritos en el sistema ITESM, tanto en los niveles de profesional como de preparatoria, ha venido mostrando estacionalidad, con alzas muy claras en los semestres que inician en agosto y bajas en los que empiezan en enero. Esto no ha pasado con tanta claridad en el caso de maestría. Las tres variables muestran una tendencia creciente a diferentes ritmos.

El estudio consiste en la búsqueda de las variables determinantes del número de alumnos inscritos para cada nivel por semestre. Con fundamento en la teoría económica, se probaron las variables estructurales de precios de los servicios educativos (colegiatura) e ingresos de los demandantes de este tipo de servicios. Así mismo, se complementó el análisis con el estudio de variables de series de tiempo (tendencia, estacionalidad y ciclos), que ayudaran a explicar las características que históricamente ha venido mostrando la matrícula para cada nivel educativo.

Las ecuaciones estimadas mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios mostraron un buen ajuste, alcanzando niveles de explicación estadísticamente significativas. Las tres ecuaciones resultantes del análisis hacen ver que el precio o colegiatura, índices nacionales de sueldos y salarios, variable binaria (con valor de 1 en el semestre de agosto y 0 en el de enero), tendencia, estacionalidad y ciclos, fueron suficientes para lograr un alto ajuste entre los datos observados y los pronosticados obtenidos con las ecuaciones estimadas.

2. Metodología

La información referente al número de alumnos por nivel educativo en el sistema ITESM fue proporcionada por personal administrativo del propio instituto. Los datos disponibles consisten en series

- Dr. Raymundo Cruz Rodríguez Guajardo, Profesor del Departamento de Economía del ITESM Campus Monterrey, rrodrig@campus.mty.itesm.mx
- ME José de Jesús Salazar Cantú, Profesor del Departamento de Economía del ITESM Campus Monterrey, jsalazar@campus.mty.itesm.mx

históricas con periodicidad semestral sobre el número de alumnos y los precios o colegiaturas para los niveles de preparatoria, profesional y maestría. El resto de los datos empleados en este estudio fue obtenido de fuentes oficiales y mediante la elaboración propia. La información disponible permitió estudiar lo acontecido con la matrícula en los tres niveles de referencia (preparatoria, profesional y maestría) entre enero de 1984 y enero del 2001.

Considerando que la información disponible consiste en series de tiempo y corresponde a variables que teóricamente guardan una relación causal, es apropiado emplear la técnica estadística – econométrica de mínimos cuadrados en el proceso de estimación, para ello se utilizó la aplicación econométrica EViews. Una metodología muy similar fue empleada por Grip y Young para hacer pronósticos de matrículas en universidades públicas [2]. A continuación se ilustra gráficamente en la figura 1, el comportamiento histórico de la matrícula en los tres niveles educativos¹ y luego en la figura 2 se muestra la evolución de la variable que fue empleada para aproximar los movimientos de los ingresos².

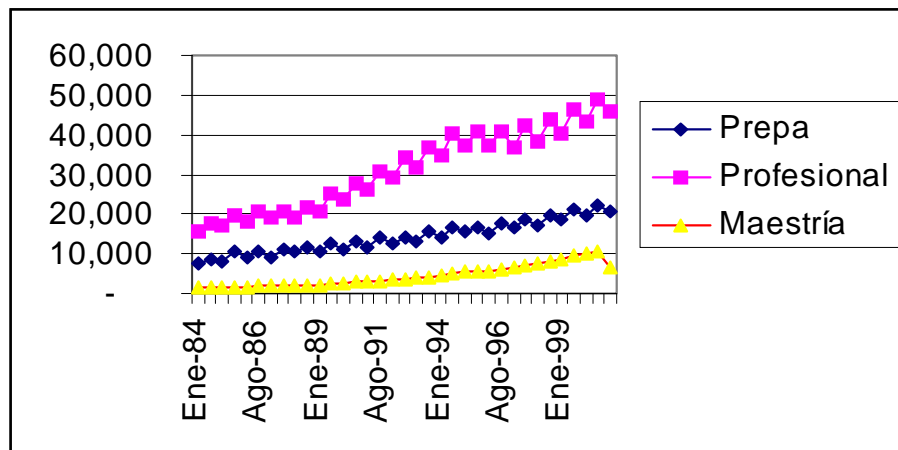


Figura 1. Número de alumnos inscritos por nivel educativo en el sistema ITESM.

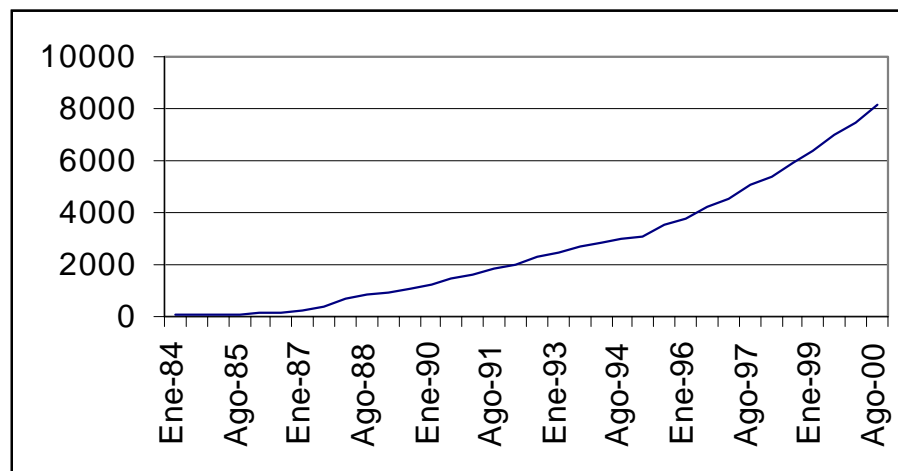


Figura 2. Índice de salarios, sueldos y prestaciones medias de la industria manufacturera, 1995=100.

¹ Los datos fueron proporcionados por autoridades del ITESM, campus Monterrey.

² Indicadores Económicos de Banco de México.

Una vez estimadas las ecuaciones de demanda por nivel educativo y el pronóstico de las variables determinantes para cada nivel, se pudo proceder al pronóstico de la variable bajo estudio.

3. Resultados y Discusión

En la teoría económica sobre la demanda de un bien o servicio se considera que las decisiones de compra de los consumidores estarán determinadas por los precios de ese bien o servicio, los precios de bienes o servicios relacionados y los ingresos disponibles [3]. Adicionalmente, en el caso particular que ocupa este trabajo, la demanda está claramente ligada a factores de tendencia, tanto lineal como no lineal, estacionalidad y ciclos en general. Estos últimos tres componentes pueden ser estimados mediante técnicas estándar de series de tiempo [4, 5, 6].

A continuación se presentan: las definiciones de las variables empleadas en las estimaciones, las ecuaciones estimadas y la simulación para diferentes escenarios del pronóstico del número de alumnos inscritos por nivel educativo en el sistema ITESM.

Definición de variables:

MPREPA: Matrícula total semestral en preparatoria.

MPROFE: Matrícula total semestral en profesional.

MMAEST: Matrícula total semestral en maestría.

Pprepa: Precio (colegiatura) por semestre en preparatoria.

Pprofe: Precio (colegiatura) por semestre en profesional.

Pmaest: Precio (colegiatura) por semestre en maestría.

Isalar: Índice semestral de sueldos, salarios y prestaciones medias.

Semago: Variable binaria, con valor de 1 en agosto y 0 en enero.

T: Tiempo (variable de tendencia lineal).

T2: Tiempo al cuadrado (variable de tendencia no lineal).

Ecuaciones estimadas (valores t en paréntesis). Período enero de 1984 a agosto del 2000:

$$\text{MPREPA} = 9426 - 0.406 \text{ Pprepa} + 2.507 \text{ Isalar} + 1415.902 \text{ Semago}$$

(15.6) (-1.6) (3.4) (14.9)

$$R^2 = 0.9910, R^2 \text{ aj.} = 0.9898, \text{ DW} = 1.9291$$

$$\text{MPROFE} = 19093 - 1.893 \text{ Pprofe} + 11.93 \text{ Isalar} + 2332.121 \text{ Semago}$$

(7.4) (-4.11) (5.32) (8.93)

$$R^2 = 0.9894, R^2 \text{ aj.} = 0.9879, \text{ DW} = 2.6203$$

$$\text{MMAEST} = 2913 - 0.149 \text{ Pmaest} + 0.901 \text{ Isalar} - 220.802 \text{ T} + 10.568 \text{ T}^2$$

(5.044) (-2.936) (2.758) (-3.375) (3.796)

$$R^2 = 0.9974, R^2 \text{ aj.} = 0.9969, \text{ DW} = 1.909$$

Cabe destacar que en cada una de las ecuaciones estimadas se incluyó un término autorregresivo de orden 1.

En cada una de las ecuaciones estimadas se obtuvieron los signos esperados y los coeficientes resultaron ser estadísticamente significativos, excepto para el caso de la colegiatura en el caso de preparatoria. No obstante, dicha variable no fue eliminada en el proceso de pronóstico.

Tabla 1. Sistema ITESM: Pronóstico del número de alumnos.

Sistema ITESM: Pronóstico del número de alumnos esperado para agosto del 2001, por nivel educativo según diferentes escenarios de aumento en la colegiatura y de aumento en salarios nacionales.

Incrementos de colegiatura %	Incremento salarial de 10%*			Incremento salarial de 7%*		
	Preparatoria	Profesional	Maestría	Preparatoria	Profesional	Maestría
0.0	24,734	60,016	12,642	24,168	57,323	12,439
3.9	24,374	57,210	12,402	23,808	54,517	12,198
5.0	24,273	56,420	12,334	23,707	53,727	12,131
5.9	24,189	55,772	12,278	23,623	53,079	12,075
8.9	23,913	53,614	12,093	23,347	50,921	11,890
10.0	23,812	52,824	12,026	23,246	50,131	11,823
10.9	23,728	52,176	11,970	23,162	49,483	11,767
12.0	23,628	51,386	11,902	23,062	48,692	11,699
13.9	23,451	50,018	11,785	22,885	47,325	11,582
15.0	23,351	49,228	11,718	22,785	46,535	11,515
15.9	23,267	48,580	11,661	22,701	45,887	11,458
18.9	22,990	46,422	11,477	22,424	43,729	11,274
20.9	22,805	44,984	11,352	22,239	42,291	11,149

- Estos incrementos salariales corresponderían al periodo de enero a agosto del 2001.

4. Conclusiones

Los resultados del pronóstico fueron discutidos con personal administrativo del sistema ITESM, según la experiencia de ellos, los pronósticos obtenidos alcanzaron niveles superiores a sus expectativas. Entre las variables independientes la única que requiere ser pronosticada es la del índice de salarios, sueldos y prestaciones medias. Quizá nuestro pronóstico de esta variable, para la cual se contempló un comportamiento similar al del año pasado, sea muy optimista ante la desaceleración de EUA y sus efectos esperados sobre la producción el empleo y los ingresos en la economía nacional.

Aunque las ecuaciones mostraron un buen ajuste, hay variables que podrían integrarse al análisis y aumentar la explicación de la variable dependiente. Sería interesante incluir algún índice de precios de las colegiaturas de algún grupo de universidades que sean consideradas competidoras del sistema ITESM. Aunque las políticas del ITESM indican que los precios en los diversos campus sean iguales, sería interesante también observar cómo los cambios semestrales de colegiatura afectan a la matrícula y a los ingresos de los diferentes campus e incluso de los diferentes grupos de alumnos en cada campus que podrían ser separados en grupos de alumnos provenientes de la localidad donde se sitúa el campus o bien de fuera de esta. Pruebas similares a esta han sido desarrolladas por Heckman, Lochner y Taber [7].

5. Referencias

- [1] Tiffany, F. y J. Ankrom; "The Competitive use of Price Discrimination by Colleges", *Eastern Economic Journal* 24 (1): 99-1101 (1998).
- [2] Grip, R. y J. Young; "The Modified Regression Technique: A New Method for Public School Enrollment Projections", *Planning & Changing* 30 (3-4): 328-348 (1999).
- [3] Ferguson, C. y J. Gould; *Teoría Microeconómica*, México, Fondo de Cultura Económica (1978).
- [4] Johnston, J. y J. DiNardo; *Econometric Methods*, McGraw Hill, USA (1997).

- [5] Enders, W.; Applied Econometric Time Series, Wiley, USA (1995).
- [6] Diebold, F.; Elements of Forecasting, South-Western, USA (2001).
- [7] Heckman, J., L. Lochner y C. Taber; "General Equilibrium Treatment Effects: A Study of Tuition Policy", American Economic Review 88 (2): 381-386 (1998).

COMPARACIÓN DE SEGMENTOS POBLACIONALES DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE INDIVIDUOS QUE NO ESCUCHAN RADIO

Olivia Carrillo Gamboa, Laura E. Castañeda Pérez*

El presente trabajo expone un análisis de estimaciones obtenidas para los porcentajes de personas del Área Metropolitana de Monterrey (AMM) que no escuchan radio. El análisis se realiza sobre los índices históricos obtenidos de un estudio mensual de audiencias de radio que se realiza en esta zona. Los resultados obtenidos indican que el porcentaje de personas que no escuchan radio varía de un grupo de edad a otro, lo cual da lugar al surgimiento de hipótesis que pueden explicar las diferencias encontradas. Los resultados e hipótesis aquí planteados sólo son aplicables al proceso de medición de audiencias de radio realizado por la UNEEST en el AMM.

Palabras Clave: Rating, audiencias de radio, encuestas de opinión, publicidad, anunciantes, medios de comunicación, errores no-muestrales.

1. Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo determinar si existen diferencias importantes entre los porcentajes de individuos que escuchan radio en diferentes segmentos de la población del Área Metropolitana de Monterrey, México (AMM). Con propósitos de comparación se analizan los porcentajes de individuos que **dicen no escuchar radio** en varios segmentos poblacionales. Los segmentos están contruidos de acuerdo al grupo de edad, considerando siete grupos; de acuerdo al nivel socioeconómico, con tres grupos y de acuerdo al género, con dos categorías.

La información utilizada para el análisis procede de los estudios mensuales de niveles de audiencia de radio que realiza la *Unidad de Estudios Estadísticos* (UNEEST) del Departamento de Matemáticas del Campus Monterrey del ITESM, considerando la información correspondiente a los meses comprendidos entre octubre de 1998 a julio de 2001. La información que se compila mensualmente en dicho estudio es el resultado de aproximadamente 6000 entrevistas personales, *registrando lo escuchado el día anterior*, que se realizan en hogares y lugares de afluencia del AMM.

Los resultados de este análisis permiten conocer el perfil de las “no-audiencias” radiofónicas, es decir, identificar a los individuos que dicen no escuchar radio, lo cual es de interés para radiodifusoras, así como para anunciantes potenciales dirigidos a segmentos específicos de la población. De este trabajo también se deriva el planteamiento de hipótesis relacionadas con la presencia de efectos debidos

Dra. Olivia Carrillo Gamboa: Profesora y coordinadora de la Unidad de Estudios Estadísticos del Departamento de Matemáticas del ITESM Campus Monterrey, ocarrill@campus.mty.itesm.mx.

*Lic. Laura E. Castañeda Pérez: Estudiante de la Maestría en Estadística Aplicada de la DCH, ITESM Campus Monterrey. al776299@mail.mty.itesm.mx

a fuentes de error no-muestral, lo cual identifica áreas prioritarias de interés para el control del proceso utilizado por la UNEEST en la medición de audiencias.

1.1. Antecedentes

La UNEEST lleva a cabo un proceso continuo de medición de niveles de audiencia para cada una de las estaciones radiofónicas que transmiten en el Área Metropolitana de Monterrey. La información se compila mensualmente, generando un conjunto de índices sobre los niveles de audiencia o ratings para cada estación en cada uno de los diferentes segmentos poblacionales. Los segmentos se definen con respecto a la edad, al nivel socioeconómico y al género de los entrevistados. Con relación a la edad se utilizan siete grupos: de 8 a 12 años; de 13 a 17; de 18 a 24; de 25 a 30; de 31 a 40; de 41 a 50 y de 51 años en adelante. Por nivel socioeconómico se categoriza en tres grupos: el grupo de niveles Medio-Bajo y Bajo (*MBYB*); el grupo de nivel Medio (*MEDIO*) y el grupo formado por los niveles Medio-Alto y Alto (*MAYA*). Asimismo se tienen los dos grupos de acuerdo al género del entrevistado. A pesar de que con la segmentación conjunta aplicando estos tres criterios de segmentación resultan 42 estratos ($7 \times 3 \times 2$), los índices mensuales se obtienen segmentando sólo un criterio a la vez y se recurre a la ponderación (42 pesos) tomando en cuenta información sociodemográfica secundaria para la obtención de las correspondientes estimaciones.

A partir del estudio de niveles de audiencia, se estima que la radio es un medio de comunicación utilizado por aproximadamente el 89% de la población de Monterrey. El presente análisis estudia el 11% restante, ubicando los individuos en segmentos para su mejor localización.

1.2. Objetivos

El objetivo de este estudio es determinar la existencia de diferencias significativas entre los porcentajes de *no-radioescuchas* correspondientes a los diferentes segmentos poblacionales, definidos (con un criterio a la vez) por el grupo de edad, el nivel socioeconómico y el género.

1.3. Contribución e importancia del trabajo

Este estudio contribuye a proporcionar información relevante sobre el perfil de los individuos que dicen no escuchar radio y que presentan un área de oportunidad para el aumento de audiencias por parte de los grupos radiofónicos, adecuando sus estrategias de promoción al segmento de interés en el mercado. Por otra parte, el presente análisis también permite identificar áreas de oportunidad en la mejora continua del proceso de medición de audiencias, a través de la identificación de efectos debidos a fuentes de error no-muestral.

2. Metodología

Esta sección está dividida en dos partes. La primera describe la metodología utilizada para el levantamiento de información que sirve de base en la estimación de audiencias y la segunda es la aplicada en este trabajo para llevar a cabo la comparación de los segmentos poblacionales. La primera

parte describe la metodología en forma muy general y se incluye con propósitos de un mejor entendimiento del muestreo compuesto que utiliza la UNEEST en la obtención de los índices de audiencia de la radio.

Metodología general del proceso de medición de audiencias de la radio. La población de interés en el estudio de audiencias está formada por los habitantes de 8 años de edad o más que residen en la ciudad de Monterrey o en su Área Metropolitana, en la cual se incluyen los municipios de Guadalupe, San Nicolás de los Garza, Escobedo, Santa Catarina, San Pedro Garza García y Apodaca.

La población se encuentra segmentada *a posteriori* de acuerdo a los criterios anteriormente señalados, obteniendo un total de 42 segmentos poblacionales. Debido a que los índices son calculados para subdivisiones adicionales, como son: hora del día; si es día entre semana o de fin de semana, los índices de audiencia no se obtienen separadamente para los 42 segmentos y se segmenta utilizando sólo un criterio a la vez (grupo de edad, nivel socioeconómico o género).

El levantamiento de información en hogares se lleva a cabo a través de un muestreo compuesto. Por una parte se utiliza una muestra aleatoria de conglomerados geográficos constituidos por manzanas de planos urbanos del Área Metropolitana de Monterrey. Por otra parte, se complementa el muestreo de hogares con muestreo en *lugares de afluencia* regularmente frecuentados por personas pertenecientes a los niveles socioeconómicos Medio Alto y Alto. Para controlar la representatividad de la muestra en la población, en el cálculo de índices de audiencias las menciones de audiencia son ponderadas de acuerdo al segmento de procedencia del radioescucha. Para la asignación de los niveles socioeconómicos en hogares se instruye a los entrevistadores en el empleo de criterios de clasificación basados en las características de construcción y ambiente físico del domicilio y sus alrededores, los cuales han mostrado ser consistentes.

Las entrevistas se realizan utilizando un *método de recordación* sobre las estaciones escuchadas el día anterior. Este método consiste en registrar las estaciones radiofónicas que el entrevistado escuchó durante todo el día anterior a la entrevista e incluye menciones en diferentes horarios del día y correspondientes a cualquier lugar donde pudiera haber escuchado la radio (hogar, automóvil, trabajo, etc.).

Metodología para el análisis de los porcentajes de individuos que no escuchan radio. Para el análisis de este estudio se construyeron tres bases de datos con los índices históricos correspondientes al porcentaje de individuos que dijeron no escuchar radio en cada uno de los 12 segmentos poblacionales. Cada base de datos correspondió respectivamente a la segmentación por grupo de edad (7 segmentos); por nivel socioeconómico (3 segmentos) y por género (2 segmentos), conteniendo registros mensuales para el periodo comprendido entre octubre de 1998 y julio de 2001.

Debido al método de muestreo utilizado (muestreo compuesto), los cálculos de los errores estándar tradicionales basados en el muestreo aleatorio simple no son aplicables, por lo que las comparaciones son de tipo exploratorio y se realizan con base en gráficas, de las cuales se obtienen las conclusiones más evidentes. Comparaciones de tipo estadístico para determinar otras diferencias menos obvias y estadísticamente significativas se postergarán a futuros estudios, en los cuales se utilizarán métodos de computación utilizados en muestreos de tipo compuesto [2, 3].

3. Resultados y discusión

La Figura 1 presenta la estimación de los porcentajes de personas de la población que dicen no escuchar radio para cada uno de los siete segmentos por edad y en cada uno de los 34 meses considerados. De esta gráfica se observa, primeramente, que existen marcadas diferencias entre los porcentajes de personas que dicen no escuchar radio, presentando los más altos niveles de este índice el segmento correspondiente a los entrevistados de 51 años de edad en adelante. Se observa también que consistentemente los 34 índices mensuales correspondientes al segmento de jóvenes entre 13 y 17 años de edad presentan los menores porcentajes, teniendo un promedio del 4.4% de no-radioescuchas.

El porcentaje promedio de no-radioescuchas en los demás segmentos son los siguientes: de 8 a 12 años, 7.8%; de 18 a 24 años, 6.2%; de 25 a 30 años, 8%; de 31 a 40 años, 10.2%; de 41 a 50, 14.4%; de 51 años en adelante, 24.7%.

Por otra parte la misma figura permite identificar la coincidencia en tiempo de los datos más extremos, presentes en cinco de los siete grupos de edad. Estos datos extremos dejan ver un posible efecto de una o más fuentes de error no-muestral, como son las respuestas falsas: decir que no se escucha radio cuando en realidad se está negando la información. Una atenuante de esta problemática es la capacitación de los entrevistadores, con el fin de que, sin inducir a otro tipo de respuestas falsas, motiven la participación de los entrevistados.

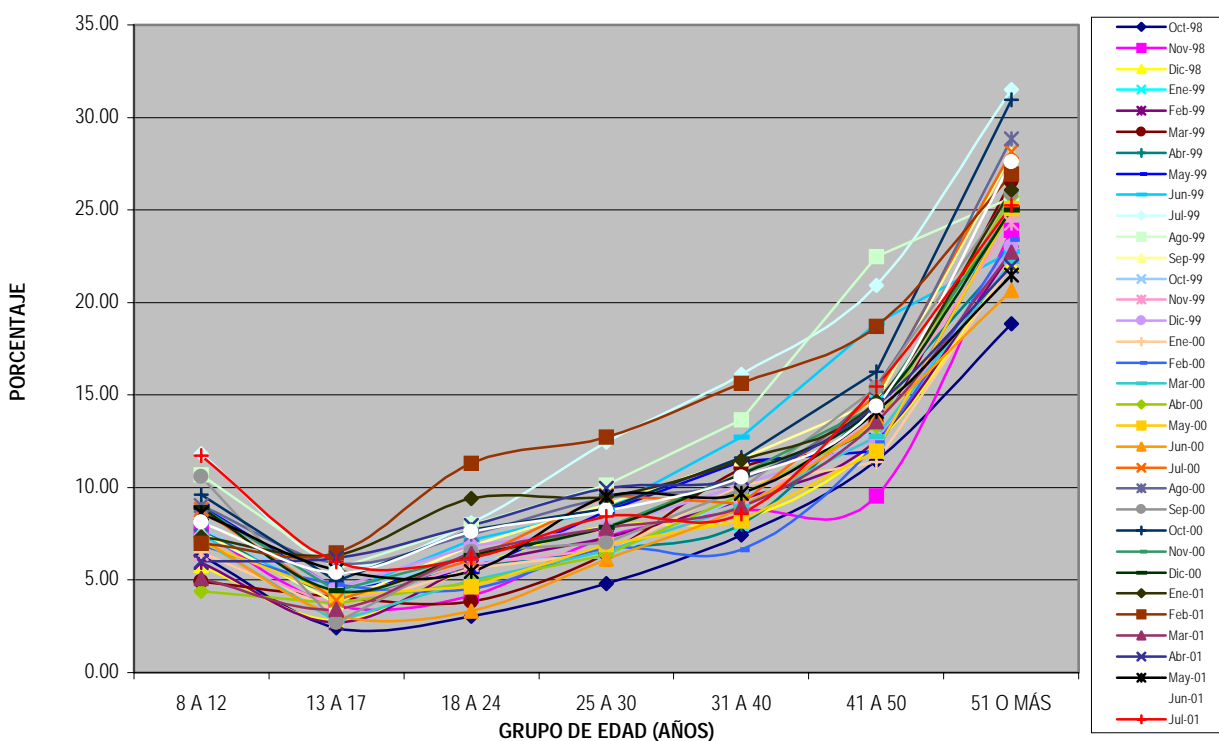


Figura 1. Porcentaje de individuos por grupo de edad que NO ESCUCHA RADIO en la ciudad de Monterrey y su Área Metropolitana. Estimación histórica mensual (octubre de 1998 a julio de 2001).

Analizada esta misma información desde otra perspectiva, la Figura 2 presenta el comportamiento a través del tiempo (eje de las abscisas) de los porcentajes analizados para cada grupo de edad. Esta gráfica muestra muy claramente el alto porcentaje de individuos de 51 años en adelante que consistentemente se presenta en los 34 meses, el cual oscila alrededor del 25% (muy por encima del 11% general), mostrando además una variabilidad mayor que la presente en los demás segmentos. Esta alta variabilidad puede indicar una mayor dificultad para obtener respuestas confiables de personas pertenecientes a este grupo de edad.

Por otra parte, el segmento formado por personas de entre 41 y 50 años de edad presentan porcentajes más bajos que el grupo anterior, mostrando en general una variación entre el 10 y el 15 por ciento, con excepción de tres puntos atípicos correspondientes a los meses de junio, julio y agosto de 1999. Analizando las siete trayectorias en conjunto se observa que estos meses presentan un alza inusual en los indicadores de los siete segmentos, siendo los menos afectados los segmentos correspondientes a los grupos de 8 a 12 y de 13 a 17 años de edad. Un efecto similar, aunque más ligero, se observa en los índices correspondientes al mes de febrero de 2001.

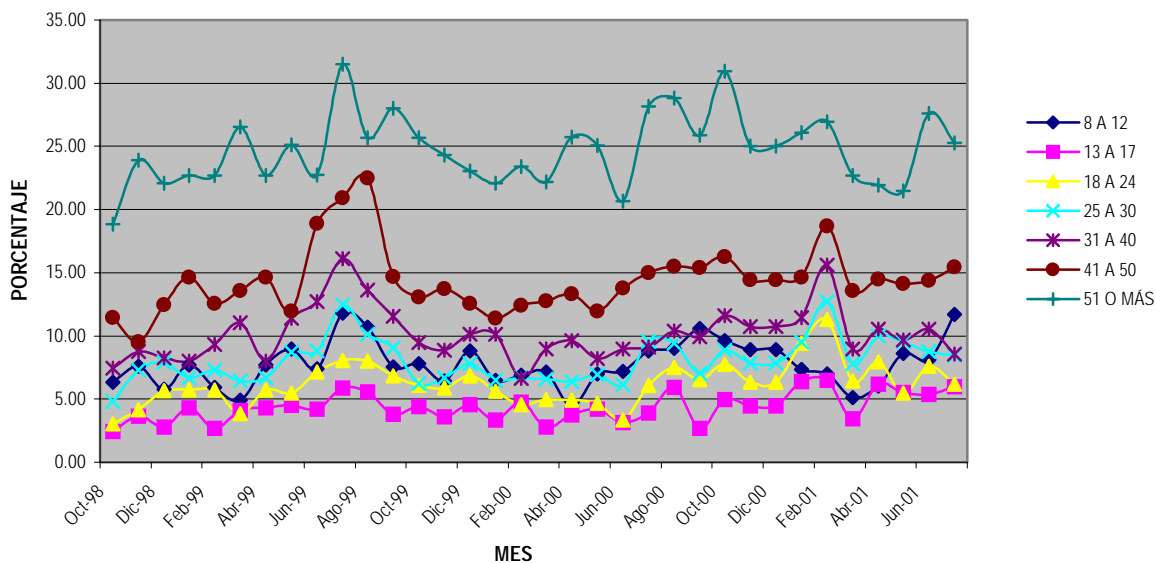


Figura 2. Porcentaje de individuos por grupo de edad que NO ESCUCHA RADIO en la ciudad de Monterrey y su Área Metropolitana. Estimación histórica mensual (octubre de 1998 a julio de 2001).

Por último, la Figura 2 nuevamente hace evidente que el segmento con menor porcentaje de individuos que no escucha radio y con menor variación en las estimaciones es el de los jóvenes entre 13 y 17 años de edad.

El análisis anterior se aplicó también a la segmentación por género. En la Figura 3, las estimaciones de los porcentajes de personas que no escuchan radio entre hombres y mujeres aparecen relacionados de acuerdo al mes que corresponden, presentándose los más altos, nuevamente en los mismos tres meses, tanto en el grupo de hombres como en el de mujeres. La Figura 4 muestra que el efecto observado en los meses de junio, julio y agosto de 1999 se presentó tanto para hombres como para mujeres; siendo en general las mujeres las que comúnmente muestran porcentajes mayores de

individuos que dicen no escuchar radio. En promedio el 12.3% de las mujeres dicen no escuchar radio, siendo sólo el 9.7% de los hombres que expresan lo mismo.

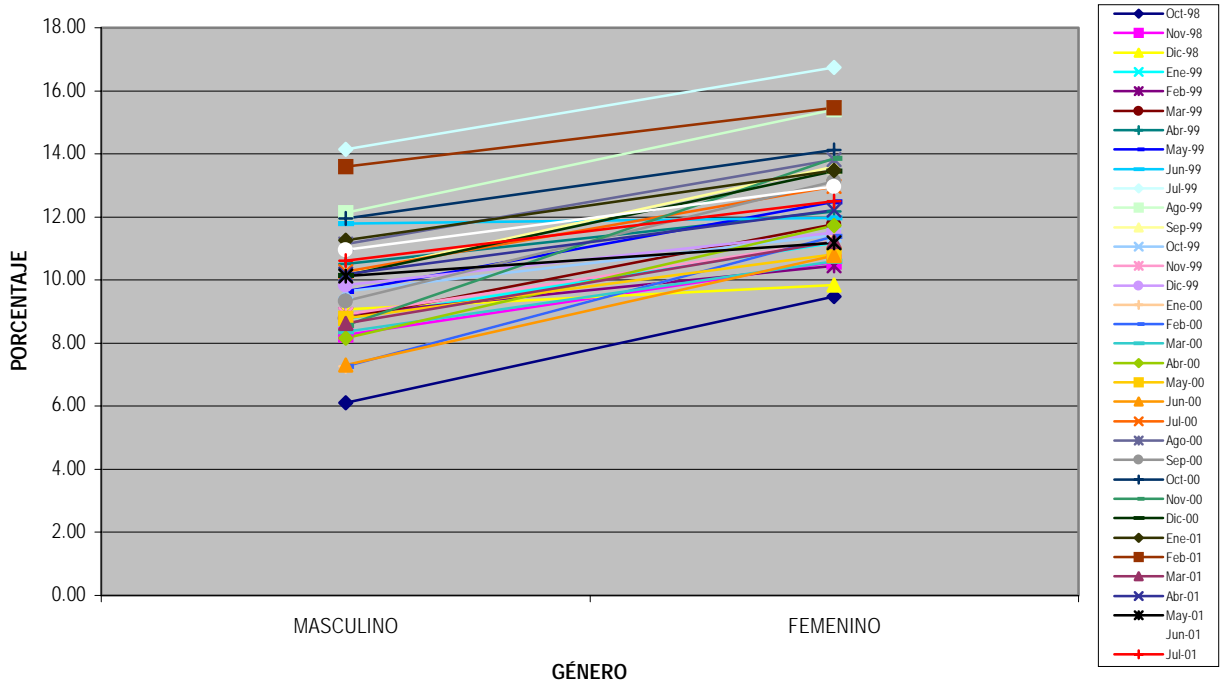


Figura 3. Porcentaje de individuos por género que NO ESCUCHA RADIO en la ciudad de Monterrey y su Área Metropolitana. Estimación histórica mensual (octubre de 1998 a julio de 2001).

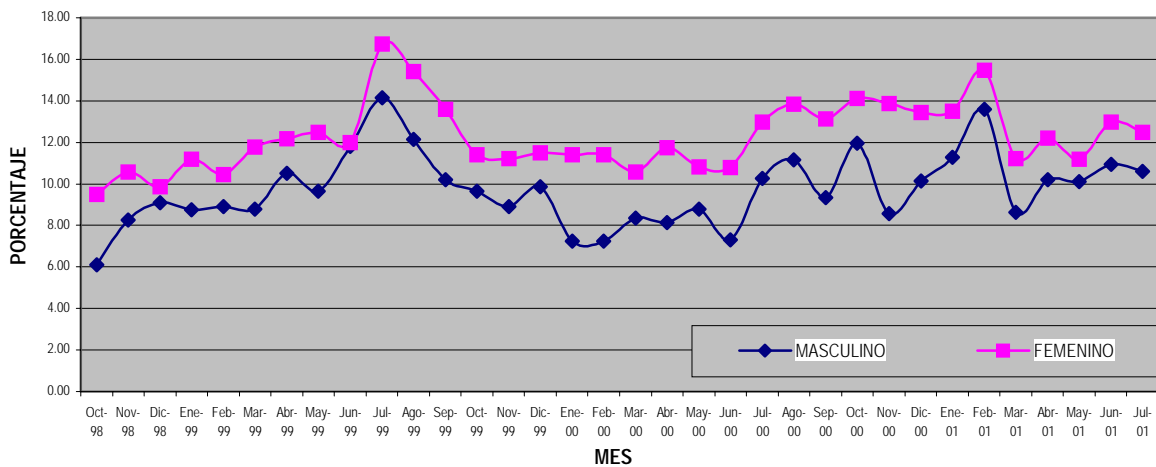


Figura 4. Porcentaje de individuos por género que NO ESCUCHA RADIO en la ciudad de Monterrey y su Área Metropolitana. Estimación histórica mensual (octubre de 1998 a julio de 2001).

Con relación a los tres niveles socioeconómicos, la Figura 5 contiene los porcentajes de personas entrevistadas que dijeron no escuchar radio en cada nivel socioeconómico, estando estos porcentajes relacionados por líneas de acuerdo al mes que les correspondió. Nuevamente se evidencia la coincidencia en tiempo de los valores más altos para los tres estratos. La Figura 6 complementa la información evidenciando el efecto observado en los tres meses de 1999, mostrado en las gráficas correspondientes a los grupos de edad y al género.

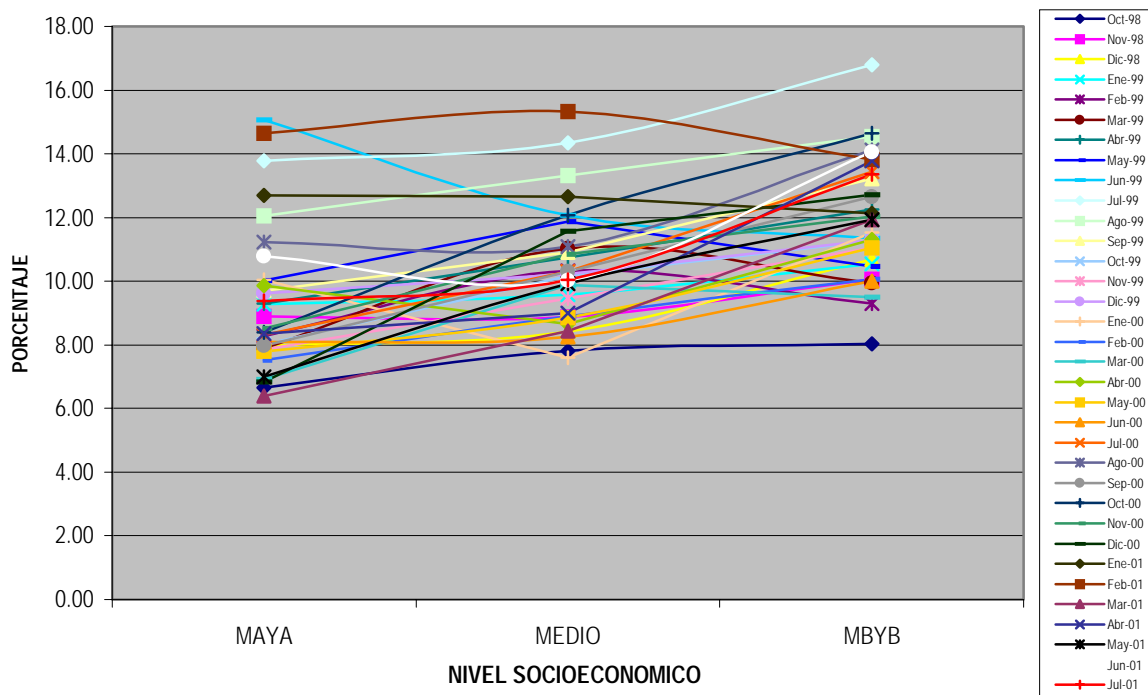


Figura 5. Porcentaje de individuos por nivel socioeconómico que NO ESCUCHA RADIO en la ciudad de Monterrey y su Área Metropolitana. Estimación histórica mensual (octubre de 1998 a julio de 2001).

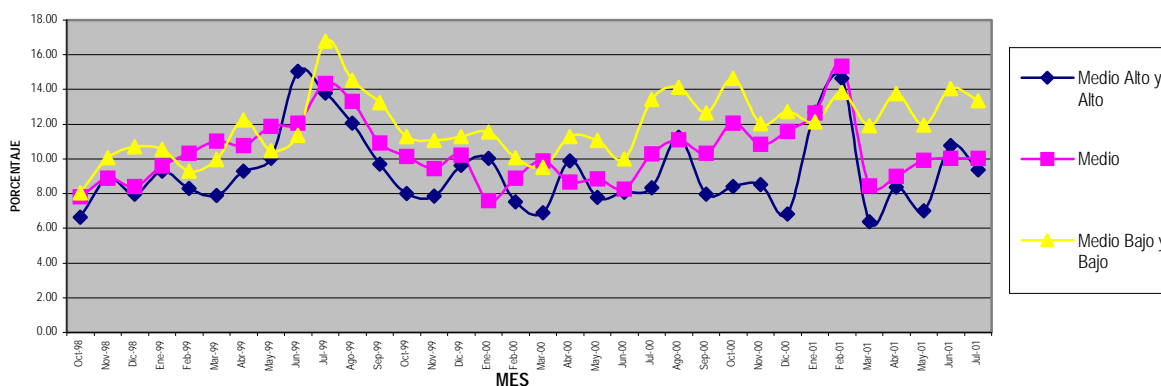


Figura 6. Porcentaje de individuos por nivel socioeconómico que NO ESCUCHA RADIO en la ciudad de Monterrey y su Área Metropolitana. Estimación histórica mensual (octubre de 1998 a julio de 2001).

Aunque el nivel MAYA muestra una aparente variabilidad, la mayoría de los índices se concentran entre el 8 y el 10%, siendo éstos ligeramente más bajos que los correspondientes a los niveles MEDIO y MBYB. Éste último es el que muestra frecuentemente los porcentajes mayores (entre el 10 y el 14%).

4. Conclusiones

En el Área Metropolitana de Monterrey el radio es un medio de comunicación que es consumido por aproximadamente el 89% de sus habitantes con edad de 8 años en adelante. A través de este breve análisis, realizado sobre indicadores obtenidos en 34 estudios de medición de niveles de audiencia de la radio a través de un periodo comprendido entre octubre de 1998 y julio de 2001 se identifica la caracterización de los individuos que NO escuchan radio.

Los resultados obtenidos permiten reconocer áreas de oportunidad para empresas radiodifusoras, dependiendo del segmento objetivo de sus estaciones radiofónicas. Adicionalmente, este análisis ofrece oportunidades de mejora del proceso de medición de audiencias por parte de la UNEEST al identificarse segmentos de difícil penetración y segmentos de “fácil acceso”.

Particularmente se identifica al segmento de personas de 51 años en adelante, para el cual las estimaciones presentan el índice promedio de no-radioescuchas más alto (aproximadamente un 25%) y que además posee la mayor variación en comparación con los demás grupos de edad. Con relación al género, son las mujeres quienes mayormente (en un 12%) reportan no escuchar radio y con respecto al nivel socioeconómico es el segmento Medio-Bajo y Bajo el que muestra el mayor nivel en este indicador (12%).

Con base en las observaciones realizadas, se pueden generar la siguiente hipótesis para someter a investigación en futuros trabajos:

H1: Los individuos de 51 años en adelante con frecuencia responden “no escucho radio” como una forma de no-respuesta.

En conjunto con las conclusiones obtenidas para la segmentación por género y por nivel socioeconómico, se pudiera establecer la siguiente hipótesis, para ser investigada utilizando la segmentación poblacional simultáneamente en los 42 segmentos:

H1: Las mujeres de nivel socioeconómico Medio-Bajo y Bajo de 51 años en adelante con frecuencia responden “no escucho radio” como una forma de no-respuesta.

O la hipótesis:

H1: Las mujeres de nivel socioeconómico Medio-Bajo y Bajo de 51 años en adelante presentan el mayor porcentaje de individuos que “no escucho radio”.

Como una consecuencia de los hallazgos de este análisis se presenta la oportunidad de analizar en conjunto con los entrevistadores, las dificultades que ellos identifican en cada uno de los segmentos poblacionales y tomar acciones que prevengan la influencia de fuentes de error no-muestrales, particularmente la no-respuesta oculta por respuestas de “no-escucho radio”.

Por otra parte este análisis también refleja que el segmento de jóvenes entre 13 y 17 años presenta el porcentaje más bajo de no-radioescuchas, con un 4%, así como la menor variabilidad en tales estimaciones.

5. Referencias

- [1] Beville, Hugh M. Jr. (1988). *Audience ratings: Radio, television and cable*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- [2] Shah, B. V.; Barnwell, B. G. and Bieler, G.S. (1997). *SUDAAN. User's Manual. Release 7.5*. Research Triangle Park, N.C.: Research Triangle Institute.
- [3] Lohr, S. L. (1999). *Sampling: Design and Analysis*. Duxbury Press.
- [4] UNEEST, *Medición del nivel de audiencia de la radio en Monterrey y su área Metropolitana*, Departamento de Matemáticas, ITESM (1998-2001).

¿Qué física y cómo ubicarla en el plan del estudio de ingeniero del ITESM?

Orlando E. González Pérez • Rectoría Zona Centro

Enfocamiento de campos ópticos invariantes

Julio César Gutiérrez Vega, Ramón Martín Rodríguez Dagnino y Sabino Chávez Cerda
• Campus Monterrey e Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Algoritmo para la distribución de cargas en pizarras eléctricas

Irma de la Caridad López Saura • Campus Ciudad de México

Filtro de armónicas en núcleo de hierro para hornos de arco eléctrico

Armando Llamas, Salvador Acevedo, Jesús Báez y Jorge de los Reyes • Campus Monterrey y Energía Eléctrica

Balance de materia para la predicción de la presión transitoria observada en un reómetro capilar

Jaime Bonilla Ríos, Rodolfo Mier Martínez y Leonardo Cortés • Campus Monterrey

¿Qué Física y cómo ubicarla en el Plan de Estudio del ingeniero del ITESM?

Orlando E. González Pérez.

A partir de un análisis de la situación de la disciplina Física en el plan de estudio de las carreras de ingeniería en el ITESM, a la luz de las tendencias actuales en el diseño curricular de la formación profesional, se propone una modificación del ciclo de ciencias básicas vigente que minimiza los problemas de redundancia, precedencia, densidad de contenidos y actualidad. La propuesta pretende estimular y facilitar el desarrollo de prácticas pedagógicas basada en la integración curricular.

Introducción

A pesar de los tropiezos y escollos, el Modelo Educativo del ITESM es una realidad, su realización en la práctica ha revolucionado la vida académica de la institución y su impacto ha alcanzado de algún modo a todos los elementos que inciden en el proceso docente educativo. Los objetivos se han adecuado más a las exigencias sociales, se amplió el concepto de contenido de enseñanza en el claustro de profesores, las habilidades, valores y actitudes que antes se formaban espontáneamente, ahora están presente en la planeación y el diseño de las actividades de enseñanza y aprendizaje, se han introducido métodos y procedimientos que activan la actuación cognoscitiva del alumno, el concepto de evaluación es más flexible y le da una mayor participación al estudiante, la tecnología es parte integrante del modelo y está presente en las acciones de aprendizaje que realiza el educando.

No hay dudas que el tema pendiente de mayor relevancia dentro de la estrategia de la reingeniería del proceso de enseñanza aprendizaje es la elaboración de un nuevo Plan de Estudio. Esta tarea, quizás pospuesta con justa razón por toda la dinámica que entraña un cambio de la magnitud del nuevo Modelo Educativo, se va convirtiendo ya en una necesidad, y prueba de ello es las modificaciones que ha ido experimentando el actual en diferentes carreras con el propósito de adecuarlo a las nuevas exigencias que plantea la revolución científico técnica y a los resultados que se van cosechando del propio Modelo Educativo. Por tal motivo, consideramos oportuno reflexionar en el tema, en particular se hará énfasis en el sistema de conocimientos relativo a las materias de Física para las carreras de ingeniería.

Dos referencias importantes en la definición de los conocimientos de Física para los futuros ingenieros pudieran ser los libros de textos y las organizaciones dedicadas a la acreditación de dichos profesionistas. Los primeros, salvo excepciones que justifican la regla, ver por ejemplo Física de Alonso y Finn [1], han elevado en los últimos años el volumen de la información y desarrollado innovaciones marginales en la forma de presentar el contenido, pero mantienen los mismos cánones de las ediciones de la década de los 60, ver la primera edición del texto Física para Estudiantes de Ciencias e Ingeniería de Resnick y Halliday [2].

Por otra parte, las instituciones dedicadas a la acreditación de la formación de ingenieros, como por ejemplo ABET tienden a ser cada vez más ambiguas en el tema [3]. No obstante, la práctica pedagógica del diseño curricular ha devenido en una metodología para el desarrollo de planes y programas de estudio, la cual parte de contrastar el perfil del egresado que se quiere formar con el nivel de entrada de los estudiantes a fin de diseñar las actividades curriculares y extracurriculares a desarrollar. En la planeación curricular las disciplinas juegan un papel muy importante ya que son consideradas como un nivel de organización del proceso docente educativo a la vez que establece la estructura vertical del plan de estudio [5].

Se dice que la pregunta: ¿qué es un ingeniero? tiene tantas respuestas como instituciones dedicadas a la formación de este tipo de profesional hay en el mundo [6], pero en la práctica se ha observado que de manera más o menos consciente esta metodología ha estado presente en la elaboración de planes de estudio para el futuro ingeniero [7, 8, 9, 10, 11]. No obstante, en los últimos años, estimulados por métodos que activan el proceso cognoscitivo de los estudiantes como es el aprendizaje basado en problemas y proyectos, ha habido un rápido desplazamiento a la integración multidisciplinaria [12, 13, 14, 15]. Esta práctica, lejos de debilitar el concepto de disciplina como un nivel importante en la dirección de la formación de los estudiantes lo fortalece, por cuanto en el diseño de cursos integrados se establece un proceso lógico de análisis y síntesis [16, 17, 18].

Las disciplinas pueden ser agrupadas en cuatro ciclos atendiendo al papel que juegan en la formación del egresado, estos son: formación general, básico, básico específico y del ejercicio de la profesión [5]. La disciplina Física está considerada dentro del ciclo básico en el curriculum del futuro ingeniero, pero al ser una de las principales ciencias a cuyos éxitos se debe el progreso tecnológico contemporáneo, esta también muy relacionada con el ciclo básico específico de diferentes carreras, tal es el caso de las disciplinas de Mecánica, Hidrodinámica, Termodinámica, Teoría de Circuitos, etc. Este trabajo se refiere a la Física como disciplina básica en la formación del ingeniero en el ITESM y en particular se hará énfasis en el sistema de conocimientos.

¿Cómo determinar el sistema de conocimientos de la disciplina?

En la actualidad se considera al sistema de conocimientos como un componente importante del contenido del proceso de enseñanza aprendizaje en íntima relación con las habilidades, valores y actitudes que caracterizan a esa parte de la cultura que se quiere transmitir a las nuevas generaciones. Por otra parte, el contenido de la enseñanza está subordinado al objetivo, categoría didáctica rectora del proceso docente educativo que expresa en el lenguaje pedagógico las exigencias que la sociedad le plantea a la educación [5]. Luego para poder determinar el sistema de conocimientos de una disciplina es preciso comenzar por su papel dentro del plan de estudio.

La Física como disciplina básica, tiene como propósito dotar al estudiante de una formación científica general, acorde con los requerimientos que plantea el desarrollo científico y técnico, además de garantizar el dominio de contenidos esenciales para la comprensión de otras disciplinas relacionadas más directamente con el perfil del profesionista que se quiere formar, es decir, debe reflejar el repertorio de ideas y realizaciones de la Física en su penetración en el objeto de estudio, pero también la técnica, los modos y los métodos de la actividad científica.

Pero; ¿qué conocimientos de la ciencia deben estar reflejados en la disciplina?, ¿sobre la base de qué principios se deben organizar?, ¿con qué nivel de profundidad deben ser tratados?. Las respuestas a estas y otras preguntas son posibles a partir de un análisis histórico lógico de la Física como ciencia y su relación con la tecnología.

Análisis histórico lógico.

La Física, como el resto de las ciencias busca sistematizar los conocimientos obtenidos a partir del proceso investigativo, en tal sentido se reconocen cuatro niveles de sistematización de los conocimientos: conceptos, leyes, teorías y paradigmas.

El paradigma es el nivel de mayor grado de generalización, se asocia al conjunto de ideas, hipótesis, principios y conceptos que caracterizan el panorama físico del mundo en cada etapa histórica del desarrollo de la ciencia. La Historia de la Física, es la historia de sus paradigmas, en tal sentido se reconocen tres: Mecánico, Electrodinámico y Cuántico, aunque en la actualidad se discute la existencia de un cuarto, asociado al principio de la Electrodinámica Cuántica, pero para los efectos de este trabajo es suficiente considerar los mencionados.

El paradigma Mecánico se consideró ideal, duró aproximadamente 300 años, desde Galileo y se caracterizó en lo fundamental por la hipótesis atomística de la sustancia, la reducción de todos los tipos de movimientos al mecánico, considerar al espacio y tiempo absolutos e independientes del movimiento de los cuerpos, asumir la interacción a distancia y solo del tipo gravitatorio. Las leyes de la Mecánica se consideraban universales y aplicables a todas las esferas de la actividad.

El paradigma electrodinámico hereda y confirma una serie de ideas del mecánico, pero a su vez introduce muchas cosas nuevas que da más amplitud a la comprensión de la Física de finales del siglo XIX y principios del XX. Faraday introduce el concepto de campo, Maxwell desarrolla esta idea matemáticamente y crea la Teoría del Campo Electromagnético, plantea la hipótesis de la naturaleza electromagnética de la luz, la cual es confirmada experimentalmente por Hertz. La acción a distancia se sustituye por el modelo del campo y la Teoría Especial de la Relatividad establece nuevas concepciones acerca del tiempo y el espacio.

En los límites de los siglos XIX y XX, cuando aún no se había consolidado el paradigma electrodinámico, comenzó a gestarse el cuántico. El descubrimiento del electrón y los fenómenos de radioactividad revelaron la complejidad del átomo indivisible hasta ese momento. Los trabajos de Planck y Einstein en los fenómenos de radiación y efecto fotoeléctrico revelaron las propiedades corpusculares de la luz. La explicación de los espectros a partir del átomo de Bohr consolida el modelo dual de la luz, mientras que la confirmación experimental de la hipótesis de D'Broglie por Germer y Davison extiende el modelo onda corpúsculo a las partículas.

La Historia de la Tecnología ha sido fiel reflejo del proceso que ha seguido la Física en su desarrollo, sería redundante hacer referencia a cómo los paradigmas Mecánico y Electrodinámico han repercutido en todo lo que ha creado y construido el hombre, porque convivimos con ello, pero no existe la misma percepción en relación a la Cuántica, quizás porque su objeto de estudio está destinado al micromundo, imperceptibles en nuestra vida cotidiana y existe la falsa idea que es un ámbito reservado a las investigaciones fundamentales de la Física.

La Física Cuántica está tan arraigada en el mundo actual como la Mecánica y la Electrodinámica, basta con citar algunas de las aplicaciones macroscópicas de fenómenos regido por estas leyes para darnos cuenta de cuán cotidiana es, como son por ejemplo, el efecto fotoeléctrico, láser, superconductividad, efectos magneto-ópticos y electro-ópticos, rayos X, conducción a través de semiconductores, transistores, circuitos integrados, dispositivos de carga acoplados, cristales líquidos, radioactividad, fisión y fusión nuclear, entre otros. Pero si esto aún no fuera suficiente, hoy día, tal como pronosticó Feynman hace casi 40 años [19] la Nanotecnología es una ciencia técnica consolidada y con grandes perspectivas de desarrollo en un futuro inmediato.

Como los otros paradigmas, el cuántico también ha penetrado en la cultura espiritual actual, en tal sentido no nos referimos solo a novelas o filmes de ciencias ficción, sino a cuestiones de carácter filosófico ligadas a la propia concepción del mundo, las respuestas a preguntas tan profundas y trascendentales relacionadas con los orígenes del Universo son buscadas hoy en el micromundo.

A diferencia de las ideas prevalecientes en la formación de ingenieros en las décadas de los 70 y 80, la tendencia actual es formar un ingeniero de perfil amplio, más preparado para los cambios que debe enfrentar como profesional [20, 21]. Quizás el énfasis de esta nueva concepción se ha centrado en la formación humanística, prácticamente abandonada en etapas anteriores [22, 23], pero de algún modo ha incidido en la formación básica [24, 25], en tal sentido se recomienda que las disciplinas sean un reflejo de los paradigmas que ha transitado la ciencia a fin [5]

Estado actual de la disciplina Física.

El análisis de los programas de Física [25] dentro de los planes de estudio [26], así como su relación con otras disciplinas y niveles precedentes, revela:

- 1) No existe homogeneidad al definir la disciplina Física en los planes de estudio de las carreras de ingeniería del ITESM, en la mayoría de ellos está formada por tres materias seriadas: Física I, II y III, la carrera de IEC incluye la Física Moderna sin cambiar los programas que la preceden y en otras como ISC, ISI e IMA, ofrecen solo las dos primeras. Dada esta heterogeneidad, este trabajo centrará su atención en el caso típico de las tres materias, aunque se hará referencia a las otras dos situaciones antes planteadas.
- 2) Al paradigma mecánico se le dedica un 63% del tiempo total de la disciplina, al electrodinámico un 34%, mientras que el cuántico solo alcanza un 3%. Es común en la práctica que este último se aborde de forma expositiva y panorámica de acuerdo al presupuesto de tiempo asignado, lo cual en última instancia no justifica el tiempo dedicado al mismo por poco que sea.
- 3) A pesar que la Física Clásica está privilegiada sobre la Cuántica, son significativos la ausencia de temas básicos y fundamentales, no sólo por su precedencia lógica para el estudio de otros, sino también por su amplia repercusión en el desarrollo tecnológico actual, tal es el caso de las ondas electromagnéticas y la óptica ondulatoria.
- 4) El presupuesto de tiempo para el paradigma cuántico no permite abordar temas relevantes de la Física Moderna, como son el modelo dual de la luz y las partículas, los fenómenos relacionado con la física atómica y nuclear, la conducción en los sólidos y la física de las partículas en su relación con los problemas cosmológico. Luego el nivel de actualización de un ingeniero del ITESM, en lo que a Física se refiere, tiene más de un siglo de atraso.
- 5) No existe un balance adecuados de la densidad del contenido por materias. Los conceptos claves abordados en Física III son prácticamente el doble que los estudiados en la Física I, mientras que en Física II es un 26% menor.
- 6) La Física I no aporta ningún concepto nuevo en relación a Física Remedial o a Ciencias Física I [27] estudiada en el quinto semestre del nivel preparatorio.
- 7) Los temas relacionados con los Gases Ideales y Termodinámica de Física II son redundantes en relación a Química [28], en esta se incluye la segunda ley de la Termodinámica que en Física II no es objeto de estudio.
- 8) Los temas relacionados con la Teoría Especial de la Relatividad y la Física Cuántica de Física III, no tienen precedencia porque el estudiante no conoce ni de preparatoria ni de profesional el modelo ondulatorio de la luz.
- 9) Los laboratorios de Física I y Física Moderna son opcionales.
- 10) En la Física Moderna hay redundancia en relación a la Teoría Especial de la Relatividad y la Introducción a la Mecánica Cuántica que se imparten en Física III.
- 11) La manera en que están dispuestas en el plan de estudio las disciplinas Matemática [29] y Física, lejos de contribuir a que la primera pueda ser utilizada como una herramienta que facilite el estudio de la Física [30], se convierte en un problema más, ya que muchos conceptos son abordados de forma autoconsistentes. En tal sentido se observa:
 - a) El "avance" de la matemática es más lento que el de la Física. El Cálculo Diferencial e Integral, básico para la Física I y II, se estudian de forma paralela, lo mismo sucede en la mayoría de las carreras en relación al cálculo diferencial e integral de varias variables y la Física III.
 - b) Las Ecuaciones Diferenciales se imparten con posterioridad o en el mejor de los casos de forma paralela a contenidos de física para los cuales es básico. En este programa se observan contenidos redundantes en relación a la Física, como son por ejemplo la segunda ley de Newton, el movimiento de una partícula, las vibraciones mecánicas y los circuitos RLC.
 - c) No hay dudas que la reciente incorporación del Álgebra Lineal al plan de estudio contribuye a fortalecer la formación básica del estudiante, pero lamentablemente se mantuvo sin variaciones los contenidos de Matemáticas II dedicados al tema y además se ubicó en semestres más avanzados de las carreras dónde prácticamente no son aprovechados sus contenidos en otras disciplinas como la propia Física y la Mecánica.

Es preciso aclarar que el análisis se centró fundamentalmente en el sistema de conocimientos de los programas. Otros elementos característicos de este tipo de documento, como son el sistema de objetivo, el contenido actitudinal, las habilidades, así como las orientaciones metodológicas acerca de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, el sistema de evaluación y los medios a utilizar, que brindan amplias áreas de oportunidades de ser mejorados serán objeto de estudio en otros momentos.

Una propuesta de cambio.

Atendiendo a todo lo anterior se propone modificar los planes y programas de estudio de la formación básica del ingeniero sobre la base de los principios siguientes:

1. Minimizar los problemas de redundancia y precedencia en la relación interdisciplinaria.
2. El ciclo de ciencias básicas debe ser el mismo para todas las carreras de ingeniería en contenido y orden. Al respecto cada carrera puede definir otras disciplinas de carácter básico específico con objetivos distintos que satisfagan sus necesidades.
3. En el sistema de conocimiento de los programas de Física deben estar reflejados los tres paradigmas históricos de esta ciencia. Aquí de lo que se trata no es de elevar la cantidad de horas o materias dedicadas a la misma, sino de optimizar el proceso con una adecuada selección del material, métodos más compactos para presentar el contenido, evitar la redundancia de temas y repetición de procedimientos, así como aprovechar lo que el estudiante conoce del nivel precedente y las habilidades que ha desarrollado para el estudio con el nuevo Modelo Educativo del ITESM
4. El laboratorio debe ser parte integrante de la disciplina y no un apéndice por eso debe estar presente en todas las materias. Las actividades que en él se realizan son de suma importancia para el cumplimiento de su papel en la formación de los ingenieros, aquí además de desarrollar habilidades vinculadas con la observación, medición y experimentación, el estudiante verifica leyes, fija conceptos y fortalece su concepción del mundo.

En el Anexo 1 se muestra una manera de replantear la formación básica en las carreras de ingeniería siguiendo el modo tradicional de estructurar el plan de estudio por semestres y materias aisladas, pero preparando las condiciones para el salto cualitativo que plantea la integración curricular. Las principales modificaciones que se proponen respecto al plan actual son:

1. Pasar la materia de Álgebra Lineal para el primer semestre con el propósito de aprovechar mejor en otras disciplinas las herramientas que esta aporta.
2. Reducir a dos materias: Cálculo I y II los contenidos del cálculo diferencial e integrar y series. Este contenido se desarrolla actualmente en tres materias, pero el hecho de prescindir de los temas de Álgebra Lineal de Matemática II y la posibilidad de hacer más compacto los cursos sobre la base de aprovechar mejor lo que el estudiante domina del nivel precedente, así como la aplicación en la práctica del Modelo Educativo del ITESM, sugieren esta reducción en el número de materias.
3. Introducir la materia Geometría Analítica en el primer semestre a partir del tiempo que libera la reducción antes propuesta.
4. Diferir el comienzo de la disciplina Física hasta el segundo semestre con el fin de mejorar la precedencia de la matemática en las tres materias de Física que integran la disciplina.
5. Replantear el contenido de la disciplina Física de tal manera que estén representados los tres paradigmas. El tema de Termodinámica se abordará sólo en Química.
6. Trasladar a la Química al cuarto semestre con el fin de mejorar la precedencia con la Física y la Matemática. Es preciso recordar que este orden responde a la manera de ordenar lógicamente los objetos de estudio.

En la práctica pedagógica es muy común escuchar: “Un excelente profesor con un mal programa logra un buen curso, pero el mejor programa con un mal profesor conduce a un pésimo curso”. Esta verdad, producto de la experiencia, tiene sus límites ya que un buen programa ayuda a formar excelentes profesores.

Conclusiones:

El Plan de Estudio actual de ciencias básicas para la formación del ingenieros en el ITESM tienen un retraso respecto a las tendencias mundiales. Por una parte se requiere reforzar el papel de la disciplina en la estructura vertical del curriculum a fin de resolver problemas en las densidades del contenido, redundancia, actualización y precedencia. Por otra, urge acelerar y adecuar la integración curricular interdisciplinaria a las condiciones del Tecnológico de Monterrey como sistema, a fin de poder desplegar métodos y procedimientos didácticos que activan la actuación cognoscitiva de los estudiantes, los cuales no son ajenos al ITESM y redundan en la calidad del egresado que se quiere formar.

El sistema de conocimiento actual que desarrolla la disciplina Física limita su papel en la formación del estudiante. La práctica pedagógica de esta disciplina en el ITESM se puede resumir en desarrollar un programa de los años 70' con métodos y tecnología del 2000, lo cual en sí mismo encierra una contradicción.

Referencia Bibliografía:

- (1) Alonso, M. y E. J. Finn, Física: Mecánica, Campos y Ondas y Fundamentos cuánticos y estadísticos. Addison-Wesley Iberoamericana. México 1970
- (2) Resnick, R. and D. Halliday. Physics for scientist and engineers students. Wiley. New York. 1960
- (3) Hawkes, S.J., "What Chemistry To Teach Engineers?" *Journal of Chemical Education*, vol. 77, no. 3, March. 2000, pp. 321-326.
- (4) Talizina, N. F. Metodología para la Creación de Programas de Enseñanza. 1987, DEPES. Universidad de Camagüey. Cuba.
- (5) Álvarez, C. M. La escuela en la vida. Arteduc, La Habana. 1992..
- (6) Ruprecht, R. "Curriculum development: The whole and its parts," *European Journal of Engineering Education*, vol. 25, no 4 Dec. 2000, pp. 359-367.
- (7) Ministerio de Educación Superior. Orientaciones Metodológicas para la Elaboración de los Planes de Estudios "C". MES, 1990. La Habana. Cuba.
- (8) Waks, S., A Methodology for Determining Engineering Curriculum Contents. *Journal of Engineering Education*, vol. 83, no. 3, 1994, pp. 219-229.
- (9) Evans, D. L., et al, "Attributes of Engineering Graduates and their Impact on Curriculum Design", *Journal of Engineering Education*, vol. 82, no 4, 1993, pp. 203-211.
- (10) Masi, C. G., "Re-Engineering Education," *IEEE Spectrum*, Sep., 1995, pp. 44-47
- (11) Director, S. W., et al, "Reengineering the Curriculum: Design and Analysis of a New Undergraduate Electrical and Computer Engineering Degree at Carnegie Mellon University," *Proceedings of the IEEE*, vol. 83, no. 9, Sept. 1995, pp. 1246-69.
- (12) Glover, C. J., and C. A. Erdman, "Overview of the Texas A&M/NSF Engineering Core Curriculum," *Proceeding, 1992 Frontiers in Education Conference, IEEE*, 1992, pp. 363-367
- (13) Bordogna, J., E. Fromm, and E. W. Ernst, "Engineering Education: Innovation Through Integration," *Journal of Engineering Education*, vol. 82, no. 1, 1993, pp. 3-8.
- (14) Smith, K., and A. Waller, "New Paradigms for Engineering Education," *Proceedings, 1997 Frontiers in Education Conference, IEEE*, 1997
- (15) Panitz, B., "The Integrated curriculum," *ASEE Prism*, Sept., 1997, pp.25-29.
- (16) Yu, N., and P. K. Liaw, "Ceramic-Matrix Composites: An Integrated Interdisciplinary Curriculum," *Journal of Engineering Education*, vol. 87, no. 5, 1998, pp. 539-544
- (17) Schaub, D. A. et al, "Applying Total Quality Management in an Interdisciplinary Engineering Course," *Journal of Engineering Education*, vol. 88, no. 1, Jan. 1999
- (18) Everett, L. J., P. K. Imbrie and J. Morgan, "Integrated Curricula: Purpose and Design," *Journal of Engineering Education*. vol. 89 no.2 Apr. 2000, pp. 167 175.
- (19) Feynman, R., R. B. Leighton y M. Sands. The Feynman Lectures on Physics. Quantum Mechanics, Volume III. Addison- Wesley Publishing Company. USA 1965.
- (20) Beraud, A., "Questioning a tradition: the French way of excellence," *European Journal of Engineering Education*, vol. 25, no 4, Dec. 2000 pp. 373-380
- (21) Weimer, W. A. "Master an patrons," *European Journal of Engineering Education*, vole 25, no. 2, Jun 2000, pp. 123-130
- (22) Ruprecht, r., "Humanities in Engineering Education Problems and Perspectives," *European Journal of Engineering Education*,," vole 24, 1998

- (23) Devon, R. "Towards a social ethics of engineering: The norms of engagement," *Journal of Engineering Education*, vol. 88, no 1 Jan. 1999, pp. 87-97.
- (24) Businger, W. and A. Fassler, "The Role of Mathematics in Modern Engineering Education," en: A. Melezinek and R. Ruprench (eds), *Unique and Excellent (29 International IGIP Symposium, Alsbach/Bergstrasse, Leuchtterm) 2000*, pp. 88-90
- (25) <http://www.sistema.itesm.mx/va/Planes2000/Sinteticos/sin00-f.html# F00001>
- (26) <http://www.itesm.mx/carreras/>
- (27) <http://www.sistema.itesm.mx/va/Prepa/1996/Pc96510.html>
- (28) <http://www.sistema.itesm.mx/va/Planes2000/Sinteticos/Analiticos/Q00811.html>
- (29) <http://www.sistema.itesm.mx/va/Planes2000/Sinteticos/sin00-ma.html# Ma00815>
- (30) Kumar, S., J. A. Jalkio, "Teaching mathematics from an applications perspective," *Journal of Engineering Education*, vol. 88, no. 3, Jul 1999, pp. 275-282

Anexo 1
Propuesta de modificación del Plan de Estudio para le Ciclo Básico.

Sem.	Materias:	Núcleos básicos del Sistema de Conocimiento.
1	Cálculo I	Cálculo diferencial e integral en una variable.
	Álgebra Lineal	
	Geometría Analítica.	
2	Cálculo II	Calculo Diferencial e Integral en varias variables. Series
	Mecánica.	Mecánica de la Partícula. Principios de Conservación. Gravitación. Sistemas no inerciales. Mecánica de los Sistemas de Partículas. Mecánica del Sólido Rígido. Oscilaciones Mecánicas. Fluidos.
3	Ecuaciones Diferenciales	
	Electromagnetismo y Ondas	Campo electrostático en el vacío. Campo eléctrico en los medios (dieléctricos y conductores). Corriente eléctrica continua. Campo Magnético. Inducción Electromagnética. Ecuaciones de Maxwell. Oscilaciones Eléctricas. Ondas Mecánicas. Ondas Electromagnética.
4	Óptica y Física Moderna	Óptica Geométrica. Óptica Ondulatoria. Teoría Especial de la Relatividad. Modelo dual de la luz y las partículas. Elementos de Mecánica Cuántica. Física del Átomo. Física del Sólido. Núcleo Atómico. Partículas elementales. Cosmología.
	Química.	

ENFOCAMIENTO DE CAMPOS ÓPTICOS INVARIANTES

Julio César Gutiérrez Vega*, Sabino Chávez Cerda† y Ramón Martín Rodríguez Dagnino‡

En este trabajo se presenta una teoría general del enfocamiento de campos ópticos invariantes. Este estudio demuestra que la presencia de un foco aparente adelante del plano focal (conocida para haces Bessel) es una propiedad general de los campos ópticos invariantes, además predice la posibilidad de generar un segundo foco de intensidad por detrás del plano focal de la lente seleccionando adecuadamente los parámetros experimentales.

Palabras Clave: Enfocamiento, Haces Bessel, Campos Ópticos Invariantes.

1. Introducción

El enfocamiento de haces ópticos es importante desde el punto de vista teórico y experimental. Por ejemplo en aplicaciones de corte usando rayo láser, la intensidad del haz se incrementa enfocando la luz por medio de una lente convergente de tal forma que obtenemos una alta concentración de energía en una región pequeña del espacio [1]. A la fecha se han realizado muchas investigaciones para describir las características del enfocamiento de varios tipos de haces, incluyendo por ejemplo ondas esféricas convergentes [2, 3, 4, 5, 6], haces anulares [7], haces gaussianos [2, 3, 8, 9], haces Bessel [10, 11, 12], haces Bessel-Gauss [13, 14] y haces vectoriales [15].

En términos generales, el procedimiento usual para estudiar el enfocamiento de haces ópticos ha consistido en solucionar la integral de difracción de Fresnel en la región alrededor del plano focal de la lente [3]. Pese a que muchos resultados de gran importancia se han logrado siguiendo este procedimiento, recientemente se ha demostrado que la integral de difracción de Fresnel puede introducir errores numéricos en el estudio de la difracción de ondas planas por aperturas finitas [16, 17, 18, 19].

Los Campos Ópticos Invariantes (COIs) son soluciones de la ecuación de onda que teóricamente pueden propagarse infinitamente en el espacio libre sin difractarse, o equivalentemente, cuyo perfil transversal de intensidad no depende de la distancia de propagación. Los COIs más simples se conocen como haces Bessel debido a que su perfil transversal de intensidad está descrito matemáticamente por una función Bessel. En particular para haces Bessel es ampliamente conocido que la imagen en el plano focal corresponde a un anillo circular, sin embargo la presencia de un aparente foco adelante del plano focal ha sido objeto de estudio en varios trabajos [10, 11, 12]. La existencia de este pseudo-foco en el enfocamiento de haces Bessel fue explicada satisfactoriamente en términos de la evolución de ondas cónicas tipo Hankel en un artículo reciente [20]. Sin embargo aún no existe una teoría general de enfocamiento de COIs.

El objetivo central de este trabajo es presentar una teoría general del enfocamiento de campos ópticos invariantes. En particular probaremos que:

- la presencia del foco aparente fuera del plano focal es una propiedad general de los campos ópticos invariantes,

* Dr. Julio César Gutiérrez Vega, Profesor del Departamento de Física y del Centro de Óptica, ITESM, Campus Monterrey, jgutierrez@campus.mty.itesm.mx

† Dr. Sabino Chávez Cerda, Investigador del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, sabino@inaoep.mx

‡ Dr. Ramón Martín Rodríguez Dagnino, Profesor del Centro de Electrónica y Comunicaciones, ITESM, Campus Monterrey, rmdrodrig@campus.mty.itesm.mx

- dado el semiángulo de propagación θ_0 del COI, la expresión de la intensidad normalizada a lo largo del eje de propagación z es la misma para cualquier COI enfocado sin importar cuál sea su perfil transversal de intensidad, más aún esta expresión puede ser descrita con una simple relación geométrica de los parámetros involucrados en el arreglo experimental,
- seleccionando adecuadamente los parámetros es posible generar un segundo foco de intensidad por detrás del plano focal de la lente.

Para corroborar el estudio teórico se presentan algunas simulaciones de los patrones de intensidad de campos ópticos arbitrarios.

1.1. Antecedentes de los Campos Ópticos Invariantes

El estudio de la propagación de Campos Ópticos Invariantes (COIs) ha sido objeto de interés desde que fue demostrado teórica y experimentalmente [21, 22] que tales campos son modos adifraccionales que son solución de la ecuación de Helmholtz escalar

$$[\nabla^2 + k^2] U(\mathbf{r}) = 0, \tag{1}$$

donde $\mathbf{r} = (x, y, z)$, $U(\mathbf{r})$ es el campo óptico escalar y k es la magnitud del vector de onda. En teoría los COIs se propagan una distancia infinita sin cambiar su patrón de intensidad transversal, sin embargo para crear estos haces se necesitan aperturas infinitas. En la práctica, los COIs se producen con aperturas finitas por lo que eventualmente difractan.

La propagación invariante se ha explicado usualmente en términos de una superposición de ondas planas [21, 22] que son solución de la Ec. (1) en coordenadas cartesianas, o alternativamente, en términos de una sumatoria de haces Bessel que resultan de solucionar la Ec. (1) en coordenadas cilíndricas circulares. En ambos casos las soluciones forman una base completa de soluciones de tal forma que cualquier campo invariante se puede representar como una sumatoria de modos fundamentales. En el mismo sentido, como las funciones de Hankel son también soluciones de la Ec. (1) en coordenadas cilíndricas circulares, Chávez-Cerda *et al.* mostraron que los haces Bessel se pueden considerar como resultado de la superposición de ondas cónicas Hankel emergentes y convergentes [23].

La expansión en ondas planas de un COI arbitrario está dada por [21, 24]

$$U(\mathbf{r}) = \exp(ik_z z) \int_0^{2\pi} A(\varphi) \exp[ik_t(x \cos \varphi + y \sin \varphi)] d\varphi, \tag{2}$$

donde $A(\varphi)$ es una función compleja arbitraria, φ es la coordenada angular y $k_t = k_0 \sin \theta_0$ y $k_z = k_0 \cos \theta_0$ son las magnitudes de las componentes transversal y longitudinal del vector de onda \mathbf{k}_0 . En la expresión anterior hemos asumido una dependencia temporal $\exp(-i\omega t)$ para los campos ópticos. La integral en Ec. (2) representa la superposición de todas las ondas planas monocromáticas cuyos vectores de onda caen sobre la superficie de un cono cuya ecuación es $\theta = \theta_0$. Este cono se extiende a lo largo del eje z e intersecta a la esfera de McCutchen $|\mathbf{k}| = k_0$ en un anillo de radio $k_t = \sqrt{k^2 - k_z^2}$ que denotaremos como el anillo de McCutchen [6]. En la Fig. 1 podemos ver que el anillo de McCutchen está determinado por la expresión $\delta(|\mathbf{k}| - k_0) \delta(\theta - \theta_0)$ y que este define un cono de vectores de onda cuyo semiángulo con respecto al eje z es $\theta = \theta_0 = \arccos(k_z/k)$.

La función $A(\varphi)$ es el espectro angular del COI y este define la estructura y transversal del campo. El caso cuando $A(\varphi) = \exp(im\varphi)$ corresponde a haz Bessel de m -ésimo orden, que se reduce al modo fundamental cuando $m = 0$. De igual forma, una función arbitraria produce un perfil transversal arbitrario aunque todavía invariante [25].

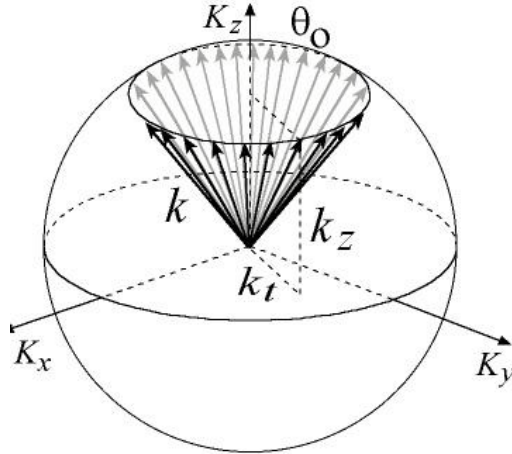


Figura 1: La representación tridimensional de un COI monocromático en el espacio de frecuencias \mathbf{K} está dada por una esfera de radio k .

2. Metodología

La evolución geométrica de un COI enfocado se muestra en la Fig. 2. Consideremos que un COI arbitrario caracterizado por un semiángulo θ_0 está propagándose en dirección positiva del eje z en el semi-espacio $z < 0$. El COI se hace pasar a través de una lente circular convergente de radio R_L y distancia focal f_L localizada en el plano $z = 0$. Debido a que el espectro de frecuencias $A(\varphi)$ de un COI cae en un anillo de radio k_t , es evidente que la imagen formada en el plano focal debe ser un anillo modulado en amplitud y fase por la función $A(\varphi)$.

El comportamiento de un COI enfocado fuera del plano focal se visualiza más fácilmente si concentramos nuestra atención en la evolución individual de las ondas planas que forman el COI. Como mencionamos anteriormente, cualquier COI puede considerarse como la superposición de un número infinito de planos cuyos vectores de propagación caen sobre la superficie de un cono definido por la ecuación $\tan \theta_0 = k_t/k_z$.

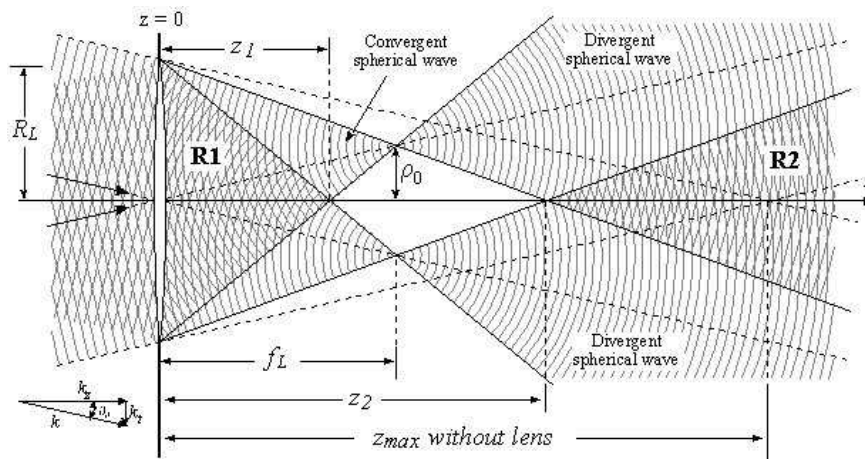


Figura 2: Evolución geométrica del enfocamiento de un COI

Una vez que las ondas planas atraviesan la fuente se transforman en ondas esféricas convergentes que interfieren dentro de la región cónica $R1$ enfrente de la lente, ver la Fig. 2. Se puede demostrar que el vértice del cono está localizado en

$$z_1 = \frac{R_L f_L}{R_L + \rho_0}, \tag{3}$$

donde $\rho_0 = f_L \tan \theta_0$ es el radio del anillo donde las ondas esféricas se enfocan. Observe que conforme la distancia focal de la lente se incrementa entonces z_1 se incrementa. En el límite cuando $f_L \rightarrow \infty$ la lente deja de existir y el vértice de $R1$ coincide con $z = z_{\max} = R_L / \tan \theta_0$. Más allá del plano focal de la lente, las ondas esféricas convergentes se convierten en ondas esféricas divergentes, si $\rho_0 < R_L$ entonces aparece una segunda región cónica ($R2$) donde estas ondas divergentes interfieren, ver la Fig. 2. El cono de $R2$ está localizado geoméricamente en

$$z_2 = \frac{R_L f_L}{R_L - \rho_0}. \tag{4}$$

Es importante notar que para que $R2$ exista entonces $\rho_0 < R_L$, i.e. una vez que el semi-ángulo θ_0 está definido, la existencia de $R2$ se condiciona a tener $f_L < z_{\max}$. La superposición de ondas esféricas en $R2$ genera la distribución transversal original pero ahora el patrón se expande conforme se propaga en dirección z . Una reconstrucción del COI original se puede lograr considerando la imagen en el plano focal como como el objeto de entrada de una segunda lente ($L2$) localizada más allá de f_L . Para tener una reconstrucción exitosa es necesario que $L2$ colecte frentes de onda esféricos provenientes del anillo imagen. La región de invarianza reconstruida depende de la cantidad de frentes de onda esféricos que la segunda lente reciba. Evidentemente si $L2$ está completamente inmersa en $R2$ la región de invarianza reconstruida será la típica región cónica de los COIs. Sin embargo si $L2$ se localiza en z_2 la región de invarianza tomará la forma de un doble cono, típica de las regiones creadas por medio de axicones, finalmente cuando $L2$ se localiza entre f_L y z_2 la región de invarianza reconstruida se muestra en la Fig. 3.

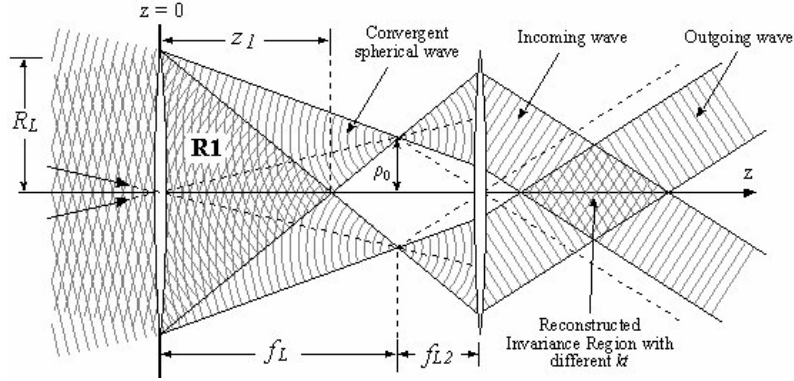


Figura 3: Evolución geométrica de la reconstrucción de un COI enfocado cuando la segunda lente está localizada entre el plano focal y el segundo pico localizado en z_2 .

La situación cuando la segunda lente se localiza en z_2 es interesante pues el arreglo podría usarse para generar ondas convergentes provenientes del COI original. Este arreglo tendría la ventaja de usar solamente lentes

2.1. Análisis de la intensidad axial

La variación de la intensidad a lo largo del eje z puede calcularse usando argumentos geoméricos. Como mencionamos en la primera sección, el COI está formado por la superposición de N ondas planas distribuidas en un arreglo cónico. Una vez cruzando la fuente, las ondas planas se convierten en N ondas

esféricas convergentes que colapsan sobre el plano focal en N puntos localizados en un anillo de radio ρ_0 . La posición de los puntos imagen está dada por

$$\mathbf{r}_n = [\rho_0 \cos \varphi_n, \rho_0 \sin \varphi_n, f_L], \quad \text{donde } \varphi_n = \frac{2\pi n}{N}, \quad n \in \{1, N-1\}.$$

La distribución tridimensional del campo dentro de las regiones R1 y R2 (ver Fig. 2) resulta de la superposición de N ondas esféricas,

$$U(\mathbf{r}) = \sum_{n=0}^{N-1} \frac{A_n}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_n|} \exp(\mp ik|\mathbf{r} - \mathbf{r}_n| + ikd), \quad (5)$$

donde A_n son constantes complejas linealmente proporcionales al espectro angular del COI $g(\varphi)$, los signos negativos y positivo representan el comportamiento convergente y divergente de las ondas esféricas en las regiones R1 y R2 respectivamente, y $d = |\mathbf{r}_n| = \sqrt{\rho_0^2 + f_L^2}$ es la distancia de cualquier punto imagen al origen. Debido a la simetría circular del anillo, todos los puntos están a la misma distancia

$$D(z) = \sqrt{\rho_0^2 + (z - f_L)^2}, \quad (6)$$

de cualquier punto arbitrario $\mathbf{r} = [0, 0, z]$ sobre el eje z , ver Fig. 4(a). De esto sigue que todos los términos involucrando el factor $|\mathbf{r} - \mathbf{r}_n|$ en la Ec. (5) pueden ser factorizados fuera de la sumatoria, entonces el campo a lo largo del eje z se puede escribir como

$$U(z) = \frac{\exp[\mp ikD(z) + ikd]}{D(z)} \sum_{n=0}^{N-1} A_n.$$

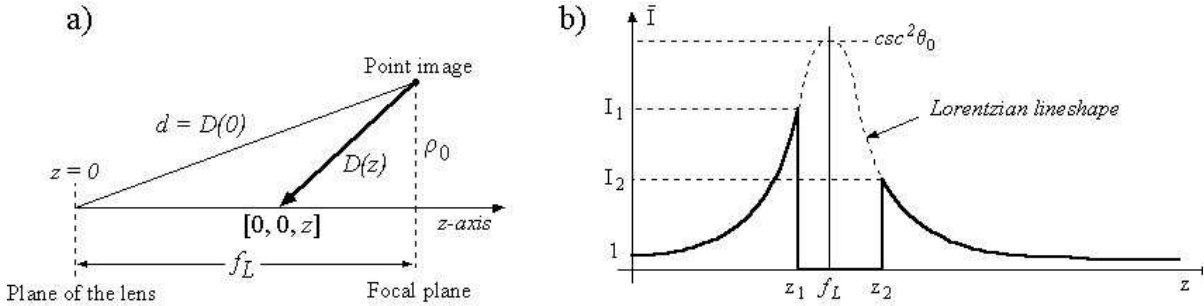


Figura 4: La predicción geométrica de la intensidad de un COI enfocado está dado por una curva Lorentziana.

Debido a que la sumatoria de constantes complejas $\sum_{n=0}^{N-1} A_n$ es por sí misma otra constante compleja $C \exp(i\beta)$, entonces el campo axial $U(z)$ se escribe

$$U(z) = \frac{C}{D(z)} \exp[\mp ikD(z) + ikd + i\beta]. \quad (7)$$

De esta forma la intensidad a lo largo del eje z toma la forma $I(z) = C^2/D^2$, donde la constante C se encuentra usando la continuidad de la intensidad en $z = 0$. Si I_0 es la intensidad axial del COI y asumiendo una lente sin pérdidas, entonces obtenemos $C^2 = I_0 d^2 = I_0 (\rho_0^2 + f_L^2)$, así la intensidad axial normalizada $I(z)/I_0$ puede escribirse finalmente como

$$\bar{I}(z) = \begin{cases} \frac{I(z)}{I_0} = \left[\frac{D(0)}{D(z)} \right]^2 = \frac{\rho_0^2 + f_L^2}{\rho_0^2 + (z - f_L)^2}, & \text{si } z \in [0, z_1] \text{ y } z \in [z_2, \infty), \\ 0 & \text{si } z \in (z_1, z_2) \end{cases} \quad (8)$$

Desde un punto de vista geométrico la intensidad normalizada a lo largo del eje z es igual al cuadrado de la relación entre las distancias $D(0)$ y $D(z)$, ver la Fig. 4(a). La Ec. (8) define una línea conocida como *curva Lorenziana* centrada en $z = f_L$ cuyo máximo valor es $1 - (f_L/\rho_0)^2 = \csc^2 \theta_0$. Una gráfica típica de la intensidad normalizada a lo largo del eje z se muestra en la Fig. 4(b). Note que \bar{I} depende exclusivamente de la distancia focal de la lente, y es siempre la misma para cualquier COI arbitrario siempre y cuando tenga la misma θ_0 . En particular cuando f_L tiende a infinito es como si no existiera la fuente, consecuentemente $\bar{I} \rightarrow 1$ para $z \in [0, z_{\max}]$ y $\bar{I} = 0$ para $z \in (z_{\max}, \infty)$, como era de esperarse para una COI cruzando una apertura circular. El efecto de la apertura circular sobre la intensidad axial consiste en modificar la posición de los vértices z_1 and z_2 . En la Fig. 2 podemos observar que z_1 está más cerca a f_L que z_2 para cualquier combinación de valores, específicamente tenemos

$$\frac{z_2 - f_L}{f_L - z_1} = \frac{R_L + \rho_0}{R_L - \rho_0} > 1.$$

Este resultado asegura que el primer pico de intensidad I_1 es siempre más grande que el segundo pico I_2 . La relación entre las intensidades de los picos se encuentra sustituyendo z_1 y z_2 en la Ec. (8), explícitamente tenemos

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\rho_0^2 + (z_2 - f_L)^2}{\rho_0^2 + (z_1 - f_L)^2} > 1.$$

Si el ángulo θ_0 del COI disminuye, entonces ρ_0 disminuye y z_1 y z_2 se acercan al plano focal, por lo tanto los picos de intensidad se incrementan tal que $I_2 \rightarrow I_1$. El caso límite ocurre cuando $\theta_0 = 0$ (i.e. una onda plana incidiendo normalmente sobre la lente) y ambos picos coinciden en el punto focal geométrico con intensidad infinita, e.g. $\csc \theta_0 \rightarrow \infty$ conforme $\theta_0 \rightarrow 0$. Para propósitos prácticos podemos obtener una simplificación de la Ec. (8) considerando que usualmente $\rho_0 \ll f_L$, así tenemos

$$\frac{I(z)}{I_0} = \frac{\rho_0^2 + f_L^2}{\rho_0^2 + (z - f_L)^2} \simeq \frac{f_L^2}{(z - f_L)^2}, \quad \text{for } z \in [0, z_1] \text{ and } z \in [z_2, \infty). \quad (9)$$

La Ec. (8) se dedujo asumiendo un COI con un espectro de frecuencias discreto, sin embargo una demostración equivalente usando integrales en vez de sumatorias puede realizarse para validar que la Ec. (8) describe describe la intensidad axial de un COI enfocado con un espectro continuo de frecuencias. Si el espectro angular $g(\varphi)$ es continuo la sumatoria $\sum_{n=0}^{N-1} A_n$ se convierte en la $\int_0^{2\pi} g(\varphi) d\varphi$ cuyo resultado puede escribirse como un número complejo $C \exp(i\beta)$. Evidentemente la integral debe escalarse tomando en cuenta que C se determina por continuidad en el plano $z = 0$. Como ejemplo consideremos el espectro angular de los haces Bessel $g(\varphi) = \exp(im\varphi)$. Debido a que la integral $\int_0^{2\pi} \exp(im\varphi) d\varphi$ vale cero excepto para los haces Bessel de orden $m = 0$, la intensidad axial de los haces Bessel de orden superior siempre es cero.

3. Resultados y discusión

El enfocamiento real de los COI se ve afectado por los procesos difractivos y por las ondas de borde generadas por los dispositivos ópticos. Para confirmar los resultados de la sección pasada, presentamos los resultados de algunas simulaciones realizadas. Tomaremos como ejemplo el enfocamiento de un patrón cosenoidal ya que gráficas del enfocamiento de los haces Bessel pueden consultarse en [20].

Suponga que una campo cosenoidal $U_t = \cos(k_t y)$ está incidiendo normalmente sobre una apertura circular de radio $R_L = 4$ mm. y distancia focal $f_L = 0.75$ m. El valor de la constante de propagación transversal es $k_t = 13238.895 \text{ m}^{-1}$ para asegurar un anillo en el plano focal de radio $\rho_0 = 1$ mm. La propagación del campo cosenoidal enfocado a lo largo del plano ($y - z$) se despliega en la Fig. 5 donde notamos una excelente concordancia con la predicción geométrica, ver Fig. 2. El campo en el plano focal está formado por dos anillos brillantes localizados en $(x, y) = (0, \pm \rho_0)$.

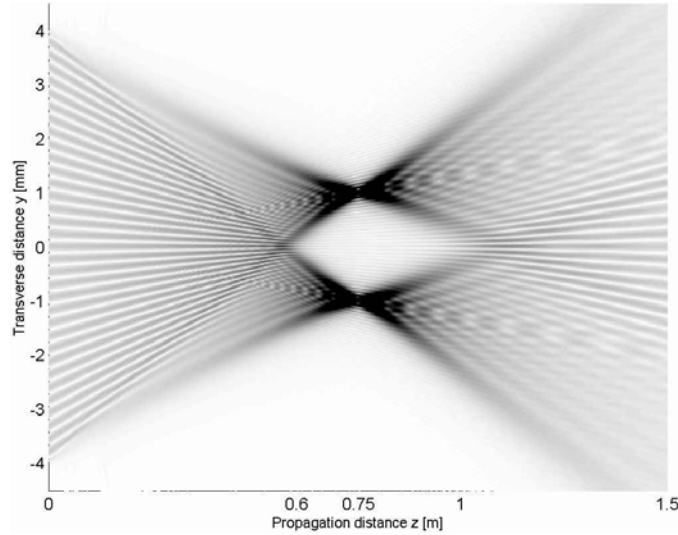


Figura 5: Evolución del patrón cosenoidal enfocado. **Parámetros geométricos:** $f_L = 0.75$ m., $R_L = 4$ mm. **Parámetros de entrada** $\lambda = 632.8$ nm., $k_t = 13238.895$ m⁻¹. **Parámetros de la simulación:** tamaño de malla 512x512; valores transversales máximos $x_{\max} = y_{\max} = 5$ mm; incremento de propagación $\Delta z = 3.75$ mm; intervalo de simulación $z = [0, 1.5]$ m; pasos totales = 401. **Valores del campo enfocado:** $\rho_0 = 1$ mm, $z_1 = 0.6$ m, $z_2 = 1$ m.

Dentro de la región cónica R1 las ondas esféricas convergentes interfieren dando la impresión de que el patrón cosenoidal está colapsando hacia el vértice geométrico localizado en $z_1 = 0.6$ m. Más allá de $z_2 = 1$ m. aparece la segunda región cónica R2 donde el patrón cosenoidal se reconstruye nuevamente. En la Fig. 6 mostramos la propagación cerca del plano focal. Observe que las ondas de borde interfieren constructivamente en la región central de las ondas esféricas convergentes, y que ellas se propagan más allá del plano focal. Debido a que la energía total del COI se concentra solo en dos puntos es de esperarse que la intensidad de los puntos imagen sea más grande que la intensidad del pico virtual I_1 en el primer vértice. Por otro lado una haz Bessel tiene su energía uniformemente distribuida a lo largo del anillo y por lo tanto I_1 es más grande que la intensidad en el anillo. [20]. Este hecho podría explicar la tendencia a considerar z_1 como el foco de un haz Bessel.

Contrario a los haces Bessel que tienen un pico intenso al centro, el patrón cosenoidal presenta franjas que dificultan la visualización de la intensidad axial en la Fig. 6, sin embargo en la Fig. 7 mostramos este comportamiento. Ignorando las fluctuaciones difractivas causadas por las ondas de borde, una excelente concordancia se logra con la predicción de la Eq. (8) mostrada con líneas segmentadas. Los parámetros físicos son tales que el segundo pico no está bien marcado, sin embargo decrementando el ángulo θ_0 del COI hacemos que z_1 y z_2 se acerquen y que el segundo pico tienda a la predicción geométrica.

Para confirmar el argumento del párrafo anterior, hemos simulado el enfocamiento de una haz Bessel $U_t = J_0(k_t \rho)$ con los mismo parámetros físicos que el patrón cosenoidal, pero ahora k_t ha sido reducida para tener un anillo imagen de radio $\rho_0 = 0.5$ mm. Los nuevos vértices geométricos están localizados en $z_1 = 0.666$ m, y $z_2 = 0.857$ m. La intensidad axial normalizada se muestra en la Fig. 8 donde podemos observar el segundo pico con mayor definición. Debido a que el radio de la imagen es pequeño comparado con la distancia focal, entonces un pequeño cambio en ρ_0 no afecta significativamente la curva Lorentziana mostrada en la Fig. 7. Así la consecuencia más importante de cambiar ρ_0 es acercar los vértices entre sí. Más aún la existencia de un segundo pico de intensidad es una característica general de cualquier COI.

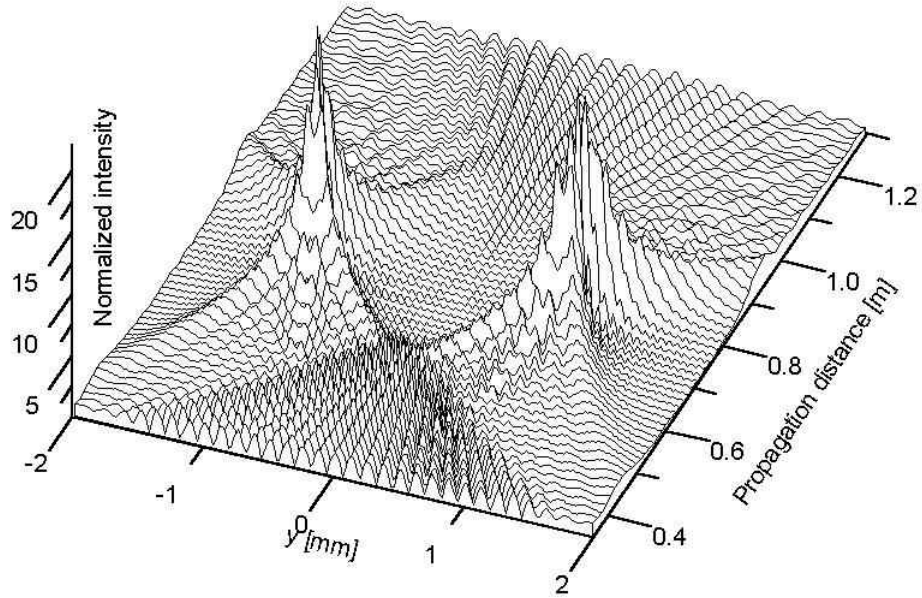


Figura 6: Evolución de la intensidad de un patrón cosenoidal cerca del plano focal.

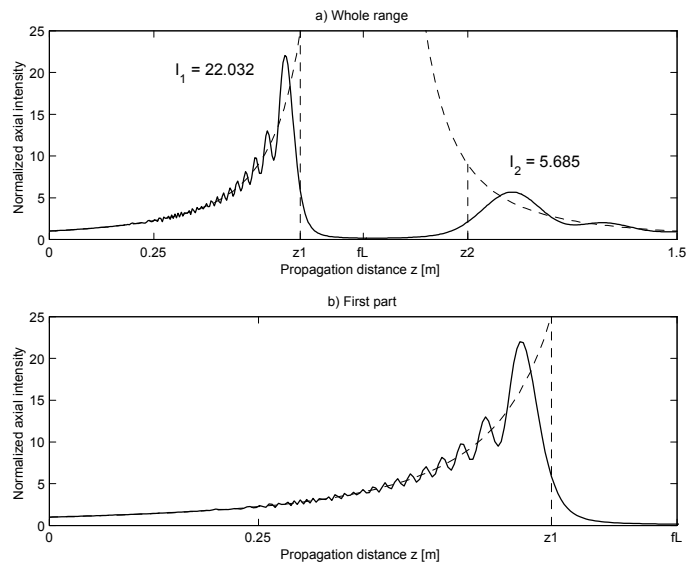


Figura 7: Evolución de la intensidad axial de un patrón cosenoidal enfocado. Las líneas punteadas representan la predicción geométrica.

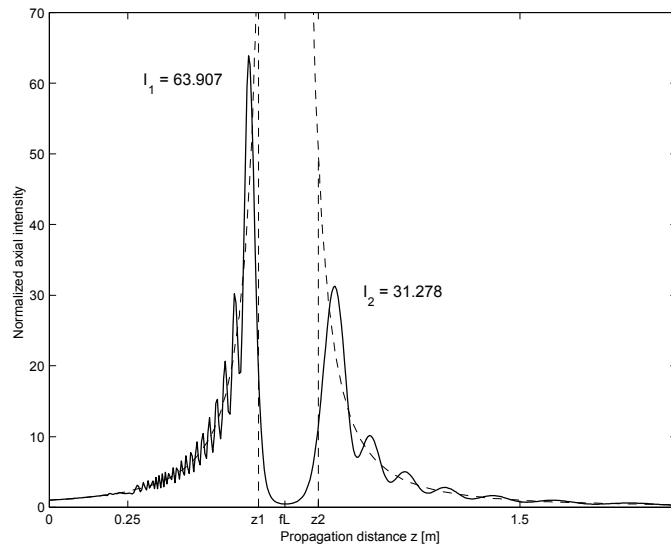


Figura 8: Evolución de la intensidad axial de un haz Bessel con frecuencia espacial transversal k_t menor que aquella del patrón cosenoidal.

4. Conclusiones

En este trabajo hemos demostrado que la Ec. (8) es una excelente aproximación para calcular la intensidad axial de cualquier COI arbitrario enfocado por una lente convergente. La ecuación es válida para COIs discretos y continuos.

La existencia del foco aparente localizado en el vértice de la región R1 de la Fig. 2 es una propiedad general de cualquier COI enfocado. Este foco virtual es solo una consecuencia de la estructura cónica de las ondas planas que forman al COI. Una segunda lente después del plano focal de la primera reconstruye el COI original y más aún el arreglo puede usarse para generar ondas convergentes.

Referencias

- [1] J.C. Gutierrez-Vega, *Formal Analysis of the Propagation of Invariant Optical Fields with Elliptic Symmetries*, Tesis doctoral, INAOE, México, 2000
- [2] A. Siegman, *Lasers*, (University Science Books, Mill Valley CA, 1986)
- [3] M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics* (Cambridge University Press, Cambridge, 1999), 7th. ed.
- [4] Y. Li and E. Wolf, "Three-dimensional intensity distribution near the focus in systems of different Fresnel numbers," *JOSA A*, **1**, pp. 801-808, 1984
- [5] Y. Li and E. Wolf, "Focal shifts in diffracted converging spherical waves," *Opt. Comm.*, **39**, pp. 209-211, 1981
- [6] C. W. McCutchen, "Generalized aperture and the three-dimensional diffraction image," *JOSA*, **54**(2), pp. 240-244, Feb. 1964
- [7] T. C. Poon, "Focal shift in focused annular beams," *Opt. Comm.*, **65**, pp. 401-406, 1988

- [8] Y. Li and F. T. S. Yu, "Intensity distribution near the focus of an apertured focused Gaussian beam," *Opt. Comm.*, **70**, pp. 1-7, 1989
- [9] Y. Li, "Oscillations and discontinuity in the focal shift of a focused of Gaussian laser beams," *JOSA A*, **3**, pp. 1761-1765, 1986
- [10] Z. Bouchal, J. Wagner, and M. Olivik, "Bessel beams in the focal region," *Opt. Eng.*, **34**(6), pp. 1680-1687, 1995
- [11] B. Lü, W. Huang, and B. Zhang, "Fraunhofer diffraction of a Bessel beam focused by an aperture lens," *Opt. Comm.*, **119**, pp. 6-12, 1995
- [12] B. Lü, W. Huang, B. Zhang, F. Kong, and Q. Zhai, "Focusing properties of Bessel beams," *Opt. Comm.*, **131**, pp. 223-228, 1996
- [13] B. Lü and W. Huang, "Three-dimensional intensity distribution of focused Bessel-Gauss beams," *J. Mod. Opt.*, **43**, pp. 509-515, 1996
- [14] C. Palma, G. Cincotti, G. Guattari, and M. Santarsiero, "Imaging of generalized Bessel-Gauss beams," *J. Mod. Opt.*, **43**(11), pp. 2269-2277, 1996
- [15] P. L. Greene and D. G. Hall, "Focal shift in vector beams," *Opt. Exp.*, **4**(10), pp. 411-419, May 1999
- [16] S. Chávez-Cerda, M.A. Meneses-Nava, and J. M. Hickmann, "Reply to Comment on 'Interference of travelling nondiffracting beams'," *Opt. Lett.*, **25**(2), pp. 83-84, Jan. 2000
- [17] A. Dubra and J.A. Ferrari, "Diffracted field by an arbitrary aperture," *Am. J. Phys.*, **67**(1), pp. 87-92, Jan. 1999
- [18] G. W. Forbes, "Validity of the Fresnel approximation in the diffraction of collimated beams," *JOSA A*, **13**(9), pp. 1816-1826, Sept., 1996
- [19] C.J.R. Sheppard, "Diffraction by a circular aperture: a generalization of Fresnel diffraction theory," *JOSA A*, **9**(2), pp. 274-281, Feb., 1992
- [20] S. Chávez-Cerda and G.H.C. New, "Evolution of focused Hankel waves and Bessel beams," *Opt. Comm.*, **181**, pp. 369-378, 15 July 2000
- [21] J. Durnin, "Exact solutions for nondiffracting beams. I The scalar theory," *JOSA A*, **4**(4), pp. 651-654, Apr. 1987
- [22] J. Durnin, J.J. Micely Jr., and J. H. Eberly, "Diffraction-Free Beams," *Phys. Rev. Lett.*, **58**(15), pp. 1499-1501, Apr. 1987
- [23] S. Chávez-Cerda, "A new approach to Bessel beams," *J. Modern Opt.*, **46**(6), pp. 923-930, June 1999
- [24] J. A. Stratton, *Electromagnetic Theory*. (Mc-Graw Hill, New York, 1941)
- [25] J. Turunen, A. Vasara, and A. T. Friberg, "Propagation invariance and self-imaging in variable-coherence optics," *JOSA A*, **8**(2), pp. 282-289, 1991

ALGORITMO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN PIZARRAS ELÉCTRICAS

Irma López Saura.¹

El algoritmo que aquí se propone se ideó para resolver el problema planteado por una empresa constructora que necesita optimizar la distribución de cargas en las pizarras eléctricas, de manera que los transformadores requeridos sean de la menor capacidad posible. La capacidad del transformador depende de la mayor de las sumas obtenidas con las cargas colocadas en las columnas, por lo que una distribución adecuada de las cargas representa un significativo ahorro de recursos. Habitualmente los ingenieros hacen esto de manera empírica, lo que resulta engorroso y requiere de algún tiempo. Por eso esta idea tiene interés práctico. Matemáticamente estamos ante un problema de programación lineal en números enteros. En la literatura consultada en esa área se encontraron métodos generales que debían ser adaptados a esta situación y que resultaban complicados. El algoritmo que aquí se expone es original y resultó muy comprensible, eficiente y fácil de programar en cualquier lenguaje.

Palabras clave: Programación lineal, Pizarras eléctricas, Distribución de cargas eléctricas

1. Introducción

En cualquier construcción las cargas eléctricas deben ser conectadas a pizarras que a su vez se conectan a transformadores. Las pizarras son tableros que tienen regularmente tres columnas y diez filas, es decir 30 lugares, en los que se deben distribuir todas las cargas conectadas a ella. Para calcular la capacidad del transformador correspondiente se deben sumar las cargas de cada una de las columnas y elegir la mayor de esas sumas. La capacidad del transformador depende de esta última. Lógicamente, el costo de los transformadores depende de la capacidad de éstos, por lo que si se logra que la mayor de las sumas por columna sea lo más pequeña posible, entonces se necesitará un transformador de menos capacidad y se ahorrará en tiempo y costos. Claro que la carga total a conectar en una pizarra es fija, por eso la mejor opción es que esta carga total esté distribuida de manera equitativa en las tres columnas. Sin embargo las cargas son números enteros que pueden ser de magnitudes muy diversas, pues a la pizarra se conectan tanto simples focos como equipos de refrigeración, tornos, etc, y la cantidad de distribuciones posibles es enorme ($30! = 26525285981219105863630848000000$).

Desde el punto de vista matemático estamos ante un problema de permutaciones. Como la cantidad de permutaciones de las cargas en la pizarra es tan grande, pensamos en una forma de restringir la búsqueda de la mejor distribución, de manera ordenada y siempre mejorando, esto es, que cada nueva distribución de cargas sea más cercana al objetivo que la anterior.

Formalmente el problema se puede plantear como: distribuir cierta cantidad de números enteros en una matriz de orden $k \times n$, de manera que las sumas de los elementos de cada columna difieran lo menos posible. Esto es, minimizar la diferencia entre las sumas por columna:

$$\min \left(\max_{1 \leq j_1, j_2 \leq n} \left| \sum_{i=1}^k a_{i j_1} - \sum_{i=1}^k a_{i j_2} \right| \right)$$

¹Mtra. Irma de la C. López Saura. Profesora del Departamento de Matemáticas de la División de Ingeniería y Arquitectura del ITESM. Campus Ciudad de México, ilopez@campus.ccm.itesm.mx

o también, minimizar la mayor diferencia de las sumas de los elementos de las columnas con el promedio,

$$P = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k a_{ij}, \text{ de todos los números a distribuir:}$$

$$\text{mín} \left(\text{máx}_{1 \leq j \leq n} \left| \sum_{i=1}^k a_{ij} - P \right| \right)$$

Obsérvese que como los números son enteros, no se puede pensar en una aproximación continua al objetivo. Debemos aproximarnos a la distribución óptima permutando los números. Por otra parte, no hay un punto de partida que pueda considerarse mejor o peor, porque un solo cambio, una sola permutación, puede generar una gran diferencia entre las sumas por columnas. Entonces la búsqueda se debe ordenar de manera que nunca se pase de una distribución mejor a una peor. También hay que señalar que el algoritmo descrito no pone ninguna limitación a los valores de n y k .

El algoritmo se desarrolla como sigue: A partir de una distribución inicial arbitraria de los números en la matriz, se propone una forma ordenada de acercarnos a nuestro objetivo intercambiando elementos entre las diferentes columnas.

Sea j_M el número de la columna donde es mayor la suma, S_{j_M} , de sus elementos, y sea j_m el de la columna donde la suma, S_{j_m} de sus elementos es menor. Vamos a intercambiar elementos entre las columnas j_M y j_m para reducir el intervalo $[S_{j_m}, S_{j_M}]$ en el que se encuentran todas las sumas de los elementos de cada j -ésima columna. Como $S_{j_m} \leq P \leq S_{j_M}$, entonces debemos cuidar que el algoritmo cree una sucesión de intervalos encajados que contengan a P .

Denotemos por

$$d_j = S_j - P, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

que es la desviación de la suma correspondiente a la j -ésima columna respecto al promedio.

Diremos que un intercambio de elementos es **admisibile** si como resultado del mismo S_{j_m} se incrementa en una magnitud Δ , tal que $S_{j_m} < S_{j_m} + \Delta < S_{j_M}$, (y simultáneamente $S_{j_M} < S_{j_M} - \Delta < S_{j_m}$). Entonces

$$0 < \Delta < \frac{S_{j_M} - S_{j_m}}{2}, \text{ y teniendo en cuenta (1)}$$

$$0 < \Delta < \frac{d_{j_M} - d_{j_m}}{2} \quad (2)$$

Esta condición es fundamental en el desarrollo del algoritmo, puesto que garantiza la obtención de **la sucesión de intervalos encajados** de manera que cada nueva distribución de los elementos en la matriz sea mejor que la anterior.

Ahora surge la interrogante: ¿Cuál intercambio elegir entre todos los admisibles? Una buena variante es realizar el intercambio que corresponde al Δ más cercano a $\Delta^* = \frac{d_{j_M} - d_{j_m}}{2}$, que es la magnitud que equipara las sumas de los elementos situados en las columnas j_M y j_m .

Una vez efectuado un intercambio se determinan los nuevos valores de j_m y j_M para buscar la posibilidad de otro intercambio. Si no se encontrara ningún intercambio admisibile entre las columnas j_m y

j_M , se buscará uno entre la j_m -ésima columna y otra. De no existir posibilidades, se trabajaría con la j_M -ésima columna y las otras. Luego lo mismo con la columna donde la suma es la inmediata inferior a S_{j_M} y si no, con aquella donde la suma es la inmediata superior a S_{j_m} . Así se trabaja sucesivamente hasta barrer todas las posibilidades. Cuando se hace un intercambio de elementos se actualizan los valores de j_M y j_m y se comienza desde el principio. El proceso se detiene cuando no hay más posibilidades de cambios *admisibles*.

2. Metodología.

A partir de una distribución inicial arbitraria el algoritmo propuesto tiene los siguientes pasos:

1. Ordenar los elementos de cada columna en orden decreciente:

$$a_{i+1j} \leq a_{ij} \quad 1 \leq i \leq k-1, \quad 1 \leq j \leq n$$

2. Calcular las sumas S_j , y determinar j_m y j_M .

3. Calcular $d_{j_m}, d_{j_M}, \Delta^*$.

4. Confeccionar la tabla $B = \{b_{pq}\}_{kk}$, donde cada $b_{pq} = a_{pj_M} - a_{qj_m}$ y elegir

$$b^* = b_{p^*q^*} \text{ tal que } 0 \leq b^* \leq \Delta \text{ y que } |b^* - \Delta^*| = \min |b_{pq} - \Delta^*|$$

De esta forma queda determinado el mejor intercambio posible entre dos elementos de las columnas j_m y j_M , que es entre $a_{p^*j_M}$ y $a_{q^*j_m}$

5. Calcular las sumas $b_{p_1q_1} + b_{p_2q_2}$ para $p_1, p_2, q_1, q_2 = 1, 2, \dots, k$ $p_1 < p_2, q_1 \neq q_2$, y

$$\text{elegir } b^{**} = \min |b_{p_1q_1} + b_{p_2q_2} - \Delta^*|,$$

Nótese que estas sumas

$$b_{p_1q_1} + b_{p_2q_2} = (a_{p_1j_M} - a_{q_1j_m}) + (a_{p_2j_M} - a_{q_2j_m}) = (a_{p_1j_M} + a_{p_2j_M}) - (a_{q_1j_m} + a_{q_2j_m})$$

representan la variación de S_{j_M} y S_{j_m} si se intercambian parejas de elementos simultáneamente, pues puede ocurrir que los cambios correspondientes a $b_{p_1q_1}$ y $b_{p_2q_2}$ no sean los mejores, ó incluso, que no sean admisibles por ser muy grande uno y negativo el otro, sin embargo el intercambio simultáneo de $a_{p_1j_M}$ y $a_{p_2j_M}$ por $a_{q_1j_m}$ y $a_{q_2j_m}$ da un resultado más cercano a Δ^* .

Es interesante notar que en realidad no es necesario calcular todas las sumas $b_{p_1q_1} + b_{p_2q_2}$ porque, gracias al paso 1, en la tabla B los elementos satisfacen las desigualdades

$$b_{pq} \leq b_{p,q+1}, \quad b_{pq} \geq b_{p+1,q} \quad (3)$$

así es que, comenzando por $p_1 = 1, q_1 = 1, 2, \dots, k$, si, prefijado $b_{p_1q_1}$, la suma $b_{p_1q_1} + b_{p_2q_2}$ (con $p_1 < p_2, q_1 \neq q_2$) resulta mayor que Δ^* , la próxima suma a calcular es $b_{p_1q_1} + b_{p_2+1q_2}$,

pero si resulta menor que Δ^* , la próxima es $b_{p_1q_1} + b_{p_2q_{2+1}}$. De esta forma el movimiento por la tabla B se realiza de forma escalonada y se detiene cuando situados en la k -ésima columna, debemos movernos a la derecha, ó cuando situados en la k -ésima fila, debemos movernos hacia abajo.

6. Comparar b^* y b^{**} , elegir el más cercano a Δ^* y hacer el mejor intercambio.
7. Retornar al paso 1.

3. Simulación, resultados y análisis

Veamos un ejemplo con $k = 6, n = 3$:

Sea la distribución inicial, después del primer paso, la siguiente:

$$A_0 = \begin{bmatrix} 1800 & 1850 & 2000 \\ 1800 & 1700 & 1600 \\ 1200 & 1200 & 1500 \\ 990 & 925 & 925 \\ 495 & 395 & 300 \\ 0 & 0 & 210 \end{bmatrix}$$

Se calcula :

$$P = 6296, S_1 = 6285, S_2 = 6070, S_3 = 6535; S_1, S_2, S_3 \in [6070, 6535]; j_m = 2, j_M = 3, d_{j_m} = -226, d_{j_M} = 239, \Delta^* = 232.$$

$$B = \begin{bmatrix} 150 & 300 & 800 & 1075 & 1605 & 2000 \\ -250 & -100 & 400 & 675 & 1205 & 1600 \\ -350 & -200 & 300 & 575 & 1105 & 1500 \\ -925 & -775 & -275 & 0 & 530 & 925 \\ -1550 & -1400 & -900 & -625 & -95 & 300 \\ -1640 & -1490 & -990 & -715 & -185 & 210 \end{bmatrix}$$

Aquí $b^* = b_{66} = 210, p^* = 6, q^* = 6$. Esto significa que el mejor intercambio posible entre dos elementos de las filas 2 y 3 es $a_{62} = 0$ por $a_{63} = 210$. Así se obtendrían los nuevos valores $S_3 = 6325$, y $S_2 = 6290$, entonces el nuevo intervalo en el que se encontrarían S_1, S_2, S_3 sería $[6285, 6325]$.

Busquemos ahora una posibilidad mejor en los intercambios de parejas de elementos: Partiendo de $b_{11} = 150$ comenzamos sumando con $b_{22} = -100$, (ya que se debe observar que $p_1 < p_2, q_1 \neq q_2$). El resultado es 50, que es menor que $\Delta^* = 232$. Entonces nos movemos a la derecha y sumamos b_{11} con b_{23} : $b_{11} + b_{23} = 150 + 400 = 550$. Como el nuevo resultado es mayor que Δ^* , nos movemos hacia abajo:

$150 + 300 = 450$. Aún es mayor que Δ^* . Luego calculamos $150 - 275 = -125 < \Delta^*$. Ahora hay que moverse a la derecha: $150 + 0 = 150$. Esta suma es menor que Δ^* , de ahí que la próxima es $150 + 530 = 680 > \Delta^*$; después $150 - 95 = 55 < \Delta^*$; $150 + 300 = 450 > \Delta^*$; $150 + 210 = 360 > \Delta^*$. Lo mejor que hemos obtenido es $b_{11} + b_{66} = 360$, pero como es un resultado peor que $b^* = b_{66} = 210$, no es necesario recordarlo.

Hacemos lo mismo con $b_{12} = 300$:

$300 - 250 = 50 < \Delta^*$; $300 + 400 = 700 > \Delta^*$; $300 + 300 = 600 > \Delta^*$; $300 - 275 = 25 < \Delta^*$; $300 + 0 = 300 > \Delta^*$; $300 - 625 = -325 < \Delta^*$; $300 - 95 = 205 < \Delta^*$; $300 + 300 = 600 > \Delta^*$; $300 + 210 = 510$. Esto se hace con el resto de los elementos de la primera fila, siempre buscando un resultado mejor que b^* .

Pasemos luego a la segunda fila. Comenzando con $b_{21} + b_{32}$ (recordemos que $p_1 < p_2$, $q_1 \neq q_2$).

Después de analizar todas las posibles sumas con b_{21} , se pasa a $b_{22}, b_{23}, b_{24}, b_{25}$. Detengámonos aquí:

$b_{25} + b_{31} > \Delta^*$; $b_{25} + b_{41} < \Delta^*$; $b_{25} + b_{42} > \Delta^*$; $b_{25} + b_{52} < \Delta^*$; $b_{25} + b_{53} > \Delta^*$; $b_{25} + b_{63} = 215$. Este

valor es mejor que $b^* = 210$, por ser más cercano a Δ^* , por tanto tenemos un cambio mejor que el indicado por $b^* = b_{66}$. Para terminar con el elemento b_{25} debemos movernos a la derecha porque $215 < \Delta^*$,

entonces calculamos $b_{25} + b_{64} > \Delta^*$, que nos haría movernos hacia abajo, pero estamos en la última fila de

B , así es que terminamos con b_{25} . Continuando el recorrido por la tabla B vemos que $b^{**} = b_{25} + b_{63} =$

215 . Así es que debemos cambiar los elementos segundo y sexto de la columna $j_M = 3$ por los elementos

Quinto y tercero de la columna $j_m = 2$.

Una vez hecho esto se va al paso 1. y después del mismo la matriz queda como

$$A_0 = \begin{bmatrix} 1800 & 1850 & 2000 \\ 1800 & 1700 & 1600 \\ 1200 & 1200 & 1500 \\ 990 & 925 & 925 \\ 495 & 210 & 395 \\ 0 & 0 & 300 \end{bmatrix}$$

Ahora $S_1 = 6285$, $S_2 = 6285$, $S_3 = 6320$, $j_m = 1$, $j_M = 3$, $d_{j_m} = -11$, $d_{j_M} = 24$, $\Delta^* = 17$.

Obsérvese que hay dos sumas iguales así que, por ordenar de alguna manera nuestro trabajo, tomamos j_m igual al menor de los números de las columnas donde se alcanza la suma mínima. Comparemos entonces las columnas primera y tercera. La tabla B será ahora:

$$B = \begin{bmatrix} 200 & 200 & 800 & 1010 & 1505 & 2000 \\ -300 & -300 & 300 & 610 & 1005 & 1500 \\ -600 & -600 & 0 & 210 & 705 & 1200 \\ -875 & -875 & -275 & 65 & 430 & 925 \\ -1405 & -1405 & -805 & -595 & -100 & 395 \\ -1500 & -1500 & -900 & -690 & -195 & 300 \end{bmatrix}$$

No hay ningún b_{pq} en el intervalo $[0,35]$, luego no hay ningún cambio admisible entre dos elementos de las columnas 1 y 3. Sin embargo al recorrer la tabla B calculando las sumas $b_{p_1q_1} + b_{p_2q_2}$ (con $p_1 < p_2$, $q_1 \neq q_2$), encontramos varios cambios admisibles, por ejemplo; $b_{11} + b_{65} = 5$. De todos ellos el mejor es $b_{34} + b_{65} = 210 - 195 = 15$.

Después de efectuar el cambio de a_{33} y a_{41} por a_{63} y a_{51} , y ordenar queda:

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1800 & 1850 & 2000 \\ 1800 & 1700 & 1500 \\ 1200 & 1600 & 990 \\ 1200 & 925 & 925 \\ 300 & 210 & 495 \\ 0 & 0 & 395 \end{bmatrix}$$

Ahora $S_1 = 6300$, $S_2 = 6285$, $S_3 = 6305$, $j_m = 2$, $j_M = 3$, $d_{j_m} = -11$, $d_{j_M} = 9$, $\Delta^* = 10$.

Al construir B vemos que no hay ningún b_{pq} en el intervalo de los cambios admisibles, que es $(0,20)$

$$B = \begin{bmatrix} 150 & 300 & 400 & 1075 & 1790 & 2000 \\ -350 & -200 & -100 & 575 & 1290 & 1500 \\ -860 & -710 & -610 & 65 & 780 & 990 \\ -925 & -775 & -675 & 0 & 715 & 925 \\ -1355 & -1205 & -1105 & -430 & 285 & 495 \\ -1655 & -1305 & -1205 & -530 & 185 & 395 \end{bmatrix}$$

Sin embargo, $b^{**} = b_{32} + b_{45} = -710 + 715 = 5$. Se hacen entonces los cambios indicados:

a_{33} y a_{43} por a_{22} y a_{52} , Después del primer paso del algoritmo se obtiene :

$$A_3 = \begin{bmatrix} 1800 & 1850 & 2000 \\ 1800 & 1600 & 1700 \\ 1200 & 990 & 1500 \\ 1200 & 925 & 495 \\ 300 & 925 & 395 \\ 0 & 0 & 210 \end{bmatrix}$$

Aquí $S_1 = 6300$, $S_2 = 6290$, $S_3 = 6300$, $j_m = 2$, $j_M = 1$, $d_{j_m} = -6$, $d_{j_M} = 4$, $\Delta^* = 5$ construye la tabla B para $j_m = 2$, $j_M = 1$, y ésta arroja que no hay cambios .

Se comparan luego las columnas $j_m = 2$, $j_M = 3$. Para ellas se construye la tabla B , que tampoco da ninguna posibilidad de intercambios. De esa manera termina el proceso con la mejor distribución , A_3 .

4. Conclusiones

1°. La distribución inicial puede ser totalmente arbitraria porque el algoritmo busca siempre una distribución más equitativa, y puede ocurrir que de la “peor” distribución se pase a la “mejor” con un solo cambio.

2°. El criterio de parada utilizado aquí puede llevar a realizar muchos cálculos innecesarios si n es grande, pues se construirían y analizarían $n(n-1) / 2$ tablas del tipo B . Por eso resulta conveniente en esos casos dar la alternativa de parar si $\Delta \leq M$, para cierto valor M máximo permisible de diferencia entre S_{j_m} y S_{j_M} , según los intereses del usuario, o parar si el error relativo $(S_{j_M} - S_{j_m}) / P$, se hace menor que cierto ϵ dado. En el ejemplo anterior, al terminar , el error relativo es $(S_{j_M} - S_{j_m}) / P \leq 0,0017$.

3°. Puede parecer que el análisis de las tablas B es muy largo. En realidad, gracias a la condición (3), la cantidad de sumas a realizar no excede la cifra

$$k[(k-1)+k+(k+1)+\dots+(2k-3)] = k[k(k-1)+(k-2)(k-3)/2-1] = k(k-1)(3k-4)/ 2$$

en cada tabla, y como la operatoria del algoritmo es muy elemental, éste resulta más simple que otros algoritmos conocidos de programación lineal.

4°. El uso ha demostrado una gran efectividad del algoritmo. En el ejemplo mostrado se ve cómo en el primer paso la longitud del intervalo de variación de las sumas S_j se reduce de 465 a 35 unidades, quedando finalmente en 10 unidades después de tres pasos.

5°. Desde el punto de vista práctico, el uso de este algoritmo permite una distribución rápida y más equilibrada de las cargas en las pizarras. Como la capacidad del transformador depende de la mayor de las sumas de las cargas por columna, si se logra que las tres columnas tengan cargas muy parecidas, se necesitará un transformador de menor capacidad y se ahorrará en tiempo y costos.

6°. Como se está trabajando con números enteros no se puede hablar de aproximación continua al óptimo. Para pasar de una distribución a otra no queda más opción que permutar elementos. El algoritmo propuesto garantiza una búsqueda ordenada de una mejor distribución.

7°. Aunque el problemas que dio lugar a estas ideas se planteó para una matriz de 10×3 , el algoritmo está dado para cualquier cantidad de filas y columnas. Por lo anterior, este trabajo presenta un algoritmo matemático original para un problema de "mínimax" en números enteros, surgido de la necesidad de resolver un problema práctico.

5. Bibliografía Consultada

- 1) Townsend, M. Discrete Mathematics: Applied Combinatorics and Graph Theory. Benjamin/Cummings . 1987.
- 2) Evans, J.R. and Minieka, E. Optimization Algorithms for Networks and Graph. 2nd ed. Dekker.1992.
- 3) Anderson, D.R. , Sweeney D. and Williams T. An Introduction to Management Science. Eighth Edition. West Publishing Company. 1994.
- 4) Sedgewick,R. and Flajolet, P. An Introduction to the Analysis of Algorithms. Addison-Wesley. 1996
- 5) Kreher, D.L. and Stinson,D.R. Combinatorial Algorithms. CRC Press.LLC 1999.

FILTRO DE ARMÓNICAS EN NÚCLEO DE HIERRO PARA HORNOS DE ARCO ELÉCTRICO

Armando Llamas T., Salvador Acevedo P., Jorge de Los Reyes P., Jesús Baez M.

La corrección de factor de potencia en presencia de armónicas requiere el uso de filtros para evitar amplificaciones de voltajes y corrientes alrededor de las frecuencias de resonancia. Las cargas eléctricas no lineales tales como los hornos de arco eléctrico producen armónicas de orden inferior, lo cual requiere filtros para cada armónica presente. Debido a la naturaleza no balanceada de un horno de fundición, es común que las corrientes armónicas sean inyectadas hacia el sistema de suministro. Para aminorar la distorsión y los efectos que produce, los autores presentan una solución que se diseñó para que una planta que contiene hornos de arco cumpliera con el estándar IEEE 519.

Palabras clave: Calidad de energía eléctrica, filtros de armónicas, hornos de arco eléctrico

1. Introducción

Durante el inicio de la fundición de chatarra, los hornos de arco eléctrico producen armónicas de orden inferior, esto es, segunda, tercera, cuarta y quinta. El diagrama unifilar de la Figura 1 corresponde a una planta que recibe el suministro de Comisión Federal de Electricidad (CFE) en 115 kV. El voltaje se reduce a 13.2 kV mediante un transformador de 10 MVA para alimentar dos hornos de arco eléctrico, de 3 MW y 2 MW, respectivamente. Un transformador adicional de 4 MVA es utilizado para alimentar motores e iluminación a un voltaje de 480 V. Los hornos de arco eléctrico además de producir distorsión armónica consumen potencia reactiva y operan con bajo factor de potencia. Para evitar la multa por bajo factor de potencia se propuso emplear un filtro de armónicas que aportara alrededor de 3 MVar. Para evitar resonancia paralelo con las armónicas mencionadas el filtro cuenta con ramas de segunda, tercera, cuarta y quinta armónicas. El filtro se compone de reactores en núcleo de hierro en serie con capacitores conectados en estrella con punto central flotando. En este artículo se justifica el tamaño del filtro, la selección de un filtro de sintonía múltiple en lugar de uno de quinta armónica, así como la manera en que el filtro de sintonía múltiple ayuda a cumplir con el estándar IEEE 519 [1].

2. Metodología

Corrección de potencia reactiva de desplazamiento: Para asegurar que la aportación de potencia reactiva del filtro sea suficiente para aumentar el factor de potencia a un valor de 0.9 en atraso, se considera carga máxima. La carga de hornos es 5 MVA con factor de potencia 0.7 atrasado y la de fuerza y alumbrado es de 2 MVA con factor de potencia 0.8 atrasado. La carga combinada resulta en 5.13 MW, 4.74 MVar y factor de potencia 0.73 atrasado. Inicialmente el filtro se diseñó para aportar 3.63 MVar. Esta situación se ilustra en la Figura 2 y el factor de potencia mejorado resulta ser 0.977 atrasado. De esta manera se comprueba que el tamaño del filtro es apropiado para la planta. Recientemente, se ha comprobado que cuando los dos hornos están a plena carga el factor de potencia es unitario.

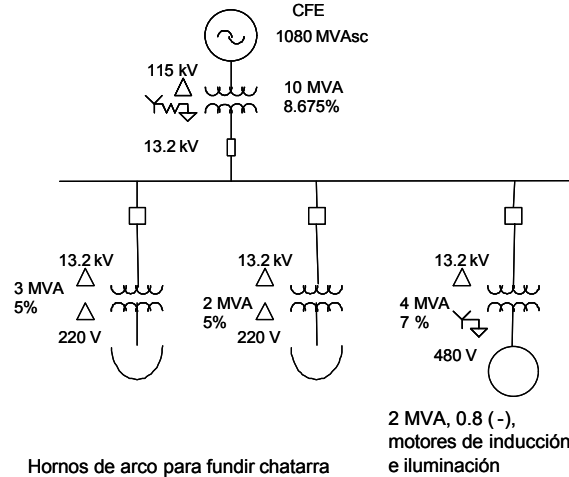


Figura 1 Diagrama unifilar de la planta

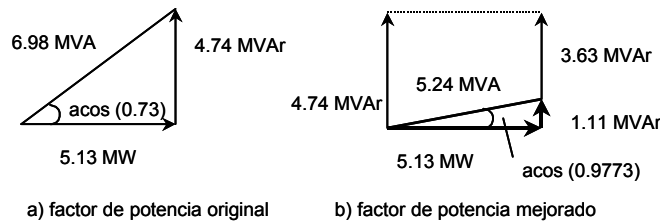


Figura 2 Corrección del factor de potencia

Tercera armónica y secuencia cero en transformadores: Las componentes de secuencia cero, así como las componentes balanceadas de tercera armónica sólo pueden circular en un sistema de cuatro hilos sumándose en el neutro. En un transformador $\Delta - Y$, estas componentes pueden circular en las líneas del lado Y y no circularán en las líneas del lado Δ pues quedarán atrapadas en los devanados de esta conexión. Sin embargo, cuando las terceras armónicas no son balanceadas, éstas podrán circular en las líneas de ambos lados de un transformador trifásico independientemente de la conexión. Para ilustrar tal situación consideremos las siguientes corrientes de línea en el secundario de un transformador $\Delta - Y$, las corrientes están balanceadas y contienen componente fundamental y tercera armónica,

$$i_a = 100 \times \sqrt{2} \times (\cos(\omega t) + I_3 \cos(3\omega t)),$$

al retrasar 120° para obtener la corriente de fase b tenemos,

$$i_b = 100 \times \sqrt{2} \times (\cos(\omega t - 120^\circ) + I_3 \cos(3\omega t - 360^\circ))$$

y al adelantar 120° para obtener la corriente de fase c tenemos

$$i_c = 100 \times \sqrt{2} \times (\cos(\omega t + 120^\circ) + I_3 \cos(3\omega t + 360^\circ)).$$

La Figura 3 muestra un transformador $\Delta - Y$ con relación 1:1 y cuyo secundario alimenta a una carga balanceada con las tres corrientes descritas. En el cuarto hilo la componente de 60 Hz se cancela ya que las tres fases van desplazadas 120° ; pero las tres terceras armónicas se suman resultando así

que se triplican. En el devanado primario aparecen las tres corrientes de línea del secundario divididas por raíz(3). La tercera armónica de los devanados primarios se queda atrapada ahí circulando en los tres devanados y en las corrientes de línea no se presentan las terceras armónicas.

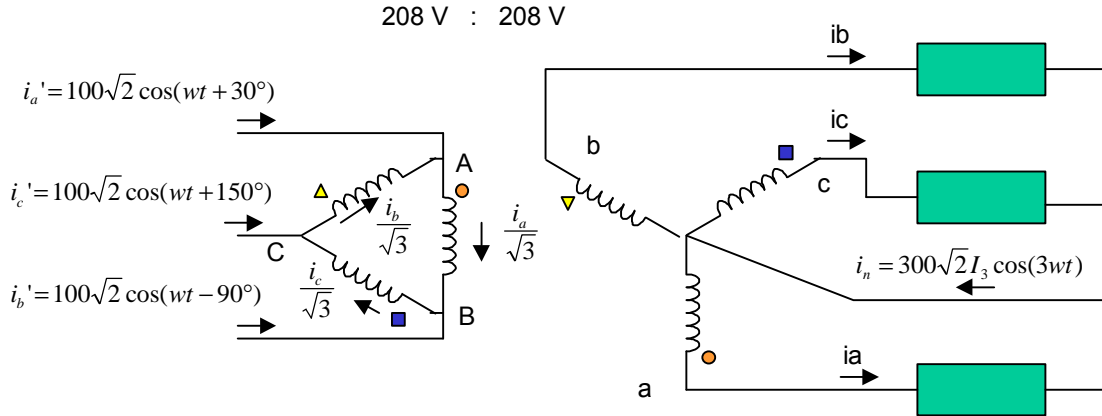


Figura 3 Tercera armónica balanceada en un transformador delta estrella.

Hemos ilustrado que corrientes de tercera armónica balanceadas se comportan como una componente fundamental de secuencia cero. Consideremos ahora una corriente desbalanceada tal y como ocurre en la primera etapa de fundición de chatarra. Supongamos que el transformador Δ - Δ es de 13200 V a 132 V y que saliendo de la terminal a y entrando por la terminal b fluye una corriente

$$i_a = 100 \times \sqrt{2} \times (\cos(\omega t) + I_3 \cos(3\omega t)) \text{ A,}$$

como se muestra en la Figura 4.

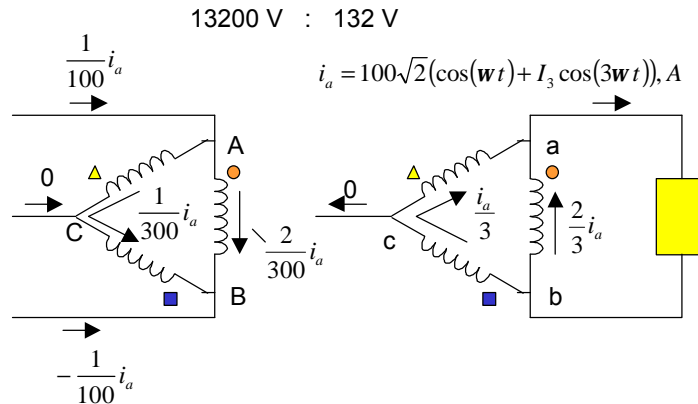


Figura 4 Corriente desbalanceada en transformador Δ - Δ

Analizando la Figura 4, resulta claro que la conexión Δ - Δ del transformador no bloquea esta corriente sin importar si es de 60 Hz, de 180 Hz o una combinación de las dos, de tal manera que la

afirmación "una conexión delta bloquea la tercera armónica" sólo es correcta cuando la corriente en cuestión es balanceada.

Armónicas de sintonía y de resonancia: Al instalar capacitores o filtros de armónicas aparece una armónica de resonancia paralelo. Aparece también una armónica de resonancia serie que tiene el mismo valor. En el caso de un banco de capacitores, la armónica de resonancia [1], [2] está dada por:

$$h_R = \sqrt{\frac{MVA_{sc}}{MVA_r}}$$

donde,

- MVA_{sc} es la potencia de corto circuito en el lugar en que se instala el banco,
- MVA_r es la potencia reactiva que aporta el banco al voltaje nominal del sitio en que se instala el banco, y
- h_R es la armónica de resonancia.

En la Figura 5 se muestra la conexión de un banco de capacitores de 3.63 MVA_r en el bus de 13.2 kV, en dicho bus el nivel de corto circuito es de 104 MVA_{sc}. La ecuación anterior resulta en una armónica de resonancia 5.37. La carga no lineal formada por los hornos de arco eléctrico amplificarán la armónica quinta de manera importante.

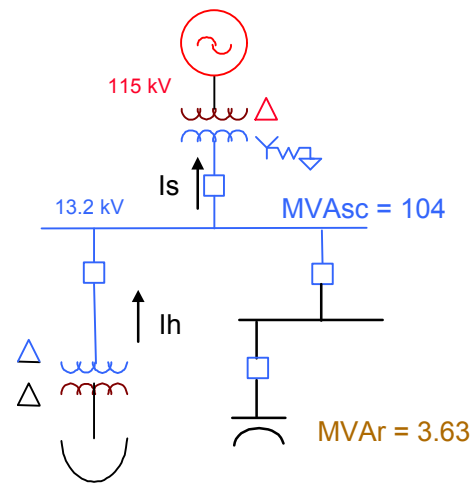


Figura 5 Banco de capacitores para corregir el factor de potencia de desplazamiento.

Los filtros que se emplearon en este caso están formados por una combinación LC serie. La armónica de sintonía en el filtro, h_f está dada por:

$$h_f = \frac{1}{2p f} \sqrt{\frac{1}{LC}} = \sqrt{\frac{X_{C60}}{X_{L60}}}$$

donde,

- f, es la frecuencia en Hz (60 Hz en México)
- L, es la inductancia del reactor en H
- C, es la capacitancia del capacitor en F
- X_{C60} es la reactancia del capacitor a 60 Hz en Ω
- X_{L60} es la reactancia del reactor a 60 Hz en Ω

Cuando se instala un filtro de armónicas, también se da lugar a una armónica de resonancia paralelo y resonancia serie, que está dada por:

$$h_R = h_f \sqrt{\frac{MVA_{sc}}{MVA_{sc} + h_f^2 MVA_r}} = h_f \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{MVA_r}{MVA_{sc}} h_f^2}}$$

donde,

- MVA_{sc} es la potencia de corto circuito en el lugar en que se instala el banco,
- MVA_r es la potencia reactiva que aporta el banco al voltaje nominal del sitio en que se instala el banco,
- h_f es la armónica de sintonía del filtro, y
- h_R es la armónica de resonancia.

Es conveniente enfatizar que la armónica de resonancia es siempre ligeramente inferior a la sintonía del filtro y el factor de reducción es el radical de la ecuación anterior. Para ilustrar el concepto de armónica de sintonía y de resonancia, consideremos el filtro de quinta armónica de la Figura 6. El banco de capacitores aporta 4.32 MVA_r a 13.2 kV, de tal manera que la reactancia por fase de la Y equivalente es (13.2)²/4.32 = 40.33 Ω y la reactancia del reactor a 60 Hz se especifica de 1.826 Ω, de esta manera la armónica de sintonía es la 4.7, lo que implica que la impedancia de la combinación serie a un frecuencia 4.7x60 Hz es muy baja.

El filtro y la reactancia de corto circuito en el bus de 13.2 kV presentan una armónica de resonancia por debajo de la 4.7, el valor está dado por

$$h_R = h_f \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{MVA_r}{MVA_{sc}} h_f^2}} = 4.7 \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4.32 \times 4.7^2}{104}}} = 3.39$$

El valor de armónica resonante indica que la combinación del filtro de quinta y la reactancia de corto circuito van a amplificar la armónica tercera.

Atenuación y amplificación: Al instalar un filtro de armónicas se pretende corregir el factor de potencia de desplazamiento y atenuar la distorsión armónica. La amplificación es la relación de corriente armónica que se va hacia el suministro, I_s, a la corriente armónica generada por la carga no lineal, I_h. La Figura 6 muestra las corrientes I_s e I_h. La atenuación a es el inverso de la amplificación, y cuando se tiene un filtro sintonizado a la armónica h_f, la atenuación [2] está dada por:

$$a = \frac{I_h}{I_s} = 1 + \frac{MVA_r}{MVA_{sc}} \times \frac{h_f^2 \times h^2}{h^2 - h_f^2}$$

Al igualar la atenuación a cero se obtiene la armónica de resonancia paralelo y resonancia serie presentada en la sección anterior. La amplificación, I_s/I_h, del sistema con filtro de quinta armónica de la Figura 6 se muestra en la Figura 7. La armónica 3 se amplifica 2.6 veces, esto es, por cada amperio de armónica tres inyectado por los hornos, se envían 2.6A al sistema.

Cuando se tiene un filtro con más de una rama, la atenuación [2] está dada por:

$$a = 1 + \frac{MVA_{r2}}{MVA_{sc}} \times \frac{h_{f2}^2 \times h^2}{h^2 - h_{f2}^2} + \frac{MVA_{r3}}{MVA_{sc}} \times \frac{h_{f3}^2 \times h^2}{h^2 - h_{f3}^2} + \dots$$

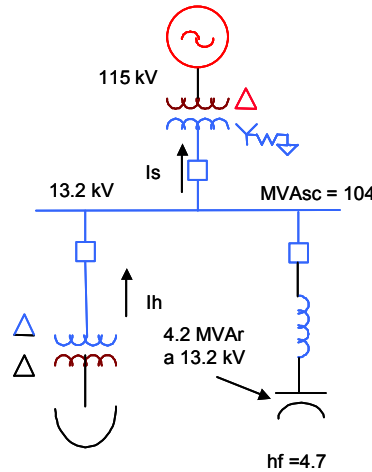


Figura 6 Filtro de quinta armónica

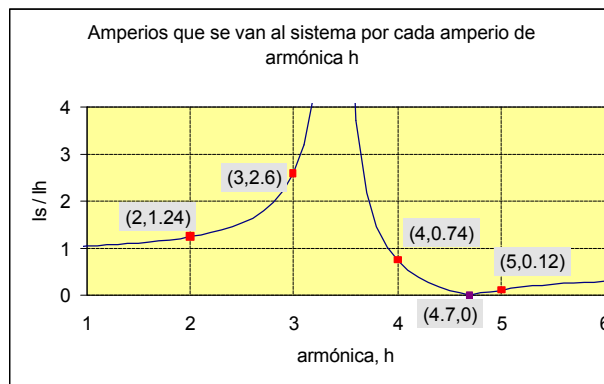


Figura 7 Amplificación del filtro de quinta armónica

3. Resultados y discusión

Sintonía múltiple en lugar de sintonía en quinta armónica: Antes de la participación de los autores en este proyecto, se había propuesto emplear el filtro de quinta armónica anteriormente descrito a pesar de que las simulaciones evidenciaban amplificación de armónica tres. Se argumentaba que los transformadores Δ - Δ de los hornos bloquearían el paso de la tercera armónica y así se evitaría la resonancia paralelo de la componente de tercera armónica con el filtro sintonizado a la quinta armónica. Evidentemente, tal propuesta no consideraba que se requieren condiciones balanceadas de tercera armónica para que ésta quedase filtrada por la conexión Δ del transformador, en la manera en que se describió en la sección anterior.

Además de la amplificación armónica tres, la Figura 7 muestra que se amplificaría la armónica 2 y que por cada amperio de segunda, 1.24 amperios fluyen hacia el sistema. La segunda armónica ocasiona más perjuicios que la tercera, debido a que da lugar a un voltaje distorsionado de tal manera que el semiciclo positivo no es igual a 1 semiciclo negativo. Con un voltaje no simétrico algunas cargas no lineales demandan corriente directa ocasionando saturación y calentamiento excesivo en los

transformadores que las alimentan [3]. Resumiendo, el filtro de quinta propuesto amplifica la segunda y la tercera armónica, las cuales, desafortunadamente, sí son producidas por los hornos de arco eléctrico. El filtro de quinta armónica realiza una atenuación excelente de quinta armónica. Esto nos sugirió proponer un filtro de sintonía múltiple que atenúa de armónicas 2 - 5. La Figura 8 muestra el filtro de sintonía múltiple, las armónicas nominales están indicadas debajo de las ramas de los filtros.

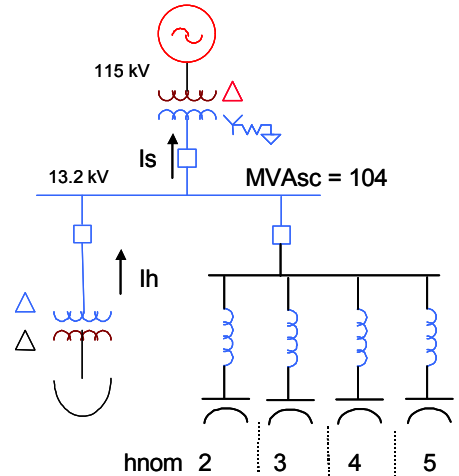


Figura 8 Filtro de sintonía múltiple

Los MVAR efectivos que aporta cada rama se obtienen de la manera siguiente:

$$MVAR_{efec} = MVAR \frac{h_f^2}{h_f^2 - 1}$$

donde,

- MVAR es la potencia reactiva que aporta el banco al voltaje nominal del sitio en que se instala el banco,
- hf es la armónica de sintonía del filtro

La Tabla 1 muestra las armónicas individuales, las armónicas de sintonía, los MVAR de los bancos de capacitores a 13.2 kV y los MVAR efectivos que aporta cada rama.

Tabla 1 Datos de las ramas del filtro de sintonía múltiple

hnom	2	3	4	5
hf	1.922	2.883	3.845	4.806
MVAR	1.186	0.988	0.296	0.494
MVAR efectivos	1.625	1.123	0.318	0.516

La Figura 9 muestra la amplificación, Is/Ih del filtro de sintonía múltiple, aquí se aprecia que el filtro no amplifica segunda ni tercera y que el filtro de quinta mejor la armónica cinco. En la misma Figura 9 están rotuladas las armónicas de sintonía y las amplificaciones a armónicas 2 a 5. Por ejemplo, la sintonía de la rama de segunda es 1.922 y una corriente de ese orden sería drenada en su totalidad por

el filtro. Con una corriente de orden 2, tendríamos que la división de corriente sería tal que por cada amperio producido por los hornos, 0.69 se irían hacia CFE y el resto sería drenado por el filtro.

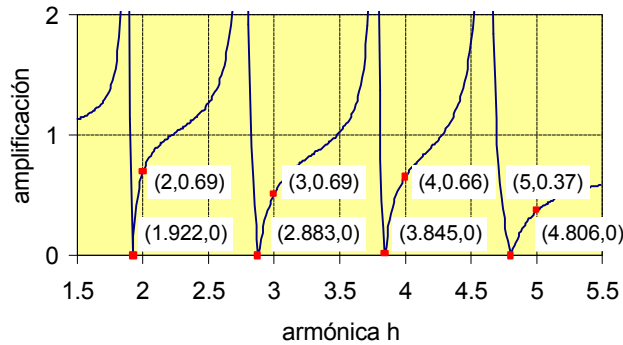


Figura 9 Amplificación del filtro múltiple

Cumplimiento con estándar IEEE519: Para determinar la corriente de distorsión que los hornos inyectan hacia el suministro CFE de 115 kV, se utilizó el espectro de la Tabla 2 [4] y al considerar una carga de 5 MVA en los hornos se obtiene una corriente de 25.1 A de 60 Hz. La componente de segunda armónica durante la primera etapa de la fundición resulta ser $25.1 \times 11.3\% = 2.84$ A. El resto de la tabla se obtiene de manera similar.

Los valores de corriente armónica en A de 115 kV de la Tabla 3 se obtienen con la amplificación de la Figura 9 y los valores de la Tabla 2. Por ejemplo, los 2.84 A de armónica 2 durante la etapa inicial se multiplican por 0.69, lo cual resulta en 1.97 A.

Con una demanda de 6 MW y factor de potencia unitario, la corriente de demanda en 115 kV es de 30 A. El nivel de corto circuito en 115 kV es de 1080 MVA, de tal manera que la relación de corriente de corto circuito a corriente de demanda es $\frac{I_{SC}}{I_L} = \frac{MVA_{SC}}{MVA} = \frac{1080}{6} = 180$. De la Tabla 10.4 de [1]

obtenemos los valores de la distorsión en % de corriente de demanda y en A en 115 kV. Estos resultados se muestran en la Tabla 4. La Figura 10 muestra los valores de corriente armónica que la combinación hornos de arco y filtro de sintonía múltiple inyectan hacia CFE y los valores permitidos por IEEE 519.

Tabla 2 Corrientes armónicas en un horno de arco eléctrico (En % de corriente de 60 Hz y en A de 115 kV)

Armónica	Inicio de fundición		Fundición estable	
	%	A	%	A
2	11.3	2.84	11.0	2.76
3	12.5	3.14	5.6	1.41
4	2	0.50	2.1	0.53
5	12.3	3.09	3.7	0.93
6	4.1	1.03	1.3	0.33
7	3.5	0.88	1.7	0.43
8	2.9	0.73	0.6	0.15
9	0.9	0.23	0.6	0.15

Tabla 3 Corrientes armónicas hacia CFE en 115 kV

Armónica	Inicio de fundición	Fundición estable
2	1.97	1.92
3	1.59	0.71
4	0.33	0.35
5	1.14	0.34
6	0.67	0.21
7	0.62	0.30
8	0.53	0.11
9	0.17	0.11

Tabla 4 Límites de distorsión en corriente de acuerdo a IEEE519 en % de I_L y en A ($I_L = 30A$)

Armónica	Límites de distorsión	
	% de I_L	A, 115kV
2	1.5	0.45
3	6.0	1.80
4	1.5	0.45
5	6.0	1.80
6	1.5	0.45
7	6.0	1.80
8	1.5	0.45
9	6.0	1.80
Distorsión total	7.5	2.25

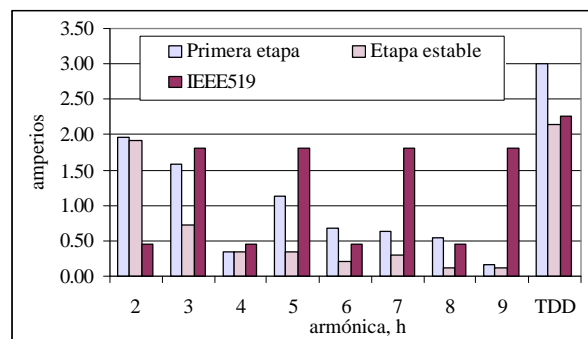


Figura 10 Distorsión armónica hacia CFE y límites de acuerdo a IEEE 519

La cantidad de segunda armónica inyectada a CFE, 1.97 A, excede el valor permisible, 0.45 A, en casi cinco veces. En general, existen al menos tres maneras de lograr el cumplimiento con el estándar

- Aumentar el tamaño de la rama de segunda armónica
- Debilitar la rama del transformador de 10 MVA agregando reactancia serie
- Incrementar la sintonía de la rama de segunda, del valor actual 1.922 y acercarlo hacia 2.00.

La primera opción requiere aumentar los MVAR de 1.2 a 6 MVAR, de tal manera que esta opción queda descartada. La segunda opción daría lugar a problemas con la regulación de voltaje en toda la planta y agravaría el problema de fluctuaciones de voltaje asociado a hornos de arco, por lo cual la descartamos también. La tercera opción sí es factible, ya que dicha rama de segunda pasaría de ser parcialmente desintonizada a totalmente sintonizada, se requeriría de un esquema más completo de protección para evitar sobrecarga [5]. Para reducir los 2.84 A inyectados por los hornos a 0.45 A permitidos por IEEE519, se requiere de una atenuación de 6.311, lo cual se obtiene con una sintonía de 1.992 en la rama de segunda.

Energización: La Figura 11 muestra el voltajes al neutro durante la energización del filtro. Debido a que la planta cuenta con dos transformadores de potencial conectados en delta abierta los voltajes al neutro se obtuvieron con un generador de neutro formado por tres resistencias de carbón de 1/8 de W. Debido a la tolerancia de las resistencias de carbón los voltajes al neutro resultaron ligeramente desbalanceados. A pesar de este desbalance el espectro de los voltajes exhibe las mismas armónicas que las corrientes. También en la Figura 11 se presenta la captura de corriente de energización empleando el sistema de medición Power Measurement 7700. Las capturas corresponden a 28 ciclos de 128 muestras por ciclo. Cabe mencionar que, aunque el equipo de medición captura las tres fases simultáneamente, sólo se ha incluido una de las fases para facilitar la visualización.

Resulta relativamente sencillo obtener la expresión de la armónica de resonancia en el caso del filtro de una sola rama; pero no es así en el caso de ramas múltiples. De tal manera que para encontrar los polos de la amplificación se procede a graficarla y mediante prueba y error se obtienen los polos. Las armónicas nominales, de sintonía, de resonancia y de energización se indican en la Tabla 5. La Figura 12 presenta los espectros de Fourier de una fase de los voltajes y corrientes existentes durante la energización. Aquí se aprecia que el espectro del voltaje y el de la corriente coinciden bastante bien.

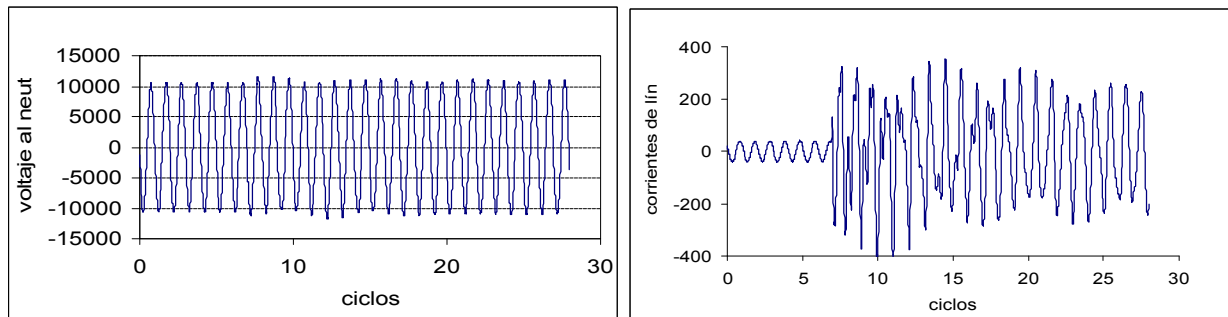


Figura 11 Voltaje al neutro y corriente de línea durante la energización del filtro múltiple

Tabla 5 Armónicas nominales, de sintonía, de resonancia con el sistema y del espectro de energización

hnom	2da	3ra	4ta	5ta
hf	1.922	2.883	3.845	4.806
hr	1.879	2.773	3.771	4.618
h energización	1.844	2.813	3.781	4.719

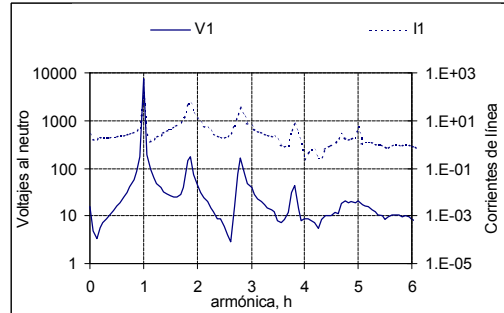


Figura 12 Espectro de voltajes y corrientes de energización

Simulaciones en EMTP [6] han confirmado que las armónicas de energización coinciden con las armónicas de resonancia. Las armónicas de energización de las ramas de tercera, cuarta y quinta presentan valores ligeramente superiores a los de resonancia. Los autores creen que el corrimiento hacia arriba en la armónica de energización se debe a una ligera pérdida de inductancia durante la energización o a que las ramas estén sintonizadas ligeramente por arriba de la especificación. Esto requiere de mayor investigación.

4. Conclusiones

La instalación de filtros para la corrección de factor de potencia requiere un conocimiento adecuado del contenido armónico de la instalación eléctrica en estudio. Una solución común es instalar filtros de quinta armónica y permitir que los transformadores filtren la tercera, sin embargo, cuando existe desbalance en la instalación y cuando hay presencia de armónicas de orden inferior, un filtro de quinta armónica resulta contraproducente. En este artículo, los autores han presentado el caso de un horno de arco eléctrico utilizado para la fundición de chatarra, donde se instalaron filtros de sintonía múltiple para mejorar el cumplimiento con el estándar IEEE-519. La solución se simuló extensivamente utilizando el EMTP; aunque las simulaciones no se han incluido aquí por falta de espacio.

5. Referencias

- [1] "IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems," IEEE Std 519-1992, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.*, 1993.
- [2] S. M. Peeran, C. Cascadden, "Application, design and specification of harmonic filters for variable frequency drives," *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 31, July/August 1995.
- [3] J. A. Orr and A. E. Emanuel, "On the need for strict second harmonic limits," *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 15, No. 3, July 2000.
- [4] S.R. Mendis, M.T. Bishop, T.R. Day, D.M. Boyd, "Evaluation of supplementary series reactors to optimize electric arc furnace operations," *IEEE Thirtieth IAS Annual Meeting, IAS '95*, Conference Record, Volume: 3, 1995.
- [5] NEPSI, Harmonic Filter Bank Tuning - Tuned & De-Tuned Banks, <http://www.nepsi.com/>, Technical Notes.
- [6] Microtran Power Systems Analysis Corporation, *Microtran® Reference Manual*, Vancouver, BC, Canadá, 1997.

BALANCE DE MATERIA PARA LA PREDICCIÓN DE LA PRESION TRANSITORIA OBSERVADA EN UN REÓMETRO CAPILAR

Jaime Bonilla Ríos, Rodolfo Mier Martínez, Leonardo Cortés

Sinopsis

Este artículo presenta los transitorios de presión observados en un reómetro capilar para resinas de polipropileno. Se adaptó un modelo desarrollado por S. G. Hatzikiriakos y J. M. Dealy que incorpora la compresibilidad del fundido. Las predicciones de dicho modelo fueron muy buenas en comparación a los datos experimentales. Los resultados muestran que los transitorios de presión se atribuyen principalmente a la compresibilidad y viscosidad del material (y no a la elasticidad de éste). Esta conclusión es consistente con los resultados reportados por Hatzikiariakos y Dealy.

Palabras clave: Compresibilidad, Transitorio de Presión, Reómetro Capilar, Polipropileno

I. INTRODUCCIÓN

El tiempo requerido para alcanzar una medición de presión estacionaria en un reómetro capilar operado a una velocidad de pistón dada puede ser muy largo ($\gg 1\text{sec}$). Sin embargo, de acuerdo a mediciones viscoelásticas y a predicciones hechas con ecuaciones constitutivas, el estado estacionario debe alcanzarse en sólo una fracción de segundo.

Explicaciones de estas observaciones han sido propuestas por Hatzikiriakos y Dealy (1992 [1], 1994 [2], 1995 [3]) y por Molenaar y Koopmans [4] en términos de la compresibilidad y la viscosidad del fundido. Durand *et al.* [5] y Ranganathan *et al.* [6] resolvieron el par de ecuaciones diferenciales acopladas propuestas por Molenaar y Koopmans y compararon la solución con resultados capilares para polietileno de alta densidad. Todos estos investigadores han enfatizado el gran efecto que la compresibilidad del fundido tiene sobre los transitorios de presión registrados durante el flujo capilar de un polímero fundido.

Una limitación del modelo presentado por Molenaar y Koopmans es la necesidad de parámetros empíricos ajustables para así obtener una descripción cuantitativa del flujo observado. Por otro lado, Hatzikiriakos y Dealy realizaron un balance de materia que explica que la compresibilidad y la viscosidad del fundido (y no su elasticidad) son los factores dominantes presentes durante el desarrollo de la presión transitoria. En su modelo se supone que la presión generada por el flujo de convergencia a la entrada del dado es una función de la razón de corte aparente:

$$P_e = c\dot{\gamma}_a^n \quad (1)$$

Tal expresión permite una solución explícita para el flujo volumétrico requerido por la ecuación diferencial de presión. Este enfoque reduce el nivel de matemáticas involucradas en la solución del modelo; sin embargo, para el caso de polipropileno, la presión de entrada no puede ser representada usando la ecuación 1. Para obtener predicciones correctas usando el enfoque de Hatzikiriakos y Dealy, el valor “c” no es constante. Este hecho es problemático, dado que un valor diferente para “c” es requerido para cada velocidad de pistón deseada.

Construyendo sobre el trabajo anterior de Hatzikiriakos y Dealy, se presentará una versión adaptada de su modelo para la predicción de los transitorios de presión observados en un reómetro capilar. El modelo matemático fue resuelto e implementado en un software para la predicción de los transitorios de presión observados en un reómetro capilar.

II. ESTUDIO EXPERIMENTAL

A. Polímeros empleados

Para este estudio se utilizaron ocho polipropilenos isotácticos con distribuciones muy estrechas de pesos moleculares. Dichos polímeros fueron producidos por Atofina Petrochemicals en E. U. La Tabla 1 muestra para todas las resinas, el índice de fluidez y los momentos de su distribución de peso molecular.

Tabla 1. Índice de fluidez y parámetros moleculares de las resinas bajo estudio.

Resina	2.16 kg MFI (gr/10min)	Mn	Mw	Mz	$\frac{Mw}{Mn}$
“A”	36.1	26,438	103,866	272,315	3.928
“B”	25.3	36,886	96,193	166,886	2.600
“C”	37.4	42,232	85,249	141,185	2.018
“D”	35.1	31,776	91,425	170,585	2.877
“E”	31.41	37,011	91,054	165,042	2.460
“F”	13.26	40,628	115,358	224,131	2.839
“G”	14.05	37,856	109,769	212,666	2.899
“H”	28.8	39,945	90,125	157,570	2.256

B. Instrumento empleado

La experimentación fue realizada a 200 ° C en un reómetro comercial de doble barril [7]. Todas las pruebas fueron hechas usando dados con 90° de entrada y de 1 mm en diámetro. El dado largo fue de 16 mm y el corto de 0.25 mm. Para garantizar que el polímero dentro del barril se encontrara ocupando completamente el volumen disponible, los pellets fueron comprimidos a 10 mm/min hasta que se alcanzó 0.8 MPa en el dado largo y 0.4 MPa en el dado corto. Se programaron 2.5 minutos de precalentamiento después de la compresión. El ciclo de compresión y precalentamiento fue repetido antes de empezar la prueba escalón en la velocidad del pistón. Los datos fueron capturados cada 0.5 segundos. Las velocidades de pistón utilizadas para cada resina fueron (en mm/min): 25.38, 50.8, 83.78, 127.0. Las longitudes iniciales de polímero cargado para cada velocidad fueron: 250 mm, 245 mm, 230 mm, 212 mm, respectivamente. Para cada velocidad se realizaron corridas por duplicado.

El sistema de adquisición de datos esta compuesto por los transductores, la tarjeta de adquisición de datos y el programa de interfase. Los transductores están contruidos de acero inoxidable y son del tipo de diafragma. Operan a 10 V de corriente directa y su salida es una señal en miliVolts proporcional a la presión aplicada. La salida a la presión máxima es de aproximadamente 33 mV a 20 V de corriente directa (i.e., 3.3 mV/V). La tarjeta de adquisición de datos es el corazón del sistema y contiene drivers específicos para un lenguaje de programación (C, C++, Basic, Lab View, etc); por ejemplo, una tarjeta de National Instruments con drivers de LabView. El software de interfase es codificado en un lenguaje de programación específico con el propósito de establecer la comunicación con la tarjeta de adquisición de datos y ser la interface con el usuario.

III. METODOLOGÍA: EL BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE P(t)

Si se considera un reómetro capilar con barril de radio R_b y que contiene polímero hasta una longitud L_{bo} a un tiempo inicial $t = 0$. Luego el pistón empieza su movimiento escalón a una velocidad V_p para forzar que el fundido pase a través del dado de radio R y longitud L . (ver Figura 1)

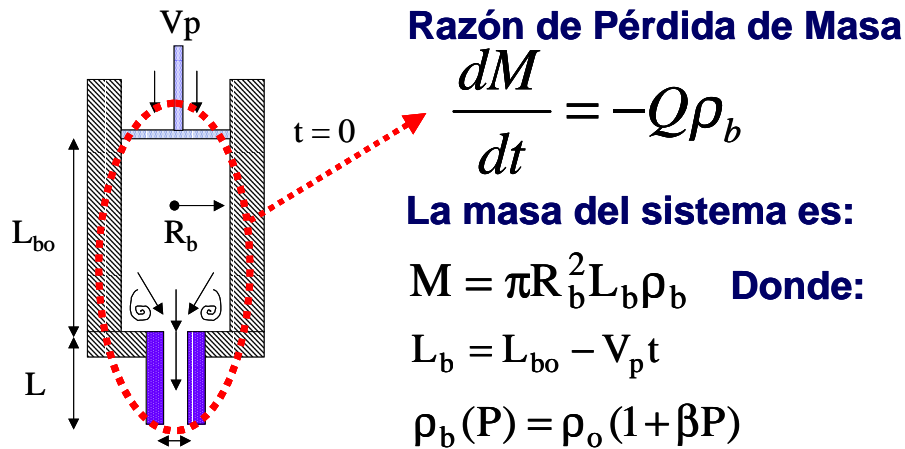


Figura 1. Diagrama esquemático del sistema (reómetro capilar)

El balance de materia para el barril y el dado capilar esta dado por la ecuación 2.

$$\text{Acumulación de masa} = - \text{flujo másico a la salida del dado} \Rightarrow \frac{dM}{dt} = -Q\rho \quad (2)$$

Comparada con la masa presente en el barril, la masa dentro del dado capilar es despreciable, por lo tanto la masa del sistema está dada por $M = \pi R_b^2 L_b \rho_b$. La longitud instantánea ocupada por el polímero en el estado fundido está dada por $L_b = L_{bo} - V_p t$ y la densidad del fundido es $\rho(P) = \rho_o (1 + \beta P)$. Combinando estas ecuaciones con la ecuación 2, se obtiene la ecuación 3:

$$(L_{bo} - V_p t) \beta \frac{dP}{dt} - (1 + \beta P) V_p = - \frac{Q(1 + \beta P)}{\pi R_b^2} \quad (3)$$

El flujo volumétrico transitorio es obtenido de la solución para el flujo capilar de un fluido que obedece la ley de la potencia [8]:

$$Q = \frac{\pi R^3 n}{1 + 3n} \left(\frac{\tau_w}{m} \right)^{1/n} \quad (4)$$

con el esfuerzo de corte transitorio a la pared dado por:

$$\tau_w = \frac{P - P_e}{4(L/D)} \quad (5)$$

De acuerdo a Hatzikiriakos y Dealy, la presión de entrada P_e como función de la razón de corte aparente puede ser modelada usando la siguiente expresión:

$$P_e = c \dot{\gamma}_a^n \text{ donde } \dot{\gamma}_a = (32Q)/(\pi D^3) \quad (6)$$

El empleo de la ecuación 6 para P_e permite una solución explícita del flujo volumétrico transitorio requerido por la ecuación 3:

$$Q = \left[\frac{P}{c \left(\frac{32}{\pi D^3} \right)^n + \left(\frac{1 + 3n}{\pi R^3 n} \right)^n \left(\frac{4mL}{D} \right)} \right]^{1/n} \quad (7)$$

Sin embargo, para las resinas de polipropileno estudiadas, la presión de entrada no puede ser representada mediante la ecuación 6; por lo tanto, basándose en los datos experimentales recolectados, se propone:

$$P_e = a \dot{\gamma}_a^b \quad (8)$$

La expresión propuesta resulta en una ecuación implícita para el flujo volumétrico, por lo que ésta debe de ser resuelta para Q a cada paso en que la ecuación diferencial 3 es integrada:

$$\left(\frac{1 + 3n}{\pi R^3 n} \right)^n \left(\frac{4mL}{D} \right) Q^n + a \left(\frac{32}{\pi D^3} \right)^b Q^b - P = 0 \quad (9)$$

La ecuación diferencial para $P(t)$ (ecuación 3) y el flujo volumétrico (ecuación 9) fueron resueltos usando el método numérico Runge-Kutta-Fehlberg e implementado en un código C. El programa imprime los resultados de presión $P(t)$ en pantalla, así como en un archivo ASCII, el cual puede ser abierto en una hoja de cálculo para su graficación.

IV. RESULTADOS

En la Figura 2 se incluyen los valores del parámetro “c” (propuesto por Dealy) requeridos para obtener la misma curva de transitoria de presión. Note que para obtener acertadas predicciones, el valor de “c” no es una constante como Hatzikiriakos y Dealy sugieren para el caso de polietileno. Esto es una desventaja del modelo propuesto por Dealy. Resultados similares fueron obtenidos para las otras siete resinas estudiadas. A velocidades altas (> 127 mm/min), la elasticidad del polímero comienza a ser un factor importante y aunque la captura de los datos (cada $\frac{1}{2}$ segundo) no es suficiente para describir el transitorio de presión, al parecer, las predicciones del modelo ya no son tan exactas, pero aún se ajustan los datos experimentales con residuales menores al 5%.

Tabla 2 muestra para todas las resinas de polipropileno la constante de la ley de la potencia. Dichos parámetros ajustaron las curvas de viscosidad con residuales menores al 5%. Nótese que la constante “b” usada para la presión de entrada es muy diferente al índice “n” como Hatzikiriakos y Dealy sugieren.

Para cada resina la compresibilidad fue obtenida de la curva experimental $P(t)$ a 127 mm/min (no fue obtenida de mediciones directas de densidad). Para todas resinas, la compresibilidad encontrada fue de 0.0016 MPa^{-1} , excepto para las resinas de bajo índice de fluidez G y F cuya compresibilidad fue de 0.0012 MPa^{-1} . Dichos valores de compresibilidad fueron utilizados para realizar las predicciones de presión a cualquier otra velocidad del pistón. El diámetro del barril era de 15 mm y el diámetro y longitud del dado, 1 y 15 mm, respectivamente.

La Figura 2 grafica la presión contra el tiempo a las cuatro velocidades del pistón. Se puede observar que se alcanza un valor estacionario a menor tiempo entre mayor sea la velocidad del pistón. Esto se presenta debido a que una mayor velocidad comprime más rápido al polímero confinado en el barril. La comparación entre los datos experimentales (puntos) y las predicciones del balance de materia (líneas continuas) son relativamente buenas aún a altas velocidades (en donde la elasticidad

probablemente juega un papel importante y en donde el pequeño volumen de polímero dentro del dado está sujeto a mayores cambios de volumen en comparación con la compresibilidad en el seno del barril).

En la Figura 2 se incluyen los valores del parámetro “c” (propuesto por Dealy) requeridos para obtener la misma curva de transitoria de presión. Note que para obtener acertadas predicciones, el valor de “c” no es una constante como Hatzikiriakos y Dealy sugieren para el caso de polietileno. Esto es una desventaja del modelo propuesto por Dealy. Resultados similares fueron obtenidos para las otras siete resinas estudiadas. A velocidades altas (> 127 mm/min), la elasticidad del polímero comienza a ser un factor importante y aunque la captura de los datos (cada ½ segundo) no es suficiente para describir el transitorio de presión, al parecer, las predicciones del modelo ya no son tan exactas, pero aún se ajustan los datos experimentales con residuales menores al 5%.

Tabla 2. Constantes a 200 ° C para $\eta(\dot{\gamma}) = m\dot{\gamma}^{n-1}$ y $P_e = a\dot{\gamma}_a^b$.

Resina	m (Pa.s ⁿ)	N	a (MPa)	b
“A”	8,760.54	0.292764	0.008407	0.583818
“B”	15,448.67	0.245693	0.009409	0.595319
“C”	11,505.70	0.270012	0.014071	0.518202
“D”	11,598.02	0.258604	0.009996	0.571691
“E”	15,913.00	0.242318	0.006208	0.625491
“F”	20,178.75	0.222114	0.017402	0.544195
“G”	20,686.95	0.223046	0.016408	0.548334
“H”	14,632.15	0.247473	0.004799	0.648093

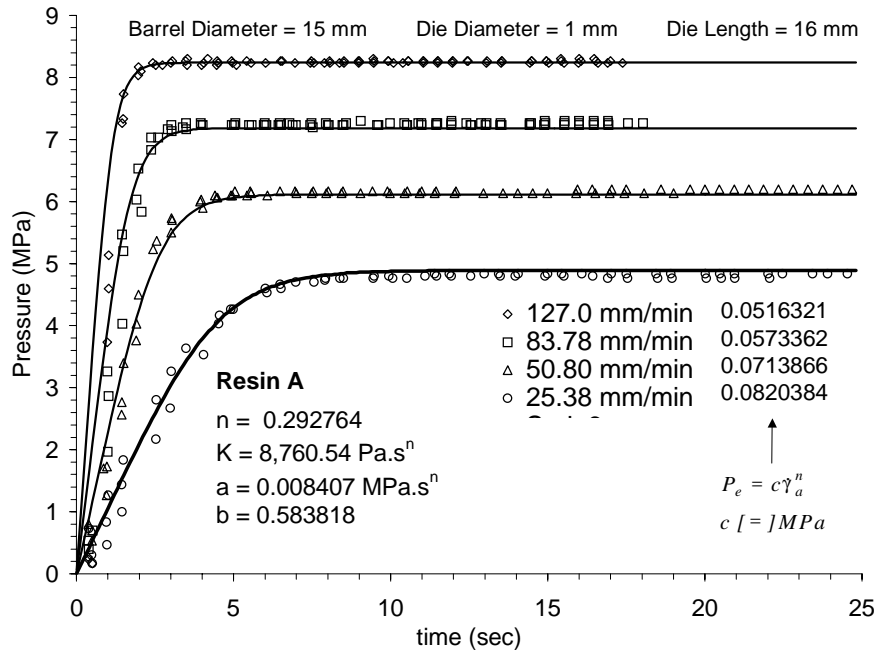


Figura 2. Presiones transitorias observadas y predichas para la resina A a 200 °C.

Con el fin de relacionar la compresibilidad con la estructura molecular del polímero, se prepararon tres resinas a partir de la combinación de una resina de polipropileno 100% isotáctica y una 100% sindiotáctica. Las mezclas preparadas fueron 75% isotáctica / 25% sindiotáctica, 50 % isotáctica / 50% sindiotáctica y 25% isotáctica / 75% sindiotáctica.

Estas tres nuevas resinas, junto con las dos originales, se probaron en el reómetro capilar a 200°C para obtener su presión transitoria. Las pruebas se realizaron con dados de 1mm de diámetro y con 90° de entrada. Cada resina se probó a dos velocidades, 23.9 mm/min y 12.3 mm/min. En la figura 3 se presentan las curvas de viscosidad de corte al estado estable contra razón de corte obtenidas para cada resina utilizada, así como el índice de fluidez (n) y la consistencia (K).

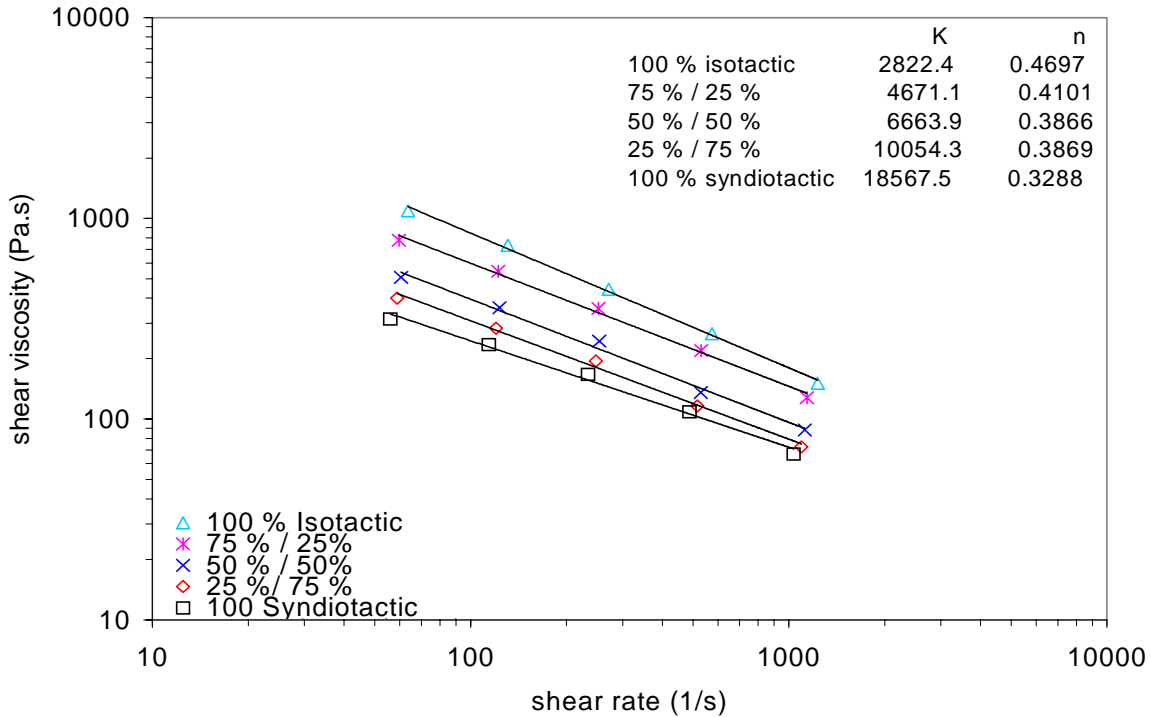


Figura 3. Curvas de viscosidad de corte vs. razón de corte para las mezclas a 200°C.

Por medio de un programa computacional diseñado para estimar la presión en el estado transitorio, se lograron obtener las compresibilidades de las resinas probadas. Los datos entradas requeridos por el programa son los siguientes: longitud inicial del polímero en el barril (L_0), velocidad del pistón (v), diámetro del barril (D_b), diámetro del dado (D), longitud del dado (L), compresibilidad (B), índice de fluidez (n), consistencia (K), constante de presión de entrada (a) e índice de potencia para la presión de entrada (b).

El barril y los dados utilizados fueron los mismos para todas las resinas. El diámetro del barril fue de 15 mm, mientras que el dado fue de 1 mm de diámetro y 16 mm de longitud. En la Figura 4 y 5 se comparan los datos experimentales de presión transitoria contra los predichos a las dos velocidades de pistón utilizadas.

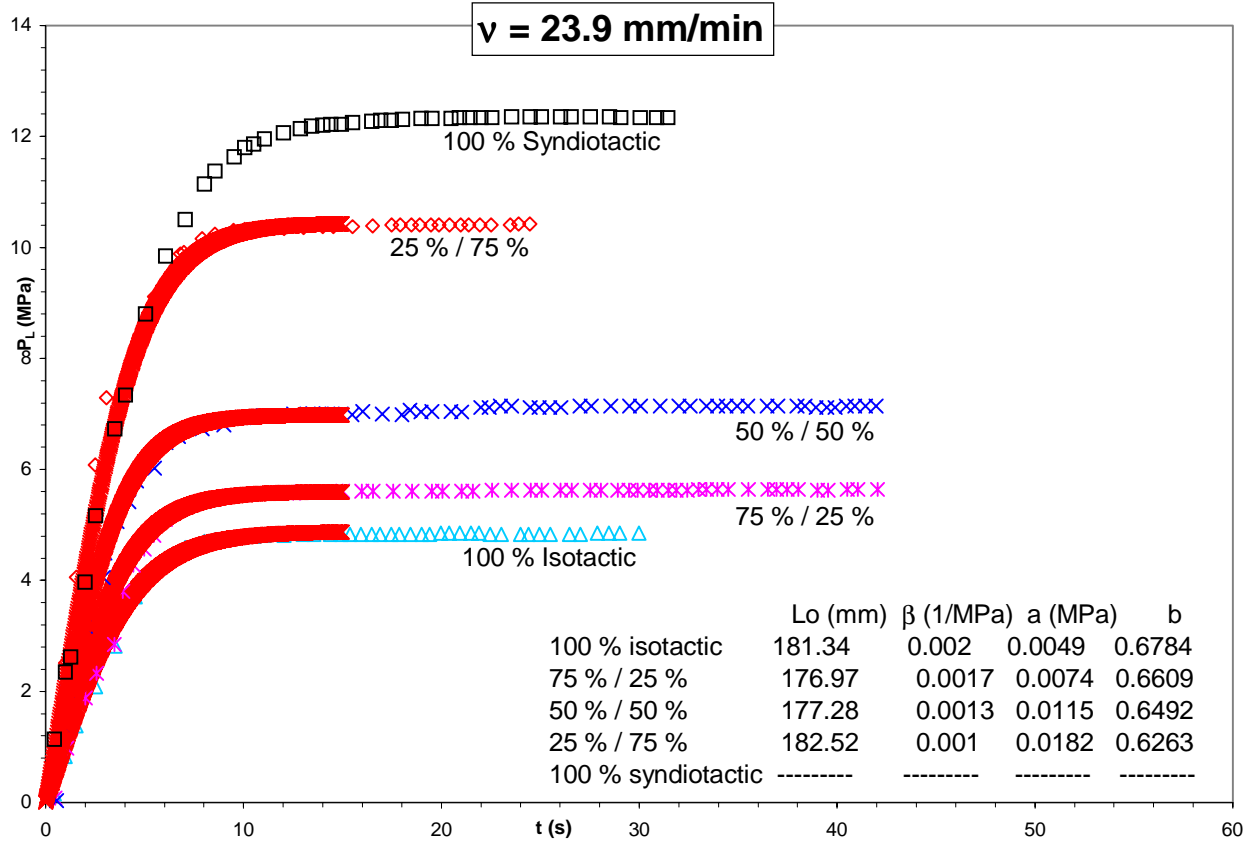


Figura 4. Presiones transitorias experimentales y predicciones a 23.9 mm/min

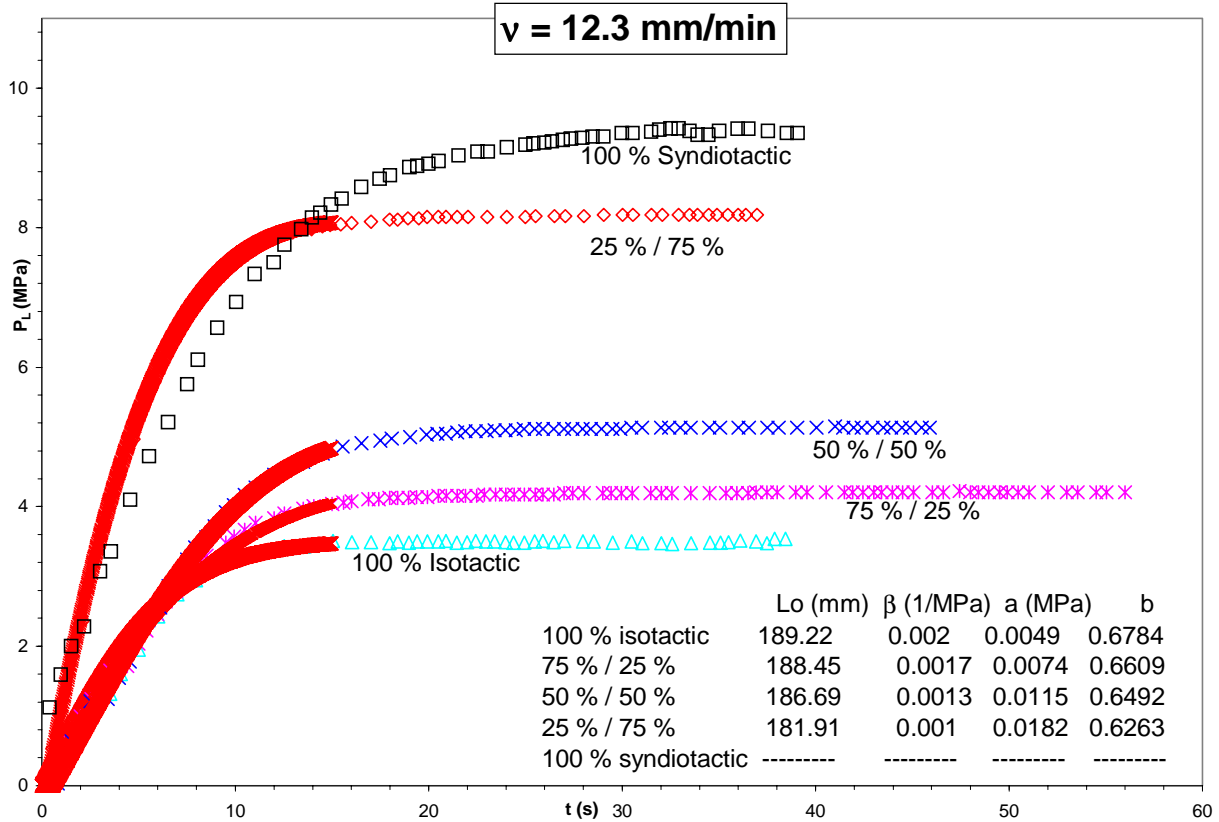


Figura 5. Presiones transitorias experimentales y predicciones a 12.3 mm/min

De las Figuras 4 y 5 se puede concluir que las compresibilidades obtenidas para las resinas hacen que las predicciones correspondan con los datos experimentales. Cabe mencionar que para el caso de la resina 100 % sindiotáctica, el método de solución utilizado por el programa no convergió y no fue posible obtener las predicciones de presión transitoria. Sin embargo, de acuerdo a la tendencia mostrada por los resultados de las otras resinas se infiere una compresibilidad de 0.0007 MPa⁻¹ para la resina 100 % sindiotáctica.

Con los resultados de compresibilidad obtenidos para cada resina, se propone la siguiente regla de mezclado para obtener la compresibilidad de una mezcla de resinas de polipropileno.

$$\beta_{mezcla} = X_{iso} \beta_{iso} + (1 - X_{iso}) \beta_{syndio} \tag{10}$$

La ecuación 10 representa una forma de obtener la compresibilidad para una resina compuesta de una fracción en masa isotáctica (y el resto sindiotáctica) a partir de las compresibilidades de las resinas isotáctica y sindiotáctica puras.

V. CONCLUSION

Un balance de masa que toma en cuenta los cambios de densidad (compresibilidad) reprodujo la forma de la curva $P(t)$ generada ante cambios escalón en la velocidad del pistón. Los parámetros requeridos por el modelo son el índice de fluidez (n), la consistencia (K), la constante de presión de entrada (a), el índice de potencia para la presión de entrada (b) y la compresibilidad (B). El criterio empleado para obtener dichos parámetros fue el de residuales menores al 5%.

Las principales diferencias entre el modelo propuesto en este estudio y del propuesto por Dealy son:

1. Se hace una generalización de la ecuación del flujo volumétrico transitorio en un tubo capilar.
2. Predicciones acertadas se consiguen mediante parámetros experimentales.

El análisis presentado explica que el factor dominante presente durante el inicio de una prueba capilar es la compresibilidad y la viscosidad del material y no la elasticidad de éste. La compresibilidad del material está relacionado con el grado de empaquetamiento en el estado fundido.

VI. RECONOCIMIENTOS

Los autores están agradecidos con el Dr. John M. Dealy de la Universidad de McGill en Canada, dad que este trabajo fue estimulado después de charlas con él. Además, los autores agradecen al Centro de Investigación de Atofina Petrochemicals en La Porte, TX por dar los fondos necesarios para este proyecto de investigación.

VII. NOMENCLATURA

a, b	Constante de proporcionalidad en $P_e = a\gamma_a^b$
c	Constante de proporcionalidad en $P_e = c\gamma_a^n$
D	Diámetro del dado capilar
L	Longitud del dado capilar
L_{bo}	Longitud inicial del polímero cargado en el barril
MFI	Índice de Fluidez.
Mn	Peso molecular en número
Mw	Peso molecular en masa
Mz	Segundo momento del peso molecular
Mw/Mn	Polidispersidad de la distribución de pesos moleculares
m	Consistencia del fundido. Parámetro en $\eta(\dot{\gamma}) = m\dot{\gamma}^{n-1}$
n	Índice de la potencia en $\eta(\dot{\gamma}) = m\dot{\gamma}^{n-1}$
P	Presión absoluta a ser reproducida

Q	Flujo volumétrico dentro del dado capilar
R	Radio del dado capilar
R_b	Radio del barril en el reómetro capilar
t	Tiempo
V_p	Magnitud del cambio escalón en la velocidad del pistón

Letras griegas

B	Compresibilidad del polímero fundido.
$\dot{\gamma}_a$	Razón de corte aparente en la pared del dado capilar.
$\dot{\gamma}$	Razón de corte corregido a la pared
ρ_o	Densidad del fundido a presión atmosférica
$\rho(P)$	Densidad como función de la presión; i.e., $\rho(P) = \rho_o(1 + \beta P)$

VIII. REFERENCIAS

- [1] Dealy, J. M., S. G. Hatzikiriakos, "Role of slip and fracture in the oscillating flow of HDPE in a capillary, J. Rheol., 36(5), 845-884, 1992.
- [2] Dealy, J. M., S. G. Hatzikiriakos, "Start-up Pressure Transients in a Capillary Rheometer", Polym. Eng. Sci., 34(6), 493-499, 1994.
- [3] Dealy, J. M., S. G. Hatzikiriakos, "On the significance of pressure relaxations in a capillary or slit flow", Rheol. Acta., 34, 115-116, 1995.
- [4] Molenaar, J., R. J. Koopmans, "Modeling polymer melt-flow instabilities," J. Rheol., 38(1), 99-109, 1994.
- [5] Durand, V., B. Vergnes, and J. F. Agassant, "Experimental study and modeling of oscillating flow of high density polyethylenes," J. Rheol., 40(3), 383-394, 1996.
- [6] Ranganathan, M., M. R. Mackley, and P.H. J. Spitteler, "The application of the multipass rheometer to time-dependent capillary flow measurements of a polyethylene melt," J. Rheol., 43(2), 443-451, 1999.
- [7] Mier Martinez, Rodolfo, "A Rheological Study of Isotactic Metallocene-Based Polypropylene Resins and the Mathematical Modeling of the Melt Spinning Process," Master Degree Thesis, ITESM Campus Monterrey, 2001.
- [8] Bird R. B., R. C. Armstrong, and O. Hassager, "Dynamics of Polymeric Liquids", Vol. 1, p. 177, John Wiley and Sons, N.Y., 1987.

Señora de la historia, madre mestiza, reina de México. La coronación de la Virgen de Guadalupe y su actualización como mito fundacional de la patria. 1895.

Jorge Eugenio Traslosheros Hernández • Campus Ciudad de México

El carnaval de Barranquilla: Simbolismo y formación cultural en el caribe colombiano. Siglo XX.

María Mercedes Agudelo Díaz • Campus Ciudad de México

John Rawls y la justificación política de los derechos humanos

Alberto Hernández Baqueiro e Iliana Delgado Azar • Campus Ciudad de México

La influencia del modernismo y el posmodernismo en el sentido religioso de la vida

Guillermo Mañón Garibay • Campus Ciudad de México

Social autopoiesis: Articulating ethical spaces

Keith C. Pheby • Campus Ciudad de México

Señora de la historia, Madre mestiza, Reina de México. La coronación de la Virgen de Guadalupe y su actualización como mito fundacional de la patria. 1895.

Jorge E. Traslosheros¹

El día 12 de octubre de 1895 fue coronada la Virgen de Guadalupe, sin duda una de las tradiciones religiosas más importantes de la nación mexicana y una de sus fuentes de identidad. Durante nueve días los principales miembros de la jerarquía católica predicaron sobre la razón de ser y sentido último del evento guadalupano en la historia de México. En sus sermones se deja sentir el diálogo y la polémica con los intelectuales liberales del tiempo que afirmaron ser ésta la patria mestiza y liberal en pos del progreso. La Virgen de Guadalupe será proclamada, por boca de los obispos, como la Señora de la historia, la Madre mestiza y la Reina de México, afirmándola como el mito fundacional de una sociedad en búsqueda de la modernidad, liderada moral y efectivamente por la renovada Iglesia Católica de finales del siglo XIX. Una patria que construye su futuro sobre la roca de sus tradiciones.

Palabras clave: Virgen de Guadalupe, guadalupanismo, coronación, identidad nacional.

INTRODUCCION²

El día 12 de octubre de 1895 fue coronada la Virgen de Guadalupe, sin duda el culto más importante de la historia de México. Por su concepción, promoción y ejecución fue obra de los anhelos de la iglesia mexicana de fines del siglo XIX, representada por sus prelados y feligresía en estrecha comunión con el Papa León XIII. Durante los varios años que duró su preparación se reconstruyó la Colegiata de la villa de Guadalupe y su altar mayor, se consiguió especial bendición papal y la Iglesia actuó en conjunto. Para solemnizar el evento los prelados organizaron una novena de misas previas a la coronación y en cada una de ellas se predicó un sermón. A través de sus palabras la jerarquía católica plasmó su sentir y pensar sobre la Iglesia, la sociedad, la virgen, la historia de México y sobre sí mismos. Este acontecimiento y los sermones que entonces se predicaron serán el eje de nuestras reflexiones.

El sermón pone en contacto tradiciones populares, oficiales e intelectuales. Es devoción y exaltación, como predicación y enseñanza. Es doctrina y dogma, pero además análisis social e histórico. Es rigor analítico, pero también proyección de anhelos y deseos. Se funda en la doctrina, pero se ocupa de problemas concretos de la feligresía y la iglesia. Es teología y eclesiología con generosas dosis de política, sociología y filosofía, al mismo tiempo que sentida exhortación a salvaguardar devociones y tradiciones. Con el sermón se quiere afirmar un mensaje frente a interlocutores selectos el día de su predicación. Es un discurso intencionado que busca generar respuesta de palabra, acción u omisión en sus interlocutores sean estos creyentes católicos o seglares comunes, a través del medio más eficaz de comunicación que hasta la fecha se conoce: la palabra que se pronuncia. El sermón es diálogo, propuesta y polémica.

Durante el siglo XIX, tiempo de luchas políticas y doctrinarias, estas prédicas pasaron a formar parte del discurso político cotidiano y del debate por la construcción de la nación³. Su difusión no se limitó

¹ Dr. Jorge E. Traslosheros Hernández, profesor Investigador Departamento de Humanidades, Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.

² La idea del presente escrito nació en el seminario de historiografía latinoamericana que dirige la doctora Trudy Yeager en la Universidad de Tulane, Nueva Orleans, EUA. También vaya mi gratitud a colegas del seminario de investigación sobre historia, tradición y cultura en México y América Latina del ITESM-CCM.

³.- Brian Connaughton ha realizado interesantes investigaciones al respecto. Aquí referimos a: Ideología y sociedad en Guadalajara (1788-1853), México, CNCA, 1992. "La sacralización de lo cívico: la imagen religiosa en el discurso

a las iglesias o las familias, ni a su eventual publicación en ediciones especiales cual fuera el caso en los tiempos de la Nueva España⁴, sino que se potenció con el uso del periódico, el folleto, la revista y en general con la tecnología del linotipo que revolucionó las comunicaciones en el siglo XIX⁵. No obstante, el espacio privilegiado del sermón fue y ha sido el púlpito.

Haremos girar nuestras reflexiones en torno a estas piezas retóricas ricas en significados realizadas con todo cuidado habida cuenta de la importancia del evento. Les abordaremos desde una perspectiva histórica y haremos énfasis en tres puntos que juzgamos centrales: la tradición y la historia patria, la maternidad y el reinado social de la Virgen de Guadalupe. Tópicos a través de los cuales el culto fue actualizado en su secular calidad de mito fundacional de la patria mexicana.

1) RUMBO A LA CORONACIÓN

A mediados del siglo XVIII llegó a Nueva España un sabio italiano y español llamado Lorenzo Boturini. Aquel hombre fue cronista de Indias y su nombre quedó ligado a la Virgen de Guadalupe. Pensador ilustrado, fue heredero y continuador de los estudios de las antigüedades mexicanas y de la recolección de información en torno a la virgen del Tepeyac, al grado de ser el primero en dar cuerpo a la idea de coronar a la Guadalupana⁶. Como recompensa a sus afanes consiguió el permiso pontificio y la autorización de la real audiencia de México, pero el virrey conde de Fuenclara frustró el intento al perseguir, encarcelar y deportar al sabio hispano italiano.

Más de un siglo después⁷, el 24 de septiembre de 1886, los arzobispos de México don Pelagio Antonio Labastida y Dávalos, de Guadalajara don Pedro Loza, y de Michoacán don José Ignacio Árciga, representantes de las tres provincias eclesiásticas de México, solicitaron al Papa León XIII su beneplácito para la coronación de la Virgen mexicana. El 8 de febrero del año siguiente se obtuvo la autorización por breve de León XIII, quien vio con muy buenos ojos los deseos por reafirmar la más cara tradición religiosa de los mexicanos. Apuntemos que una coronación en tales condiciones revestía al evento de la máxima autoridad y solemnidad⁸.

cívico-patriótico del México independiente. Puebla (1827-1853), en Alvaro Matute, Evelia Trejo y Brian Connaughton (coordinadores), *Estado, Iglesia y sociedad en México. Siglo XIX*, México, Miguel Ángel Porrúa, 1995.

⁴ Herrejón, Carlos. "La oratoria en la Nueva España", *Relaciones*, No. 57 (Invierno, 1994).

⁵ Para darnos idea de la trascendencia de la prensa en general y en particular la católica durante aquella centuria, sugiero las reflexiones que sobre este tipo de fuentes hace Daniel Cossío Villegas a lo largo de sus "llamadas" en la *Historia Moderna de México*, México, Hermes, 1955-1972; también el artículo de Alicia Villaneda, "Periodismo confesional: prensa católica y prensa protestante, 1870-1900" en Alvaro Mature, Evelia Trejo y Brian Connaughton (coordinadores) *Op. Cit.*; y muy particularmente la tesis de Gabriela Díaz Patiño, "El catolicismo social en la arquidiócesis de Michoacán, 1897-1913", Escuela de Historia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, defendida el día 29 de agosto de 1997.

⁶ La atención al México prehispánico y culto guadalupano formó parte del cuerpo de inquietudes de la intelectualidad indígena y criolla del siglo XVII y XVIII, y para constatarlo basta un pequeño vistazo, por ejemplo, a la obra de don Fernando de Alva Ixtlilxóchitl, fray Juan de Torquemada y don Carlos de Sigüenza y Góngora, con solución de continuidad hasta don Lorenzo Boturini.

⁷ La información básica en torno a la coronación de la Virgen de Guadalupe se encuentra concentrada en las siguientes obras, y a ellas refiero en adelante: *Album de la Coronación de la Santísima Virgen de Guadalupe. Primera parte*, México, Imprenta del periódico "El Tiempo", 1985. *Album de la Coronación de la Santísima Virgen de Guadalupe. Segunda parte*, México, Imprenta del periódico "El Tiempo", 1986. *Album conmemorativo del 450 aniversario de las apariciones de Nuestra Señora de Guadalupe*, México, Ediciones Buena Nueva, 1981. Pompa y Pompa, Antonio, *El gran acontecimiento guadalupano*, México, Jus, 1967. Fernández del Castillo, Francisco y Rafael García Granados, et al. *México y la Guadalupana. Cuatro siglos de culto a la patrona de América*, México, 1931. López Beltrán, Lauro. *Album del LXXV aniversario de la coronación guadalupana*, México, Jus, 1973. Así como en las obras básicas de historia de la Iglesia en México tales como: Cuevas Mariano, *Historia de la Iglesia en México*, México, Editorial Patria, 1947; Gutiérrez Casillas José, *Historia de la Iglesia en México*, México, Porrúa 1984; *Historia general de la Iglesia en América Latina*, Vol. V, México, Cehila/Sígueme, 1984; Romero de Solís, José Miguel, *El aguijón del Espíritu Santo. Historia contemporánea de la Iglesia en México (1895-1990)*, México, IMDOSOC, 1994.

⁸ Lauro López Beltrán, en su álbum del LXXV aniversario de la coronación arriba citado, explica con toda claridad la

Logrado el permiso los arzobispos publicaron una carta pastoral conjunta en marzo de 1887⁹, en la cual dejan claros los objetivos del acontecimiento. Querían confirmar los lazos de la Iglesia mexicana con el romano pontífice y sus políticas sociales, al tiempo de reafirmar la unidad de acción de la Iglesia mexicana para:

Contribuir por nuestra parte y dentro de nuestra órbita a las miras pacíficas y humanitarias del soberano pontífice, corresponder prácticamente a sus hechos y enseñanzas promoviendo cuanto pueda dar impulso a la prosperidad física, intelectual y moral de nuestra república, ocupando las ánimas con asuntos serios y fecundos que hagan olvidar antiguas e inveteradas rencillas, discordias fraternales y miras de bandería [...] unidos todos bajo el estandarte de María de Guadalupe [para] vivir en paz con Dios, con nuestros semejantes y con nosotros mismos observando estrictamente nuestros deberes religiosos y sociales.

La fecha de la coronación fue señalada para el 31 de diciembre de 1887, pero el arzobispo de México consideró conveniente posponer el evento. Se ha considerado que tal decisión fue motivada por la polémica que se suscitó a raíz de la publicación de un breve texto escrito por Joaquín García Icazbalceta, hecho a petición del arzobispo de México, en el cual hacía notar la ausencia de documentación probatoria del milagro en sus orígenes según la tradición, es decir, en 1531¹⁰. Si bien el documento no impugnaba de suyo el milagro y el autor no negaba su fe guadalupana, sí reavivó viejas polémicas entre pro y anti aparicionistas que, según se dice, movieron a Roma a sugerir que se esperaran mejores tiempos. Se cual hubiere sido el motivo, el hecho es que la espera benefició las intenciones de la Iglesia pues dio oportunidad a una mejor preparación. Se publican las primeras colecciones documentales de importancia en torno al guadalupanismo mexicano, sonadamente la del primer obispo de Cuernavaca don Fortino Hipólito Vera¹¹. Además, en 1890 se corona con autorización del Papa una imagen de la Virgen de Guadalupe en Arsoli, Italia; el 12 de febrero de 1892 León XIII aprueba el nuevo oficio y misa para ser rezados en honor de Nuestra Señora de Guadalupe y; como signo de los tiempos, se reconstruye el altar y templo de la Colegiata. En suma, el culto se reviste de mayor autoridad en esos años¹².

Las ceremonias de la coronación de la Virgen dieron inicio el 31 de mayo de 1895. Desde entonces fue notoria la actividad de los prelados mexicanos en la organización y promoción del evento. Unidad fue la consigna y unidad fue lo que se obtuvo. En carta pastoral del arzobispo de México

relevancia que tiene una coronación realizada con la anuencia del Papa. Aquí no queremos ahondar en canónicas discusiones, sino tan sólo anotar su trascendencia en cuanto a solemnidad y autoridad de la cual estuvo revestido el evento.

⁹ Carta pastoral de los ilustrísimos señores arzobispos de México, Michoacán y Guadalajara, dirigida a todos sus fieles diocesanos, publicando las preces y breve sobre la coronación de la imagen de Nuestra Señora de Guadalupe, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1887.

¹⁰ La famosa carta ha sido publicada en varias ocasiones. Referimos a la edición que lleva por título, Investigación histórica y documental sobre la aparición de la Virgen de Guadalupe de México, México, Ediciones Fuente Cultural, 1952. Contiene documentos de don Joaquín García Icazbalceta, fray Alonso de Montúfar y Primo Feliciano Velázquez. Edmundo O'Gorman hizo interesantes apuntes sobre el particular en el apéndice de su obra Destierro de Sombras, México, UNAM, 1986.

¹¹ Vera, Fortino Hipólito. Tesoro Guadalupano: noticia de los libros, documentos, inscripciones que tratan, mencionan o aluden a la aparición y devoción de Nuestra Señora de Guadalupe, Amecameca, Mexico, Colegio Católico, 1889. Don Fortino fue uno de los eruditos de su época, así en cuestiones canónicas como históricas. Tengo la impresión de que la historiografía mexicana no le ha hecho justicia.

¹² En torno a las ventajas que tuvo para la Iglesia el posponer el evento refiero al artículo de Addame Goddard, "Significado de la coronación de la imagen de Nuestra Señora de Guadalupe en 1895", en Nelly Sigaut (coordinadora), La Iglesia Católica en México, Zamora, Michoacán, El Colegio de Michoacán, Secretaría de Gobernación, 1997. Artículo que es necesario contrastar con el de Manuel Ceballos Ramírez, "Siglo XIX y guadalupanismo: de la polémica a la coronación y de la devoción a la política", en Manuel Ramos Medina (compilador), Historia de la Iglesia en el siglo XIX, México, El Colegio de México, Condumex, 1998.

publicada el 22 de septiembre del mismo año¹³, se hizo amable invitación a tan solemne acto a todos los creyentes. Se pedía a fieles y clérigos, “hijos de esta celestial y amabilísima madre”, purificarse sacramentalmente para las celebraciones, guardar prudencia ante provocaciones de sectores anticatólicos, tener caridad para aquellos que no compartieran la devoción por Guadalupe y, participar en el *Te Deum* a celebrarse el 12 de octubre en Catedral y demás templos arquidiocesanos, así como en los rosarios que en honor de la virgen del Tepeyac se rezarían a lo largo del mes de octubre.

El día primero de octubre se hizo traslado de la imagen del Tepeyac desde el templo de las Capuchinas, donde había estado bajo custodia durante las reparaciones de la colegiata, hasta su nuevo sitio en el reconstruido altar del renovado templo guadalupano. Del 3 al 11 de octubre se celebró el novenario en su honor y el 12 que fue coronada. Cada día fue encargada la función a una o dos diócesis y el sermón a un prelado o capitular de una iglesia por lo regular distinta a la anfitriona¹⁴. En las funciones cada diócesis tuvo oportunidad de ostentar su grado de organización, lo que no dejó de mostrar algunos contrastes. Así, mientras la mayor parte de los peregrinos, sonadamente de Puebla y la arquidiócesis de Guadalajara, llegaban en trenes especialmente contratados y haciendo gala de sus asociaciones de mujeres, hombres, niños, empresarios, comerciantes, profesionistas (abogados, médicos, etc.), músicos, artesanos, trabajadores del campo, sacerdotes, monjas, cada una con sus estandartes, devociones y escapularios; por otro, la Iglesia de Chiapas mostró su pobreza, sencillez y devoción pues sus fieles, indios en su mayoría, hicieron el recorrido cual auténticos peregrinos, esto es, a pié y contando tan sólo con la caridad de la gente para su manutención durante los meses de caminata; y cuyo obispo tardó más de cuarenta días en llegar a la ciudad de México. Mientras la iglesia de Guadalajara llegaba a la basílica con horas de adelanto y en despliegue multicolor, los peregrinos de Chiapas no pudieron arribar el día que les correspondía.

Todas ellas fueron muestras de devoción y sobre todo de organización que los intentos de la autoridad civil no pudieron contener ni con la multa que pagaron varios fieles católicos por adornar sus balcones, ni cuando la peregrinación de Puebla fue detenida por la policía y el sacerdote que la dirigía encarcelado y multado con cincuenta pesos so pretexto de violaciones a las leyes de reforma. Tales contrastes y problemas sólo hicieron más notoria la demostración de fuerza social de la catolicidad mexicana a finales del siglo XIX.

En realidad, semejantes peregrinaciones en pos de la basílica de Guadalupe no empezaron ese año, ni siquiera en 1886. Lo hicieron en 1863 en que dio inicio la reforma de la Iglesia católica mexicana una vez concluido el proceso de disolución del viejo orden patronal propio del régimen novohispano. Un forma de ser reclamada en su momento por el naciente estado nacional y cuya culminación fue la separación de la Iglesia y el Estado, plasmada en la constitución de 1857 y las subsecuentes leyes de reforma¹⁵. En aquel 1863 se inicia una renovación que implicó: la reorganización territorial de la iglesia mexicana con tres ejes básicos que fueron las provincias eclesiásticas de México, Morelia y Guadalajara; una nueva generación de obispos educados en Roma en el Colegio Pío Latinoamericano (1858), la

¹³ Carta pastoral del ilustrísimo señor arzobispo de México con motivo de la coronación de nuestra madre santísima de Guadalupe, México, Imprenta del Sagrado Corazón de Jesús, 1895.

¹⁴ El orden fue el siguiente: el día 3, función a cargo de la Iglesia de San Luis Potosí con prédica del obispo de Cuernavaca don Fortino Hipólito Vera; día 4, la iglesia de Chiapas con sermón del canónigo de Guadalajara Dr. Luis Silva; día 5, las Iglesias de Yucatán y Zacatecas con sermón del canónigo Domingo de la F. Romero; día 6, Puebla con prédica del canónigo poblano José Guadalupe Torres; día 7, las Iglesias de Durango y Chihuahua, con sermón del obispo de Colima don Atenógenes Silva; día 8, catedral de Monterrey con sermón de don Ingacio Díaz; día 9, función a cargo de la arquidiócesis de Oaxaca, con sermón del obispo de Tabasco don Perfecto Amézquita; día 10, la Iglesia de Guadalajara con sermón del prebendado de la misma catedral Pedro Romero; día 11, la arquidiócesis de Michoacán con prédica del obispo de Chihuahua don José de Jesús Ortiz. En los días que siguieron a la coronación y hasta terminar el mes de octubre las funciones se repitieron, sólo que esta vez a cargo del clero regular y otras organizaciones católicas: Jesuitas, dominicos, franciscanos, josefinos, los curas de la ciudad de México, la cofradía del Rosario y otras más rindieron pleitesía a la recién coronada Virgen de Guadalupe.

¹⁵ Para adentrarse en lo sucedido en aquellos años me gusta referirme a la ya citada obra de Brian Connaughton, y a la de Francisco Morales, Clero y política en México, 1767-1834 : algunas ideas sobre la autoridad, la independencia y la reforma eclesiástica, México, Secretaria de Educación Pública, 1975.

renovación del sacerdocio, la incorporación de nuevos institutos religiosos con carismas educativos y misioneros (maristas, salesianos, lasallistas, hermanas de la caridad, etc); el desarrollo de instituciones asistenciales y educativas católicas que iban desde las primeras letras hasta las universidades pontificias; la reconstrucción de los lazos con la comunidad de fieles y su organización en asociaciones católicas de todo tipo; la renovación de prácticas litúrgicas y culturales (El Sagrado Corazón, la inmaculada concepción); y la romanización de la iglesia católica de México que estrechó sus lazos con el Vaticano. Impulso que encontró motivos de aliento en la década de 1890 con el Catolicismo Social cuyo eje fue la publicación de la encíclica *Rerum Novarum* de León XIII¹⁶. Así, bajo el lema de "Acción Católica y Cristo Rey", la Iglesia de México se empeñó en la construcción de un orden católico fundado en poderosas asociaciones, a través de las cuales pudiera realizarse el bien común bajo los principios de subsidiaridad y solidaridad.

Sobre la base de su renovación y su organización, la Iglesia católica de México ganó el derecho a decir su palabra en y ante la sociedad, dentro de las nuevas circunstancias que imponía la existencia de un orden social civilista y secularizado defendido por el estado porfirista, finalmente liberal. Esta palabra fue pronunciada en el evento en las fiestas de la coronación de la Virgen de Guadalupe en el mes de octubre de 1895.

2) LOS SERMONES

2.1) Señora de la Historia

El día tres de octubre de 1895 dio inicio la novena en honor de la Virgen de Guadalupe. La función corrió a cargo de la Iglesia de San Luis Potosí y el predicador fue don Fortino Hipólito Vera, primer obispo de Cuernavaca. En el acto inaugural se reunieron la iglesia de más tradición guadalupana después de la arquidiócesana de México¹⁷, y el principal apologista e historiador del culto a la virgen del Tepeyac. De entrada para don Fortino:

La dedicación de esta grandiosa basílica y la coronación de la milagrosa Virgen de América, constituyen uno de los más espléndidos triunfos de la santa causa Guadalupeana¹⁸.

El primer sermón se endereza contra las prédicas que niegan el milagro y lo hace con un argumento sencillo: ante la falta de documentación probatoria del evento del Tepeyac, se afirma el milagro en la prolongada tradición. Ante el silencio documental en el origen, se afirman las centenarias voces de la tradición, reconocidas así por el pueblo, como por los pontífices romanos. Voces de las cuales el obispo de Cuernavaca había dado abundante cuenta documental en su ya citado *Tesoro Guadalupeño*. El argumento será repetido por todos los predicadores y entre sus afirmaciones pueden leerse varias como la realizada por el obispo de Chihuahua, don José de Jesús Ortíz, para quien la

¹⁶ Ceballos, Manuel. *El catolicismo social : un tercero en discordia : Rerum novarum, la " cuestión social" y la movilización de los católicos mexicanos, 1891-1911*, México, El Colegio de México, 1991; "La encíclica Rerum Novarum y los trabajadores católicos en la ciudad de México (1891-1913)", *Historia Mexicana*, Vol. 33 (julio-septiembre, 1983). Adame Goddard, Jorge. *El pensamiento político y social de los católicos mexicanos, 1867-1914*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 1981; Bautista, Adriana, " La reorganización de la Iglesia en el arzobispado de Michoacán, 1868-1897" , Tesis defendida el 29 de agosto de 1997, Escuela de Historia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Fue defendida el día 29 de agosto de 1997; Olimón Nolasco, Manuel. "Proyecto de reforma de la Iglesia en México (1867 y 1875), en Alvaro Matute, Evelia Trejo y Brian Connaughton (coordinadores), *Op. Cit.*

¹⁷ Cfr. Muro, Manuel. *Historia del santuario de Guadalupe de San Luis Potosí*, San Luis Potosí, Tip. de Dávalos, 1894. También, Traslosheros, Jorge. " Rumbo a tierra nueva. Encuentros y desencuentros en torno a la fábrica de la ermita de Guadalupe, extramuros de la Ciudad de San Luis Potosí. 1654-1664" , en *Relaciones* Núm. 48, Otoño de 1991. Montejano y Aguiñaga, Rafael, *Santa María de Guadalupe en San Luis Potosí: su culto, su santuario, su calzada y sus santuarios*, México, Ediciones Paulinas, 1982.

¹⁸ *Album de la coronación...* *Op. Cit.*, p. 1 del anexo de sermones.

Virgen de Guadalupe es:

La más firme de nuestras piadosas tradiciones, la que siempre resistió victoriosamente el examen de la crítica más apasionada, la tradición guadalupana cuenta hoy con la aprobación del ilustre pontífice no menos sabio y eminente. Y si a estos excelentes documentos se agregan, a mayor abundamiento, los estudios críticos llevados a cabo en los últimos años por hombres doctísimos [léase Hiólito Vera] en la historia patria, y el testimonio unánime del Episcopado, del clero y pueblo, quienes claramente han expresado su sentir con motivo de las presentes fiestas; ya no habrá en adelante para los que nos preciamos de verdaderos católicos sombra alguna que oscurezca la pureza de nuestra fe (p. 18)

Línea de reflexión seguida también por el prebendado de la catedral de Guadalajara, don Pedro Romero, quien en su sermón del 10 de octubre, para mayor prueba del argumento de la tradición, acudió a la autoridad reconocida del " imparcial autor" de las Leyendas mexicanas, don Ignacio Manuel Altamirano, aquel liberal anticlerical, quien afirmara que la patria mexicana existiría mientras lo hiciera el culto a la Virgen de Guadalupe.

Pero la tradición no es espacio muerto sino motor de la historia. El 5 de octubre, en la función de la Iglesia de Zacatecas, predica el canónigo Domingo de la F. Romero. Para el canónigo, el siglo XIX no sólo fue la era de la modernidad, también de la edad del error. A la luz de la Edad Media se siguieron las tinieblas de la edad ilustrada que negó la verdad del Génesis, del Derecho, de Dios y de la tradición, para cambiarlos por el utilitarismo y el racionalismo. Se afianza en León XIII y afirma que las sociedades modernas, sin Dios y sin religión tendrán por destino el caos. Pero México puede salvarse por la gracia de la Virgen de Guadalupe. Para lograrlo es del todo necesario acudir al encuentro del ser nacional siguiendo el ejemplo de don Miguel Hidalgo y Costilla en forma tal que:

No es, no puede ser buen mexicano, ni amante de la historia, quien no reconoce el poder de la que nos dio patria. Reniega de la causa el que no mira en su bandera a la protectora de la nación, desconociendo el hecho más sublime que se registra en la historia de los pueblo (p. 38)

No obstante, el rechazo al progreso fue más una excepción que una regla entre los predicadores. El día anterior el canónigo magistral de la Catedral de Guadalajara don Luis Silva, en función a cargo de la Iglesia de Chiapas, afirmó que la tradición, la historia y el progreso van de la mano en virtud de la Virgen de Guadalupe. Para el predicador es el pasado el maestro del porvenir y tiene dos enseñanzas: que la fe en la Virgen de Guadalupe ha sido la salvación de " nuestras instituciones, el escudo de nuestra defensa y el elemento fecundo de nuestra existencia social" y; que la fidelidad a la Virgen depara un futuro " risueño y venturoso" , en progreso material y espiritual.

La Virgen de Guadalupe es, pues, la Señora de la historia mexicana. Por ella se realizó la evangelización salvando de la idolatría a incontables gentes. Por ella vino la cultura, el progreso espiritual y material de la Nueva España hasta que, por efecto del desarrollo natural de los pueblos y en virtud de los sentimientos patrióticos que acuna la virgen de Guadalupe:

Al grito del gran Padre de la Patria (don Miguel Hidalgo y Costilla), y a su poderosa empresa sintetizada en su gloriosa bandera guadalupana respondieron de todos los puntos de nuestro suelo los nobles y valientes mexicanos, en cuyos pechos alentaba una esperanza y cuyas almas suspiraban por lo grande y lo sublime que constituye la redención social de las naciones. ¡ Viva Santa María de Guadalupe! fue el lema del triunfo y el acento de la victoria del creyente pueblo mexicano.(p. 65)

Sólo quienes no comprenden la filosofía de la historia de México pueden pensar en prescindir de los cultos de la Virgen de Guadalupe para mantener la fe de los mexicanos, consolidar la paz, lograr el progreso material y espiritual tal y como fue reconocido por el papa Leon XIII.

El canónigo Luis Silva va más allá y acude a Montesquieu como argumento de autoridad para

afirmar, junto con el francés, que " las costumbres forman las leyes y el orden público es el resultado de las aspiraciones populares" . Por lo mismo, las instituciones civiles para permanecer requieren de la total armonía con las tradiciones, las creencias, hechos heroicos e historia de los pueblos a quienes pertenecen. Y esto es precisamente lo que el cristianismo ha comprendido siempre a lo largo de la historia, frente a todos los gobiernos, acomodándose a las tendencias de las naciones, sólo intolerante en defensa de la fe, la doctrina católica y los derechos de Dios.

Es la Virgen de Guadalupe síntesis de la historia y " redención social" de la nación mexicana y, por lo mismo, también es su proyecto. Casi al final de su sermón el canónigo Silva dejar caer las siguientes palabras:

En este templo soberbio del amor guadalupano, venimos a pedir (...) la conciliación de nuestras creencias con nuestras instituciones; fundando así entre nosotros una verdadera república cristiana, en donde de la unión absoluta del pueblo mexicano vendrá el progreso de la Religión, el prestigio de nuestra nación, el respeto del poder público, el ensanche de nuestra industria, del comercio y de los bienes materiales que forman nuestras legítimas grandezas; el porvenir, en armonía con nuestro glorioso pasado, nos proporcionará una era de bienestar, en donde mañana todos seremos hermanos, todos católicos, todos felices. (p. 66)

2.2) Madre del México mestizo

Para aquellos predicadores quedaba claro que la Virgen de Guadalupe es tradición e historia, herencia y destino que ligaban indisolublemente la patria y la Iglesia, la cultura nacional y la catolicidad, pero también que esto no lo es todo. La relación con la Virgen no es puramente ideológica, es sustancialmente íntima. La Virgen no es principio abstracto, es persona. Ella es la Señora de la historia mexicana; pero sobre todas las cosas es madre y sin tal atributo su presencia resultaría incomprensible.

Don Perfecto Amézquita, obispo de Tabasco, en función a cargo de la Iglesia de Oaxaca, predicó el 9 de octubre. En cuanto a la interpretación del pasado, herencia y tradición don Perfecto se hace uno con sus demás compañeros de mitra y báculo. En lo particular explora en torno a la maternidad de Guadalupe sobre México. Según el prelado, la relación original entre México y la Virgen está plasmada en la que tuvieron Juan Diego y María en la cumbre del Tepeyac. En aquel entonces, a Juan Diego se le dio parecida importancia que a San Juan. Al " neófito" le fueron dichas similares palabras que al evangelista al pie de la cruz: " allí tienes a tu madre" . En exaltada retórica, don Perfecto asegura que las palabras fueron escuchadas por el " venturoso párvulo en la fe" , como si hubieran sido " los mimos de una amante Madre que estrecha en sus brazos al recién nacido y lo besa sonriente de gozo y desfalleciente de amor" . Por eso dice a la patria:

¡ México afortunada! Tú eres ese hijo mimado de María: allende los mares escuchó tus lloros, moviose a compasión de tu desgracia y vino a verte y se quedó contigo. Desde entonces la luz acrece en el bello horizonte de tu azulado cielo, la esperanza levanta tu abatida frente; la caridad se dilata para hacer de ti un pueblo de hermanos (p. 7)

Maternidad que ha dado a los mexicanos un corazón eminentemente religioso que se expresa en sus templos y monumentales santuarios, " testigos oculares de la fe, piedad y generosa liberalidad de nuestros mayores" . Que ha hecho del mexicano un ser " dulce hasta en su idioma, tierno, caritativo, obsequioso y de precoz ingenio" , y de la mujer mexicana el tipo acabado de hija, esposa y madre, dotada de " una sensibilidad tan tierna, de una delicadeza de sentimientos tan fina, de una abnegación tan grande y de una virtud tan acrisolada" . La fidelidad de María madre está fuera de duda:

La patria en sus conflictos, la nación en sus peligros, la iglesia en sus días de prueba, la ciudad en las públicas calamidades convertían sus miradas de esperanza hacia este venerado santuario, desde donde, según la promesa hecha a Juan Diego se mostró siempre Madre amante, tierna y compasiva protectora de los mexicanos (p. 5) [...] Ha cumplido su palabra, se ha mostrado Madre de los mexicanos: siempre enjugó su llanto, escuchó sus clamores, hizo cesar

las pestes, alejó las inundaciones y amparó a sus hijos muy amados en todas sus tribulaciones(p.9).

Las consecuencia de esta original maternidad se dejan sentir en el ser de los mexicanos. Si antes vieron al español como un ser superior, hoy saben que así el español como el indio tienen en Dios un " origen divino y un fin sobrenatural" .

Dos naciones separadas por las aguas de un vasto y dilatado océano y más que todo por sus creencias, sus costumbres, sus orígenes e ideomas, se unieron con vínculos sagrados tan estrechos, que se funden y amalgaman, formando una sola: México es Nueva España (p. 9).

Días después, en la función de la coronación del 12 de octubre, don Crecencio Carrillo y Ancona obispo de Yucatán, por boca de don Antonio Plancarte y Labastida abad de la colegiata, volvía sobre las misma idea. Para el prelado, a pesar de su soberanía sobre la historia y la patria, la Virgen de Guadalupe " gusta más abrir su corazón a los pobres pecadores por su otro título y dulce carácter de Madre" , afirmado de especial manera en el Tepeyac, para constituirse en " tierna y amorosa madre de los mexicanos" . Atributo fundamental que se despliega en dos direcciones: en lo íntimo del corazón de cada individuo, y a lo largo de la historia.

Tal es la presencia de la Virgen que la historia mexicana es historia guadalupana. No sólo ha traído consuelo a los mexicanos en sus tribulaciones, también se "interpuso entre el acero del conquistador y el indio conquistado", y más aún, por su maternidad unió "en un sólo pueblo las dos castas diversas, indígena y española, y así nació la actual raza verdaderamente americana". Su maternal generosidad dirigió los destinos de México desde el descubrimiento hasta la independencia, gesta que ella inspiró y de la cual es el " escudo y lábaro patrio." Señora de la historia y madre generosa:

Quebrantando la cabeza de la serpiente, Santa María de Guadalupe es en realidad el águila simbólica de nuestra empresa heroica, águila que domeña y destroza con fuerza irresistible la serpiente de la perfidia contra Dios y contra la patria, la serpiente de la apostasía, de la discordia, de toda ruina y de todo mal [...] Como al águila caudal de nuestro escudo [nacional] nos acogemos a su maternal amparo. ¡ Bajo las sombras de tus alas protégenos, oh Madre! . (p. 16)

2.3) Reina soberana

Don Atenógenes Silva, novel obispo de la Iglesia joven de Colima, predicó en la función a cargo de Durango el día 7 de octubre. Tres activos miembros de la catolicidad se dieron cita aquel día. La Iglesia de Durango en pleno crecimiento, la recién fundada de Colima cuya existencia se debía al impulso de sus fieles quienes acudieron a Roma para crear la nueva diócesis, y el obispo Atenógenes Silva quien, inspirado en el catolicismo social, mantenía intensa actividad de acción católica en Colima con tal éxito que sería premiado, al poco tiempo, con el nombramiento de Arzobispo de Michoacán.

El sermón de don Atenógenes es sencillo y contundente. Sobre la base de Santo Tomás de Aquino y de León XIII, afirma que todas las formas racionales y legítimas de gobierno caben dentro del campo de la Iglesia Católica, por lo que resulta ocioso defender cualquiera de ellas. Por igual monarquía, aristocracia y democracia, esta última " bautizada como la expresión unánime y solemne de la voluntad nacional" , se fundan en la razón y pueden ser legítimas. La única condición es que no contradigan los principios eternos de la religión y se ciñan al reinado social de Jesucristo.

En el caso de México, María de Guadalupe debe reinar en " todo lo que constituye la vida de la Patria" , pues fue ella quien, en el Tepeyac, " escribió la constitución social y las leyes de la Patria" , y le llama a la religión, al culto, a la oración, a la grandeza. Por su acción sobrenatural " se ha realizado la civilización y la grandeza de México" . En correspondencia, el pueblo mexicano ha decidido proclamar reina a María de Guadalupe como expresión unánime y solemne de la voluntad nacional. María, por

tradición, historia y maternidad debe ser la proclamada " reina social de México" . Don Atenógenes Silva sentencia:

¡ Reina, oh Madre, en todo: leyes, ciencias, artes, corazones, hogares, sociedades; ¡ Póstrase México ante la Reina Sublime para glorificarle! . ¡ Santifique la Madre querida a todos sus hijos, para hacerlos eternamente felices con la plena contemplación de la Verdad, y posesión inamisible del divino amor! (p. 5)

Debe reinar, agregaría don José de Jesús Ortiz en su ya citado sermón del 11 de octubre, ciertamente para instaurar el orden cristiano y católico, pero sobre todo para incorporar a ese orden de justicia social a los indígenas, que son ellos los hijos predilectos de la Virgen de Guadalupe. Y junto con el canónigo de Guadalajara don Luis Silva, en su ya citado sermón del 4 de octubre, varios obispos se suman a la petición de resucitar

entre nosotros el espíritu del venerable Zumárraga, de Bartolomé de Las Casas, de Pedro de Gante y de tantos otros para llevar a la choza pajiza del indio, juntamente con el bendito pan del trabajo, el pan de la inteligencia que se llama fe, la ilustración y la cultura social (p.67)

Para don Crecencio Carrillo y Ancona, en su ya citado sermón, en la coronación convergen historia, tradición, presente y futuro. Se reúne la Iglesia triunfante que goza de la gloria del cielo, con la paciente (o purgante) que espera el momento de unirse a Dios, y la militante compuesta por quienes habitan todavía en la tierra en lucha por merecer la vida eterna. Por el hecho mismo de ser coronada la Virgen de Guadalupe por el arzobispo de México en representación del Papa, según voluntad de León XIII, y siendo el papa el Vicario de Cristo, es como si el mismo Cristo coronara a su Madre y Dios quien coronara a su esposa. De igual suerte, en el arzobispo se representan todos cuantos sucesores de los apóstoles han existido en México, así como el pueblo mexicano en la figura de Juan Diego. Es la Iglesia celestial y terrena que:

eleva sobre trono regio a Nuestra Madre y Reina y ciñe sus virginales sienes con corona de oro, con diadema imperial y real, en reconocimiento de su grandeza, majestad y poderío (p.11)

La Coronación de la Virgen es, continúa don Crecencio, tres hechos a un tiempo: homenaje a Dios y a su Madre, juramento de vasallaje de toda América a María, y cumplimiento de la deuda de amor y gratitud para con la Madre de México. María, por voluntad de Dios es la reina soberana del cielo y al igual que Dios se hace hombre en Jesucristo, ella obedece al Padre celestial y se hace madre al descender sobre el Tepeyac y manifestarse ante Juan Diego. El evento es el reconocimiento de su soberanía. Con ella, "nos reconocemos y confesamos dichosos vasallos de tan gran Reina, le juramos obediencia, le rendimos pleito-homenaje y el merecido tributo de nuestros pechos reales" (P. 14). María de Guadalupe es el arca depositaria de la alianza de México con el Creador, bajo cuyo amparo se construye una patria feliz. La Virgen es la Señora de la historia, es origen, tradición, desarrollo y destino posibles también para toda América. Al final, el orador deja en claro el sentido último de la proclamación de Virgen de Guadalupe como reina soberana y social de México:

¡ Oh, Señora de la América, Reina de los ángeles y Madre de los hombres, Emperatriz del Nuevo Mundo, Lábaro y Patrona de México, Virgen de Guadalupe, nosotros al coronarte con las rituales solemnidades de hoy, te reconocemos como quien eres y por lo que vales y significas, y como a tal te confesamos, aclamamos y juramos! Tú estás del todo ligada e identificada con los altos misterios de nuestra fe y con las máximas del evangelio, con la regeneración de la humanidad y con la libertad y civilización del mundo. Por el singular beneficio de tu descenso y aparición aquí en el Tepeyac, convertido con esto en el cenáculo del Nuevo Mundo, y por esta prenda que nos dejaste de tu milagrosa imagen, eres el cimiento y la flámula, el pedestal y el coronamiento de nuestra historia y nación, de nuestra Iglesia, de nuestra cultura, de nuestra Independencia, y de

todas nuestras esperanzas en el tiempo y en la eternidad (P 17).

3) EL DIÁLOGO Y EL DEBATE

Decíamos que, por su naturaleza, todo sermón es mensaje, polémica y diálogo. Por lo mismo, para comprender es necesario escuchar las voces que están presentes en y a las cuales hace referencia la oratoria sacra, explícita o implícitamente. Nosotros hemos considerado como centrales tres ideas del mensaje de la coronación: la Virgen de Guadalupe es Señora de la historia patria, Madre del México mestizo y, Reina de México. Aspectos que configuran la propuesta que la jerarquía de la Iglesia hace a la sociedad en general y que actualiza el discurso sobre la Virgen de Guadalupe como el mito fundacional de la patria.

3.1) El diálogo

La Virgen de Guadalupe es Señora, tradición e historia verdaderas. Tal postulado se desarrolla en dos líneas de reflexión. Por un lado, la defensa del milagro y, por otro, su importancia dentro del devenir de la patria. El argumento tiene una apología y una propuesta.

La apología del milagro del Tepeyac se endereza contra la tesis del silencio enarbolada por el antiaparicionismo, argumento muy socorrido por la mentalidad crítica ilustrada de finales del siglo XVIII y, posteriormente, por el positivismo del último tercio del siglo XIX, toda vez que ambas corrientes de pensamiento hicieron del documento la máxima, si no única, prueba de la existencia del hecho histórico. Así, en el año de 1794 el cronista oficial de las Indias, don Juan Bautista Muñoz, devoto e ilustrado católico sin duda, presenta una ponencia ante la Real Academia de la Historia de España. En ella asevera dos cosas: que la guadalupana es una devoción católica centenaria y respetable; pero que el milagro carece de fundamentos históricos pues no existen documentos del siglo XVI que le confirmen¹⁹. Fue la primera vez que alguien cuestionaba directamente el milagro. En el fondo se trataba de la crítica racionalista contra las devociones y creencias populares, actitud muy propia de la ilustración en general y en lo particular de la española, elevada a política oficial por los Borbones en sus afanes reformadores²⁰.

Aquel discurso de Muñoz no tuvo mayor trascendencia en la Nueva España, sino hasta su publicación en estas tierras el año 1817, en un ambiente en el cual los insurgentes habían enarbolado a la Virgen como símbolo de lucha e identidad²¹. Entonces surge el primer apologista guadalupano y no precisamente de las filas revolucionarias, sino de sectores más conservadores representados en el canónigo de la Catedral de México don José Guridi y Alcocer²². A partir de 1821 el debate contra el

¹⁹ Muñoz, Juan Bautista. Memoria sobre las apariciones y culto de Nuestra Señora de Guadalupe, Madrid, Memorias de la Academia de la Historia, 1817.

²⁰ Cfr. Sarrailh, Jean. La España ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII, México, Fondo de Cultura Económica, 1957. Muy en especial consultar los artículos de William Taylor, "El camino de los curas y de los borbones hacia la modernidad", en Alvaro Matute, Evelia Trejo y Brian Connauhgtton (coordinadores), Op. Cit., y de David Brading, "Tridentine Catholicism and Enlightened Despotism in Bourbon Mexico", Latin American Studies, Vol. 15 (mayo, 1983). En el análisis de ambos autores queda clara la contradicción entre la religiosidad popular y la religiosidad "cultura" propia del racionalismo ilustrado.

²¹ Consultar a Torre Villar, Ernesto de la. En torno al guadalupanismo, México, Miguel Angel Porrúa, 1985; Los Guadalupe y la independencia, México, Porrúa, 1985. Meier, Matt. " María Insurgente " , en Historia Mexicana/vol. 23, Núm. 3. Marzo, 1974. Guedea, Virginia. En busca de un gobierno alterno: los guadalupes de México, México, UNAM, 1992. Timmons, Wilbert. " Los Guadalupe: a secret society in the mexican revolution for independence " , en The Hispanic American Historical Review, Vol. 30, Nov. 1950. Traslosheros, Jorge. "Santa María de Guadalupe: hispánica, novohispana y mexicana. Tres sermones y tres voces guadalupanas. 1770-1818. Estudios de historia novohispana, volumen 18, 1988; "Sermones manuscritos en honor de la Virgen de Guadalupe", Estudios de historia novohispana, volumen 22, 2000.

²² Guridi y Alcocer, José María. Apología de la aparición de nuestra Señora de Guadalupe de Méjico..., México, Oficina de don Alejandro Valdés, 1820.

argumento del silencio se convierte en asunto de Estado toda vez que la Virgen de Guadalupe se transforma en símbolo oficial de la nación, en armonía con la tradición del patriotismo novohispano²³ que hizo de la Virgen de Guadalupe el mito de fundación de la patria. Como bien sabemos, este discurso perdió vigencia oficial con la separación de la Iglesia y el Estado a mediados del siglo XIX, forzando al segundo a buscar caminos por el vía secularizada.

Con motivo de la coronación, el arzobispo de México pide al principal historiador de confesión católica del momento, don Joaquín García Icazbalceta, que escriba algunas líneas sobre el milagro de las rosas pues era entonces el más profundo conocedor de la vida de fray Juan de Zumárraga. El historiador responde por carta privada, escrita en latín, en la cual hace notar la ausencia de documentación siguiendo los pasos de don Juan Bautista Muñoz. Al parecer el escrito cae en manos del historiador y canónigo Vicente de P. Andrade quien la publica sin autorización en 1888, dando pie a un acre debate que ocupó prensa y púlpitos durante esos años como podemos recordar²⁴. En el debate sobresalen dos apologistas, don Fortino Hipólito Vera y el jesuita Esteban Antícoli quienes, producto de la investigación documental que llevan a cabo, afinan la línea argumental que hemos visto presente en los sermones de la coronación. Así es como se transforma a la tradición en criterio de verdad y a la historia en una gran tradición. Visto con detenimiento nada debe extrañarnos que un argumento de tal naturaleza hubiese sido esgrimido por los líderes intelectuales de la institución que ha hecho de la tradición su razón de existir. Bien lo señaló el cronista de la Coronación cuando afirmó:

La más grandiosa y verdadera historia no es la escrita, [...] sino la tradición. [...] La tradición no es la historia muerta, escrita sobre páginas inertes y sepultada en el libro: sino la historia viviente, escrita con caracteres animados y sobre corazones que laten²⁵.

Asentadas las bases apologéticas se construye la propuesta. Por la tradición la Virgen de Guadalupe se transforma en el mito de fundación de la nación y patria mexicanas, en su guía a lo largo de la historia y, en consecuencia, también en su porvenir que se visualiza en el largo horizonte del progreso. Con la excepción de la idea del progreso, tales postulados no eran del todo nuevos en el discurso guadalupano y para muestra basta leer el sermón pronunciado en la basílica de Guadalupe en Septiembre de 1821 para festejar la consumación de la independencia, los escritos de historiadores y periodistas con profundo sentido patriótico como José María Bustamante, o bien algo de la poesía guadalupana de la misma centuria²⁶. En todo caso, la novedad de este historicismo guadalupano radica en las coincidencias que acusa con el discurso nacionalista construido por el liberalismo triunfante. Veamos.

Una de las tareas ideológicas de los liberales en triunfo sobre el imperio de Maximiliano, fue el construir un discurso que sustentara la identidad nacional desde la perspectiva de un Estado secularizado, y con tal fin escribieron su versión de la historia de México. En esta tarea destacan dos

²³ Brading, David. *Orígenes del nacionalismo mexicano*, México, ERA, 1988. Lafaye, Jacques. *Quetzalcóatl y Guadalupe: la formación de la conciencia nacional en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985. Florescano Enrique Florescano, Enrique. *El nuevo pasado mexicano*, México, Cal y Arena, 1994.

²⁴ De este hecho ha dado cuenta Edmundo O'Gorman, *Destierro de Sombras*, *Op. Cit.*

²⁵ *Album de la coronación... Op. Cit.*, 1895, p. 12.

²⁶ García de Torres, José Julio. *Sermón de acción de gracias a María Santísima de Guadalupe, por el venturoso suceso de la independencia de la América septentrional, predicado en su santuario insigne imperial colegiata, el 12 de octubre de 1821 por el sr. dr. y mtro. d. José Julio García de Torres*, México, Imprenta imperial de d. Alejandro Valdés, 1821. La obra guadalupana de Carlos María de Bustamante abarca unos cuatro títulos de rancio sabor apologético. Aquí referimos dos de ellos. *Manifiesto de la Junta Guadalupana a los mexicanos, y disertación histórico-crítica sobre la aparición de nuestra Señora en el Tepeyac*, México, Alejandro Valdés, 1831. *La Aparición guadalupana de México, vindicada de los defectos que le atribuye el Dr. Juan Bautista Muñoz... comprobada con nuevos descubrimientos...*, México, J.M. Lara, 1843. Joaquín Antonio Peñalosa, *Flor y canto de poesía guadalupana, siglo XIX*, México, Jus, 1985.

personajes: don Vicente Riva Palacio quien coordina y escribe partes importantes de México a través de los siglos, y don Justo Sierra, educador y escritor de la historia patria, cuyas letras se han estudiado en las escuelas primarias durante décadas²⁷. Nuestros autores elaboran una propuesta que no puede calificarse en exclusiva ni de liberal, ni romántica, ni positivista, ni modernista. Lo es todo a la vez. Es romántico por su afán de encontrar las raíces del ser nacional a través de su épica, de sus tradiciones, por buscar el espíritu de la nación; es liberal por su proclama la soberanía del pueblo, la afirmación del individuo y del ciudadano, por la secularización de estado; es positivista por considerar que la historia es la evolución de la sociedad con rumbo al progreso a través de la ciencia, sólo posible en la paz y el orden. Pero sus aromas no son menos modernistas en la medida que se reconoce y se afirma que el único futuro posible es el que los mexicanos puedan darse a sí mismos, en reconocimiento de su propio ser histórico, en apertura al mundo, por su credo de que cada patria es parte esencial de un todo llamado América Latina, " Nuestra América"²⁸. Fuera de toda etiqueta, este discurso es el esfuerzo de la intelectualidad laica por imaginar la comunidad nacional mexicana²⁹.

Cuatro son las líneas de reflexión sobre las que se construye el discurso. Del patriotismo novohispano desechan el guadalupanismo, pero recuperan el orgullo por la cultura prehispánica que juzgan clásica y fundamento ontológico de la nación. Por lo demás desarrollan la idea del México mestizo que remonta sus orígenes al momento de la conquista, como componente esencial y sintético de la nación³⁰; la historia como progreso sostenido hacia estadios superiores de la civilización y, elemento nada menor, la proclamación de don Miguel Hidalgo como el padre de la patria, en contraposición al discurso que se había enarbolado durante décadas y que había convertido a Agustín de Iturbide en el adalid de la independencia³¹.

²⁷ Riva Palacio, Vicente. México a través de los siglos, México/Barcelona, B. Espasa, 1883-1890. Sierra, Justo. Evolución política del pueblo mexicano, México, UNAM, 1977; Historia Patria, México, Secretaría de Educación, 1922. Sobre el punto resultan interesantes las reflexiones de Enrique Krauze, Siglo de Caudillos, Barcelona, Tusquets, 1994.

²⁸ No es gratuito que Justo Sierra haya sido el formador de la generación a la cual perteneció José Vasconcelos, así como prologuista de la obra de Rubén Darío, apreciando al poeta nicaragüense en los siguientes términos: "Sí, sois americano, panamericano, porque en vuestros versos, cuando se les escucha atentamente, suenan rumores oceánicos, murmulios de selvas y bramidos de cataratas andinas; y si el cisne, que es vuestro pájaro heráldico, boga sin cesar en vuestros lagos helénicos en busca de Leda, el cóndor suele bajar a grandes saltos alados de cima en cima en vuestras estrofas épicas. Sois americano por la exhuberancia tropical de vuestro temperamento, al través del cual sentís lo bello; y sois de todas partes, como solemos serlo los americanos, por la facilidad con que repercute en vuestra lira policorde la música de toda la lira humana y la convertís en música vuestra". Sierra. Obras completas, México, UNAM, 1977, Vol. III. p. 459.

²⁹ Cfr. Anderson, Benedict. Imagined Communities, London, New York, Verso, 1991.

³⁰ El argumento del mestizaje ya había sido enarbolado por el mismo fray Servando Teresa de Mier en su justificación de la independencia, en sintonía y como maduración de una larga reflexión que va de don Fernando de Alva Ixtlilxóchitl, pasa por don Carlos de Sigüenza y Góngora y Francisco Xavier Clavijero. Idea que encontró el momento propicio de su desarrollo en la pluma de la generación del liberalismo triunfante y sus discípulos como Andrés Molina Enríquez y José Vasconcelos. Sobre don Carlos de Sigüenza y Góngora es obligado referirse a las reflexiones Alicia Mayer. Dos americanos, dos pensamientos: Carlos de Sigüenza y Góngora y Cotton Mather, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 1998. Para las reflexiones de la segunda mitad del siglo XIX es necesario referirse a la obra de Leopoldo Zea, El positivismo en México: nacimiento, apogeo y decadencia, México, Fondo de Cultura Económica, 1988. Luis Villoro, Los grandes momentos del indigenismo en México, México, Centro de Investigaciones Superiores del INAH, 1979. Brading, David, "Liberal Patriotism and the Mexican Reform", Journal of Latin American Studies, 20 (1988). Hale, Charles, La transformación del liberalismo en México a fines del siglo XIX, México, Vuelta, 1991.

³¹ Si bien es cierto que hubo intentos de conciliar las figuras de don Miguel Hidalgo y de don Agustín de Iturbide en los primeros años de vida independiente, tal y como es posible apreciarlo en el cuadro de "Alegoría de la Patria" de 1834, que se encuentra en el Museo Casa de Hidalgo en la ciudad de Dolores Guanajuato. (Cfr. Jorge Traslosheros, La independencia de México, México, Lindero ediciones MVS editorial, 2000, p. 59). Conforme las contradicciones entre los llamados liberales y los llamados conservadores se hicieron más pronunciadas, ambas

Si atendemos a los postulados del patriotismo novohispano que hizo del México prehispánico y del guadalupanismo sus principales argumentos de identidad, y lo usamos como medio de contraste, podremos darnos cuenta de que la propuesta de los historiadores liberales enajenan al guadalupanismo del discurso oficial, agregándole las ideas del mestizaje y del progreso.

Por su parte, los ideólogos de la Iglesia Católica de México fundamentan la identidad no en el México prehispánico, sino en la Virgen de Guadalupe. Así, en virtud de la Virgen el pueblo de México fue liberado de las cadenas de la idolatría, por ella se unieron los pueblos indígena y español dando a México su ser esencial que es el mestizaje, en ella se fincan los primeros avances consistentes de la civilización y la cultura. Es la virgen quien encarna el proyecto de independencia del " noble anciano " don Miguel Hidalgo y Costilla, y quien guía los destinos de México hacia el progreso y quien puede garantizar la paz y el orden necesarios para mantener a la patria en crecimiento. En suma, articulan una propuesta que reúne el discurso tradicional del patriotismo criollo con el tradicionalismo católico, más el planteamiento de los historiadores laicos en lo que de común tenían con ellos, esto es, la idea del mestizaje y del progreso.

Queremos hacer notar que, ambas propuestas surgen de una raíz común, que no deja de haber diálogo entre la intelectualidad clerical y secular en el camino por imaginar una comunidad nacional. Unos, desde una perspectiva secularizada, otros sacralizada; pero todos piensan a la nación como ese gran espacio histórico y cultural que se abre a la convergencia de tradiciones con fines comunes en orden a la paz y el progreso, y que sintetizan en la idea del México mestizo. Unos, para cumplir con un destino glorioso marcado por la raíz prehispánica; otros para cumplir con similar destino nacido en el evento del Tepeyac.

En este orden de ideas es pertinente señalar que, a juzgar por los hallazgos de Brian Connaughton³², el discurso cívico-patriótico estuvo ligado al religioso desde el inicio de la vida independiente. De ser así, estamos en condiciones de afirmar que, a pesar de los conflictos entre la Iglesia y el Estado, la historia patria, que es ese conjunto de postulados que dan cuerpo a una comunidad nacional, no fue obra exclusiva del Estado liberal ni del episcopado nacional, sino de una colectividad intelectual de muy distinto signo que tuvo que tomar en cuenta las tradiciones construidas a lo largo de los siglos. No es casualidad que, la principal y mejor obra escrita en el siglo XIX sobre el guadalupanismo mexicano, y que le juzga como la más importante tradición nacional al grado de elevarle a mito fundacional, haya salido de la pluma de un intelectual liberal que combatió a la Iglesia desde la tribuna ideológica y en el campo de batalla. Nos referimos a don Ignacio Manuel Altamirano³³, el mismo "imparcial autor" citado en su sermón por el obispo de Guadalajara don Pedro Romero. Actualizar a la Virgen de Guadalupe como mito fundacional de la patria, en esta ocasión mestiza y en pos del progreso, fue elemento central del evento de su coronación. Desde tal propuesta es posible apreciar un diálogo implícito o explícito entre una comunidad intelectual de distinto signo. Hasta aquí el diálogo.

3.2) La polémica.

La Virgen de Guadalupe es Señora de la historia patria, cierto, pero esta cualidad debe afirmarse en el atributo fundamental que es su maternidad sobre todos "los moradores de esta tierra". Maternidad que se manifiesta en su ternura, compasión, auxilio, defensa, protección y en general todos aquellos

figuras pasaron a formar parte de la batalla ideológica. Como ejemplo acabado basta revisar el manejo que de ello hizo don Lucas Alamán. Disertaciones sobre la historia de la República Mejicana, desde la época de la conquista que los Españoles hicieron, a fines del siglo XV y principios del XVI, de las islas y continente americano, hasta la independencia. México, J. M. Lara, 1844-49. La Iglesia, por supuesto, hizo eco de quienes escogieron a Iturbide como padre de la independencia. Conceder a la figura de Hidalgo la categoría de padre de la independencia no fue, como puede apreciarse, asunto nada menor durante los sermones de la coronación.

³² Connaughton, Brian. Op. Cit.

³³ Altamirano, Ignacio Manuel. " La fiesta de Guadalupe " , en, Textos y costumbres. Obras Completas /México, SEP, 1986.

ligados con la incondicionalidad del amor materno. Como madre, a todos acepta sin distinción de raza, color, condición social ni origen étnico. Ante ella, como ante Dios, todos son iguales. Cuantos a ella acudan encontrarán un trato personal y diferenciado. Lo que vale para los individuos, vale para la nación entera. México, en virtud de esta maternidad, deviene en pueblo especial, diferente de todos los demás.

Los sermones de la coronación señalan que la Madre María de Guadalupe forma el carácter de los mexicanos en lo individual y en lo social. En lo primero, hace de las mejicanas modelo de hijas, esposas y madres; a los hombres seres de precoz ingenio, caritativos, obsequiosos, generosos. A todos les ha dotado con un corazón eminentemente religioso. Proyectado lo individual en lo social, por su sentido religioso el pueblo mexicano ha creado su cultura: obras monumentales, instituciones, usos, tradiciones y costumbres. En suma, una cultura católica que se transmite de generación en generación. Pero más importante aún es el hecho de que la Virgen de Guadalupe dio al pueblo mexicano su ser esencial. Por ella se hizo la "mezcla de razas" que generó una nueva, la mexicana. La Virgen María de Guadalupe es la Madre de un pueblo mestizo de profunda tradición católica, que ve de igual a igual a todas las naciones del mundo, que se abre generoso al progreso. Ella preside historia y futuro en su calidad no sólo de Madre, también de Soberana.

La Virgen María es, por voluntad de Dios, la reina soberana del universo. Por disposición providencial es madre de los mexicanos quienes reconocen tal condición en la Virgen María de Guadalupe y la coronan. Ella es, pues, la "reina social de México", de igual modo en que Cristo es Rey. En virtud de su potestad la sociedad debe organizarse católicamente, por grupos especializados, en cuerpos e instituciones como escuelas, sindicatos, asociaciones, comercio, industria, arte, ciencia, política, etc. Este reinado, en las ideas de los obispos mexicanos, es la convergencia de tres realidades: del plano inmanente y trascendente que legitima, como divina, toda acción humana; de la tradición centenaria de la iglesia y la sociedad mexicana que goza de paz, orden y progreso; de la política del pontificado de León XIII según la cual, puesto que fuera de la Iglesia toda sociedad está condenada al fracaso, las modernas sociedades deben ser organizadas católicamente, política sintetizada en la proclama "Cristo rey y acción católica". Convergencias que requieren conservar las tradiciones católicas y, sobre esa base, construir el futuro de progreso.

La cabeza de este programa es, místicamente, Jesucristo y por él la Virgen de Guadalupe. Por ende, los líderes terrenos de esta acción católica deben ser los obispos. Ellos, guiados por Guadalupe, tienen la misión de organizar la sociedad en cuerpos especializados en búsqueda de una armonía social de cara al progreso. Los obispos deberán ser los líderes de una sociedad-iglesia organizada corporativamente. El discurso de la jerarquía mexicana denota una clara influencia del papa León XIII, eso es incuestionable, pero lo es menos que está sustentado en sus propias tradiciones. Una iglesia que se ha organizado con fuerza y lo demuestra, que acude a sus tradiciones corporativas muy arraigadas, que para dar un paso adelante acude a sus orígenes y se afirma en la Virgen de Guadalupe.

María de Guadalupe es Señora de la historia, madre y reina de los mexicanos. La iglesia católica es vista como líder de la sociedad y guardián de la tradición, la principal promotora del progreso lo que le lleva, finalmente, a plantearse a sí misma como alternativa ante la propuesta del Estado liberal. Ambos visualizan la misma nación; pero tienen planes distintos para ella. Esos planes quedarán claros en la ceremonia de la coronación, aquel 12 de octubre de 1895.

4) LA CORONACIÓN

El día de la coronación hicieron acto de presencia cuarenta obispos de toda América, delegados del cuerpo diplomático y todos los sectores de la sociedad e iglesias mexicanas. Sólo faltaron representantes del Estado quienes, no obstante haber sido invitados, decidieron no asistir.

Parte importante de la ceremonia fue la procesión que se realizó alrededor del templo guadalupano, celebrada con gran solemnidad y en estricto orden: hasta adelante con cruz alta, ciriales y pértigo los niños del coro de la colegiata, después, sacerdotes de México y clero de otras diócesis, capitulares de la colegiata y la catedral metropolitana, un grupo de coronas llevadas por sacerdotes,

comisionados para el orden del templo, obispos que marchaban según su antigüedad, los prelados extranjeros y, cerrando el cortejo, el arzobispo de México. La procesión recorre la nave central del templo, sale por la puerta poniente al atrio, da la vuelta y vuelve a entrar por la misma puerta, acompañada en todo momento por general repique de campanas. Al momento de salir del templo, una sorpresa. Las rejas del atrio fueron cubiertas de madera para evitar la infracción a las leyes de reforma "que ocasionaría el hecho que desde la calle se pudiera ver la procesión", según disposiciones de la autoridad. Sin embargo, la plaza, las calles, las calzadas, los cerros, las subidas, las azoteas, los balcones se llenaron de fieles quienes acompañaron el sacro desfile hincados y en silencio.

En el momento cumbre, justo cuando es impuesta la corona a la Virgen de Guadalupe, una fotografía. En la parte superior del altar un crucifijo y, compartiendo el mismo plano, la imagen de la Virgen al momento de ser coronada por los arzobispos de México y Michoacán, en representación del papa León XIII. En un segundo plano, debajo de las estatuas de fray Juan de Zumárraga y Juan Diego, en el altar y alrededores, por separado los curas de la ciudad de México, profesores del seminario, canónigos de la colegiata y de otras iglesias. En la parte central los cuarenta obispos y arzobispos provenientes de toda América, revestidos con "capas bordadas de oro y teniendo en la parte de atrás el monograma de María", portando sus "mitras preciosas" y sosteniendo en sus manos "báculos de un trabajo exquisito". En un tercer plano, también en lugares separados, el cuerpo diplomático, "las más distinguidas de nuestras damas", "las señoras y los caballeros" y 28 indígenas de la ciudad de Cuauhtitlán para recordar las veintiocho diócesis de México y la tierra de Juan Diego, indios que se "presentaron con su traje propio, con la mayor limpieza, llevando en el pecho una imagen de la Virgen de Guadalupe". Por último, fuera de foco, una reja de madera que "dividía el templo en dos departamentos: el destinado a las señoras y caballeros y el del público en general". Antes del gran momento se cerraron las puertas del templo que estaba repleto de gente y fue tal la presión que ejercieron, "que la barandilla de madera que dividía el templo fue hecha astillas quedando mezclada la concurrencia"³⁴.

La Iglesia católica de México demostró su presencia nacional durante las celebraciones de la coronación. Articuló un diálogo con las ideas de los liberales porfiristas sobre la identidad de la nación y en el centro volvió a colocar a la Virgen de Guadalupe actualizándola en su calidad de mito fundacional de la patria mexicana, con los atributos de Señora de la historia, Madre del México mestizo y soberana de un México en pleno progreso. También propuso en los hechos y en el discurso que la sociedad se organizase de forma corporativa bajo principios católicos en busca del bien común, a lograrse con una actitud cultural subsidiaria y solidaria. Sin duda, en la coronación de la Guadalupeana se articuló una propuesta alternativa a la de un Estado finalmente liberal que buscaba, sin renunciar a un orden jerárquico cual fue la intención del porfiriato, sentar sus bases sobre una sociedad formada por ciudadanos. Si hubo diálogo en la propuesta de identidad, en los hechos se abrió el debate en torno a la forma de organizar a la nación lo que, con el tiempo, llevaría a la confrontación entre ambas instituciones, asunto de otra investigación que cae en el terreno de la historia de la revolución mexicana³⁵.

Para terminar, cedo a la tentación de un comentario en torno a un detalle en apariencia menor. Me parece que en el evento no fue menos significativo el hecho de que, por muchos esfuerzos que hiciera el clero por evitar que se mezclara "la gente decente" con los demás, en salvaguarda de un estricto orden corporativo y jerárquico; por mucho que intentara el Estado liberal impedir que el pueblo gozara de la coronación y celebraciones religiosas, los intentos de ambas jerarquías fueron vanos. Toda barrera, real o simbólica, fue rota en pos de la Virgen de Guadalupe lo que constituye, a nuestro entender, el discurso más significativo de la época. Queda claro que, para el devoto común y corriente como podrían ser los indígenas que vinieron a pie desde Chiapas o en ferrocarril desde Guadalajara, la Virgen de Guadalupe era la madre de la patria, más allá de los diálogos o debates entre las elites

³⁴ Album de la coronación, Op. Cit., p. 85.

³⁵ Considero fundamentales para el tema, de Jean Meyer. La cristiada, México, Siglo XXI, 1997. José Miguel Romero de Solís. El Aguijón del Espíritu Santo. Historia contemporánea de la Iglesia en México. 1892-1992, México, IMDOSOC, 1994. Roberto Blancarte, Historia de la Iglesia Católica en México, México, El Colegio Mexiquense, Fondo de Cultura Económica, 1992. Tres visiones complementarias sobre un mismo fenómeno.

intelectuales o políticas, y lo era por un asunto de fe alimentada por la tradición. Un hecho que queda pendiente de ser historiado y que juzgamos importante para comprender el fenómeno de manera integral.

El carnaval de Barranquilla: simbolismo y formación cultural en el caribe colombiano. Siglo XX

Proyecto de investigación de tesis doctoral

MARÍ AMERCEDES AGUDELO DÍ AZ¹

EN ESTA PONENCIA SE EXPONDRÁN LOS ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN DEL CARNAVAL BARRANQUILLERO, RESALTANDO LA IMPRANTCIA DE ESTA FIESTA COMO UN ENCUENTRO DE DIFERENTES CULTURAS INDÍ GENAS AFRICANAS, ASIÁTICAS Y EUROPEAS, A TRAVÉS DE SUS MÁS DE CIENTOS AÑOS DE HISTORIA. EL CARNAVAL ES UNA EXPRESIÓN CULTURAL QUE CONGREGA A ESTA POBLACIÓN CARIBEÑA DURANTE CUATRO DÍ AS DE FIESTA AL AÑO MOMENTO EN QUE LA CIUDADANÍA CONQUISTA EL ESPACIO URBANO CON SU ALEGRÍA Y JOLGORIO POR MEDIO DE LAS DANZAS COMPARSAS, MÚSICA, DISFRACES, MÁSCARAS Y PERMISIVIDAD SOCIAL.

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objeto de estudio el Carnaval de Barranquilla en tanto aspecto fundamental de la formación urbana y cultural en el Caribe colombiano durante el siglo XX.

El Carnaval de Barranquilla como formación cultural urbana presenta elementos locales, pero también de una cultura nacional popular. Estas expresiones reflejan las raíces africanas, indígenas e ibéricas, que están en el punto de partida de su formación. Los rasgos nacionales manifiestan las características generales de la formación social colombiana en su especificidad, determinada por el desarrollo desigual de su conformación como nación.

También se analizará la diversidad y originalidad de los aportes asiáticos y norteamericanos. Esto no es claro, sino en el sentido del carácter cosmopolita temprano de Barranquilla, que explica la presencia en su población de sectores asiáticos, particularmente chinos y árabes, vinculados en un principio al comercio y más tardíamente a la industria local. La influencia norteamericana está presente fundamentalmente en el concepto de espacio urbano y de la planificación urbanística, igual que en la arquitectura.

El estudio del Carnaval de Barranquilla es, al mismo tiempo, el de la ciudad. La conformación de la urbe y de la tradición carnestoléndica se fueron dando simultáneamente. Los espacios urbanos y los de la fiesta se han ido correspondiendo durante el devenir histórico. Esta manifestación de folclor caribeño refleja la participación ciudadana, los factores económicos, sociales, políticos y culturales que se van enriqueciendo durante la vida cotidiana.

En el tránsito del siglo XX al XXI, el fenómeno de la globalización ha revelado la trascendencia económica y cultural que tienen determinadas áreas del planeta para el orbe entero. América Latina es una de ellas, lo que está corroborado por la reciente inserción de sus problemáticas dentro de la lista de temas a tratar en las agendas de los foros internacionales. Y es al interior mismo de Latinoamérica donde se encuentra una región especialmente rica en la diversidad de sus manifestaciones culturales, así como en recursos económicos, dados sus rasgos geográficos e históricos. Tal región es el Caribe.²

¹ María Mercedes Agudelo es profesora investigadora de la División de Humanidades y Ciencias Sociales del Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, miembro del seminario de investigación en historia, tradición y cultura en México y América Latina, del seminario de semiótica, y directora de la carrera de relaciones internacionales de la misma institución.

² Se considera zona del Caribe, "como las partes de Afro-América (o de la América de las plantaciones) que quedan al sur de los Estados Unidos y al norte de Brasil. No es una definición "geográfica" en el sentido de coincidir con

Las condiciones geográficas y la posición del área han condicionado la alta intensidad de sus contactos culturales y su acelerada actividad económica. La historia testimonia lo anterior y permite ya entrever el papel fundamental que las ciudades caribeñas desempeñarán en el desarrollo futuro de la economía global, así como en el enriquecimiento de la cultura universal. Es factible, pues, esperar que los contactos del Caribe con el resto del globo, se multiplicarán en un futuro y permitirán definir el aporte que esos centros de implosión y explosión cultural, tanto como de desarrollo económico que son las ciudades del Caribe, pueden dar al mundo.

2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de profundizar los esfuerzos hasta ahora realizados en la investigación histórica en el área del Caribe, se hace evidente. Estudiar la historia representa, de alguna manera, indagar en la memoria colectiva de una nación latinoamericana, así como identificar los mecanismos para conservar, transmitir y enriquecer su cultura.

Luego de varias décadas de esterilidad en cuanto a la producción historiográfica sobre el Caribe, el interés por el estudio de la zona ha resurgido recientemente.³ Desde Puerto Rico, República Dominicana y Cuba, hasta México y Colombia, ha aumentado el número de estudios económicos, políticos y culturales. Por otra parte se han difundido eventos (festivales de música, congresos, seminarios) enfocados a impulsar un estudio sistemático de la cultura caribeña. Tales esfuerzos revelan la revaluación del Caribe como un objeto de estudio central en la construcción de un conocimiento acerca de América Latina.

En el estudio de la historia regional y cultural han jugado un importante papel los programas de pregrado y posgrado en Historia de algunas universidades del área, así como la concreción de investigaciones de relevancia por parte de historiadores caribeños, quienes desde centros académicos europeos, norteamericanos y latinoamericanos, han promovido nuevamente la investigación sobre la historia en su totalidad, así como en los aspectos específicos en que se manifiesta.

Dentro de este resurgimiento del interés por conocer la Historia en la zona, es donde se sitúa el presente proyecto que representa una contribución a los aportes metodológicos relacionados con la temática que rodea al Caribe colombiano, al pretender integrar los elementos de orden económico, político, histórico y cultural que intervienen en la dinámica, tanto de la urbe, como en lo específico representado en el Carnaval Barranquillero. El tiempo lúdico se analizará a partir de la microhistoria, es decir, los cuatro días que constituyen el Carnaval y la coyuntura; los años comprendidas entre 1921 y 1974.

3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los rasgos característicos de la colonización hispana en América lo constituye su carácter urbano, que se convirtió en una marca cultural del área del Caribe y las Antillas desde el primer momento del encuentro entre Europa y América. Santo Domingo, Veracruz, La Habana y Cartagena son algunas de las ciudades que nos hablan de tal hecho. Con el devenir del tiempo, el número inicial de conglomerados ciudadanos caribeños y antillanos, fue aumentando como consecuencia de la extensión de las redes atlánticas de comercio, especialmente a partir de los siglos XVII y XVIII. Más adelante, particularmente en el último

fronteras políticas, sino que puede incluir –por sus características- *partes de países*. Ésta sería, entonces, la única definición estrictamente intelectual del Caribe.”

Ver GAZTAMBIDE-GÉIGEL, Antonio. “La invención del Caribe en el siglo XX”. En: *Revista mexicana del Caribe*. Chetumal, Quintana Roo, año 1, número 1, 1996. P.91

³ Véase *Revista mexicana del Caribe* e instituciones con programas académicos sobre el Caribe: Universidad del Norte, Universidad del Atlántico, Universidad Autónoma del Caribe, Universidad Simón Bolívar, Centro de Estudios Latinoamericanos de la Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Estudios del Caribe (AMEC), Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Puerto Rico, Centro de Estudios Avanzados de Puerto Rico y el Caribe, Programa de Estudios del Caribe de la Universidad de Quintana Roo y Universidad de Haití, entre otras.

cuarto del siglo XIX, el fenómeno urbano se generalizó al interior del subcontinente. Tal hecho apareció ligado a la integración de las economías latinoamericanas al mercado mundial, que corresponde a las primeras etapas del modelo clásico de economías agroexportadoras. Las últimas décadas del siglo XIX marcan la irrupción y generalización de las relaciones capitalistas en América Latina, proceso que alcanzó su mayor celeridad en el Atlántico suramericano.

En Colombia, dicho proceso presentó una particularidad: fueron urbes diferentes a su capital, Bogotá, las que se erigieron como centros de la dinámica capitalista del país dentro del comercio mundial. Inserta en tal singularidad, la ciudad de Barranquilla jugó en el último cuarto de siglo XIX un papel de suma relevancia como polo de dinámica económica y cultural entre Colombia y el resto del mundo. Su función como tal se extendió hasta las primeras décadas del siglo XX cuando se consolida la navegación por el Río Magdalena. La navegación fluvial se desarrolló asombrosamente a partir de 1823 cuando el Libertador Simón Bolívar le otorgó al alemán Juan Bernardo Elbers el privilegio de explotar la navegación en buques de vapor.

“Barranquilla fue, gracias a estos dos visionarios la cuna de la navegación fluvial a vapor por el Magdalena. Y nuestro cauce más tarde exaltado por el Presidente Marco Fidel Suárez como el río de la Patria, abriendo, a partir de entonces, ruta próspera al desarrollo mercantil del país por lo que, de suyo, fue y sigue siendo patrimonio de todos los colombianos.”⁴

Barranquilla, además de haber desarrollado la navegación fluvial, incursionó en la aviación comercial, con la fundación de la sociedad colombo – alemana de transporte aéreo (Scadta).

“El 5 de Diciembre de 1919, se firma la Escritura de Constitución de la Sociedad Colombo – Alemana de Transporte Aéreo – SCADTA – suceso que marcará hito imponderable en la dinámica progresista de la urbe como que da lugar al nacimiento de la aviación comercial en Colombia y Suramérica.”⁵

Estos dos factores fueron los generadores del gran desarrollo económico y cultural que motivaron la migración tanto nacional como foránea y han aportado a lo largo de la historia los elementos decisivos para la conformación de la idiosincrasia Barranquillera.

Dentro de la formación de estas urbes el carnaval se sitúa como uno de los ejes fundamentales en la estructuración de una identidad colectiva. En el caso específico de Barranquilla, dicha identidad se presenta como *sui generis*, en la medida en que se encuentra enmarcada por un contexto culturalmente complejo, dadas las migraciones tanto extranjeras (Antillas, Europa y Asia), como nacionales (provenientes de la sabana del departamento de Bolívar y las riberas del Río Magdalena). Lo hasta aquí dicho converge en el establecimiento del objeto de estudio de la investigación, *id est*, el carnaval de Barranquilla: simbolismo y formación cultural en el Caribe Colombiano.

Así lo afirma Alfredo De la Espriella en el siguiente párrafo:

“A partir de entonces, pues, empieza esta estrecha relación que irá decantando con el tiempo y la circunstancias – privilegiadas algunas, adversas otras – la participación de los alemanes y judíos sefarditas procedentes de Curazao y de Coro. Más tarde, ciudadanos ingleses, franceses, españoles, italianos, norteamericanos, sirio – libaneses, palestinos y

⁴ De La Espriella, Alfredo. *El Río Magdalena*. Documento # 8. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe, 2000. p 5.

⁵ De La Espriella Alfredo. *90 Años del Departamento del Atlántico*. 1905 – 1995. Barranquilla: Gobernación del Atlántico, 1996. p 66.

cubanos, se unirían a este proceso cuyo norte decidiría el destino y prosperidad de la Costa Atlántica.”⁶

El Carnaval de Barranquilla es un hecho cultural eje en la construcción de la formación urbana iniciada a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Nuestro análisis partirá de los orígenes del carnaval y sus transformaciones, centrándose en el período comprendido entre los años 1921 y 1974. Para ello partimos de las siguientes formulaciones: ¿Cuál ha sido el papel de los carnavales de Barranquilla en la construcción de una sociedad urbana, mediatizada por la formación de una estructura de clases culturalmente heterogéneas? ¿Qué transformaciones ha sufrido históricamente el espacio urbano en el proceso de delineación de una tradición cultural urbana? ¿Qué papel han jugado los diferentes tipos de inmigrantes y las clases sociales en la apropiación y exclusión dentro del espacio urbano? ¿Cuáles son los rasgos particulares asumidos por el desarrollo urbano? ¿Qué aspectos culturales de integración y desintegración pueden ser identificados en los carnavales? ¿Qué aspectos sociales se expresan en el folclor de las festividades? ¿Qué puntos de conciliación en sus diferencias se establecen en la ciudad a través del Carnaval?

El Carnaval de Barranquilla es una de las fiestas más antiguas, populares y tradicionales de Colombia. No existe una fecha precisa o hito histórico que indique su origen; sin embargo, a lo largo de su conformación histórica encontramos un notable sincretismo de elementos culturales provenientes básicamente de África, Europa y de los indígenas caribeños. A decir de Alfredo De La Espriella:

“Muy antiguamente, acaso a mediados del siglo pasado según crónicas de antaño, solía el pueblo escoger un personaje de su barrio – bien el de Arriba o el de Abajo del río – para que caracterizara el soberano de la farsa popular quien leía con morisquetas y fanfarrias el decreto por medio del cual otorgaba toda clase de licencias, autorizando a partir de la fecha los regocijos típicos propicios de la farra tradicional.”⁷

El Carnaval de Barranquilla es en muchos aspectos más tradicional que otros llevados a cabo en distintos lugares del mundo, pues refleja la conducta social, cultural, autóctona y primitiva de sus tradiciones vernáculas, en tanto que aquéllos son revestidos por un tinte comercial y sacan provecho de sus virtudes tradicionalistas, explotando algunas expresiones típicas del carnaval en su propia esencia.

“El carnaval es una forma festiva, o sea, es una representación de una fiesta alegre, donde el desorden de los sentidos se manifiestan en el color, la música, la danza, los cantos, el ritmo, el movimiento, la máscara, convirtiéndose en manifestaciones de un estado emotivo alterado, desbordante y expresivo de esa otra vida, la vida carnavalera, esa segunda vida del hombre.”⁸

Así por ejemplo, mientras en otras partes, con el fin de convertir la fiesta en un espectáculo mercantil, se aprovechan recursos artísticos para sacarle partido al turismo que se fascina con la novedad del espectáculo en sí, pero no se muestra la verdadera mascarada y el sentido del humor que el carnaval posee. Barranquilla ofrece a los participantes del Carnaval una muestra original, graciosa, ocurrente, tanto en disfraces como en música y en literatura, que exalta el sentido del humor.

Los carnavales de Venecia, rigurosamente clásicos, constituyen una epopeya lírica con sus nobles personajes de la comedia del arte. Los carnavales de Oruro, en Bolivia, son una fiesta que honra el señorío místico y la misma diversión que todos los años rinde pleitesía a la cultura religiosa. El carnaval de Río de Janeiro, es quizás, el más popular del mundo, por la

⁶ De La Espriella, Alfredo. *La Colonia Alemana en Barranquilla*. Documento # 7. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe, 2000. Pp.4,5.

⁷ De La Espriella Alfredo. *Escrutinio Histórico del Carnaval*. Documento # 4. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe, 2000. p3

⁸ Rey Sinning, Edgar. *EL Carnaval, la Segunda Vida del Pueblo*. Bogotá, Plaza y Janés Editores, 2000.p 28.

fantasía que ha logrado imponer al teatro callejero representado en cientos de grupos llamados *escuelas de samba* y por la organización técnica del espectáculo que genera divisas, explotando tradiciones remotas escenificadas del carnaval carioca.

Otros carnavales, ya de Niza, de Nueva Orleans, de las Islas Canarias o de tantas otras ciudades de América y Europa, conjugan también sus intereses mercantiles y tradicionales pero sacando más provecho de la fiesta que de la cultura carnavalesca en sí. Carrozas suntuosas convertidas en “Hit Parade” se alejan del esencia carnavalesca típica, al carecer de la participación activa del público, quien se limita a ser espectador. Dentro del Carnaval costeño colombiano, ese público se involucra en las comparsas y se divierte durante cuatro días, durante los cuales se desarrollan Guachernas, concursos de bailes a los ritmos de cumbia, gaita, pulla, chandé, mapalé, merecumbé, porro y demás sonidos caribeños. A esto se suman otros certámenes callejeros, como son los concursos de orquestas, combos y otros conjuntos de intérpretes quienes interpretan los aires regionales.

Cuando en otros carnavales el festejo culmina con el entierro de “La Sardina”, en el barranquillero se la fiesta termina con el entierro de “Joselito Carnaval”. Éste funciona a modo de símbolo representativo del pueblo carnavalesco quien rinde culto a la muerte de la farsa, a través de la danza del “garabato” que celebra la muerte del pelele. El baile evoca la batalla final entre el hombre y la muerte como símbolos de la vanidad humana y revela la ingenuidad de la cultura popular. “Los hombres disfrazados de viudas convirtieron este acto en una verdadera mojiganga que hoy constituye un cuadro, sainete típico de su propio ingenio vernáculo.”⁹

De este modo, la relevancia del Carnaval está dada por el diálogo existente entre innovación y permanencia, integrando diversas manifestaciones culturales que logran coherencia, a través de la tradición. El Carnaval de Barranquilla puede así considerarse inscrito en un panorama regional latinoamericano, donde se encuentran otros como los de Trinidad, Ponce, Santo Domingo, Montevideo, Oruro, Veracruz, Río de Janeiro.

4. MARCO TEÓRICO

Esta investigación se enmarca dentro de la llamada nueva historia:

El sujeto en la historiografía vuelve a adquirir un mayor protagonismo, y los historiadores han comenzado no solamente a ver a los hombres dentro de las estructuras sociales, culturales y lingüísticas que determinan las formas del comportamiento humano, sino también a plantearse cómo los hombres han contribuido a la formación y transformación de esas estructuras.¹⁰

Un enfoque desarrollado en este sentido, posibilita apoyarse en instrumentos metodológicos provenientes de disciplinas que estudian fenómenos análogos en plena coincidencia con el objetivo de trabajo del historiador: reconstruir la memoria colectiva de una cultura y ubicar a sus protagonistas.

Esta investigación considerará los análisis que se han hecho sobre el Caribe colombiano y especialmente, sobre la ciudad de Barranquilla, pero se apartará de la historiografía existente en cuanto profundizará en la historia de la ciudad y del carnaval como un todo (análisis integral) para entender las características culturales que de la ciudad y los elementos del desarrollo social, económico y político de la urbe que han contribuido al imaginario colectivo barranquillero.

⁹ De La Espriella, Alfredo. *Escrutinio Histórico del Carnaval*. Documento # 4. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe, 2000. p 13

¹⁰ IGGERS, Georg G. *La ciencia histórica en el siglo XX. Las tendencias actuales*. Barcelona: Idea Universitaria, 1998. P. 110

Los sujetos sociales que participan dentro del Carnaval se manifiestan a través de un conjunto estructurado de acciones cargadas de sentido político, solidario, jerárquico, religioso, de negociación de espacios, dentro de un marco centrado en la comunicación. Esto significa que el sentido de los actos está asociado indefectiblemente a los signos y a su actuar en la misión última representada en la conservación, la transmisión y la difusión de una cultura determinada.

En este sentido, el discurso histórico como parte de la comunicación entre los hombres, comprende diversas fases y objetivos que van desde un discurso disciplinario riguroso, hasta la multimedialidad que cumple los mismos requisitos de los discursos tradicionales al interior de la historia.

Puesto que la acción humana en el carnaval está ligada a marcos generadores de sentido, es necesario acudir al auxilio de la semiótica para el estudio de su interpretación.

“Con la insistencia en el lenguaje, en la actual discusión teórica se habla cada vez con mayor frecuencia del discurso como forma en la que tiene lugar la comunicación entre los hombres. La dedicación al discurso desempeña un papel cada vez más relevante en los trabajos histórico-sociales e histórico culturales, pero también en la historia política y en la historia intelectual.”¹¹

Sus herramientas posibilitan además el estudio del fenómeno cultural contemporáneo como un proceso de comunicación. Se utilizarán dos metodologías que reconocen otras grandes escuelas: Umberto Eco y Yuri Lotman.

En el caso de Eco será posible reconstruir los mecanismos que generan significado en una manifestación cultural a través de la estructura de sus códigos, así como la interpretación que de ellos se desprende. Yuri Lotman permite el estudio de segmentos enteros de significados (textos) dentro de la interacción originada en toda cultura donde participan distintos sistemas semióticos. Ambos proponen herramientas para el estudio del discurso histórico, manifestado en cualquier tipo de sistema signico.

Asimismo se seguirán los lineamientos de la Escuela Francesa de los *Annales*, fundada por Lucien Febvre y Marc Bloch, que se presentan como los más acertados por sus conceptos propios en la investigación histórica de la cultura y la sociedad. Se tendrán en cuenta principalmente la importancia del medio geográfico¹², los diferentes tiempos históricos (corta duración, coyuntura y permanencia o larga duración) y la mentalidad colectiva, entendida como resultado de la acción de la identidad cultural característica.

La obra de Umberto Eco permite la reconstrucción de un metalenguaje, es decir, la ubicación de un fenómeno comunicativo en el modelo de la comunicación: emisor – mensaje – receptor. Su metodología permite establecer el factor cultural como determinante en la percepción de un lenguaje, en este caso, el del carnaval y posibilita la elaboración de tipologías de clasificación de los diversos elementos que conforman la identidad cultural barranquillera, a través de su Carnaval con todos los elementos que lo conforman, por ejemplo la comedia, “que parece estar más estrechamente ligada a costumbres sociales específicas.”¹³

¹¹ Idem, p.100

¹² “El escenario en el que tienen lugar estas interminables obras de teatro condiciona en parte su desarrollo, explica sus peculiaridades.”
BRAUDEL, Fernand. *Las civilizaciones actuales*. México: Tecnos, 1991, p.23.

¹³ ECO, Umberto; IVANOV, V.V. y RECTOR, Monica. *¡Carnaval!* México: Fondo de Cultura Económica, 1998, p13.

Yuri Lotman es semiótico de la Escuela de Tartu (Estonia). Este semiólogo estableció una metodología que permite analizar los fenómenos culturales, como base para comprender los procesos en que se desarrolla la memoria colectiva. Su método permite encontrar modelos de comunicación en el sistema de la cultura. Analiza las tipologías de las culturas, el metalenguaje de las descripciones tipológicas, la cultura como sujeto y objeto y como objeto para sí misma y la importancia de la memoria de la cultura dentro de una “semiosfera”. La semiosfera, como concepto y parámetro metodológico, se entiende como el lugar o espacio donde ocurre un proceso de comunicación y donde es posible identificar la semiosis, es decir, la relación que se establece entre los diversos sistemas sígnicos en el interior de un espacio semiótico. Es importante considerar que dentro de la definición propia de “semiosfera”, ésta surge de la relación establecida entre la periferia y el núcleo de la misma.

Uno de los elementos importantes dentro de esta investigación es el análisis un fenómeno cultural que está insertado en un proceso de comunicación. Ello implica una interpretación de los códigos determinados o no para esta comunidad específica: Barranquilla. Se realizará un proceso de traducción o interpretación donde el metalenguaje utilizado para la descripción corresponderá a la ciencia histórica. Por ejemplo, dentro de la semiosfera que constituye Barranquilla, el discurso histórico del Carnaval se define como un núcleo donde participan comunidades extranjeras (judías, árabes, americanas, chinas, alemanas, italianas), a su vez identificadas como barranquilleras.

5. METODOLOGÍA Y FUENTES DOCUMENTALES

Abordar tal investigación demanda un trabajo teórico interdisciplinario, a partir de la Historia, en un esfuerzo por reconstruir la naturaleza de las relaciones sociales propias de dicha fenómeno. Diferentes áreas de conocimiento -la antropología, la semiótica de la cultura y la sociología- proporcionarán distintos instrumentos que puedan empatar entre ellos, afinando los resultados de las descripciones y el análisis. Esto implica dos procesos: la reconstrucción del pasado sobre la base de fuentes primarias, secundarias y de tradición oral, y la comprensión de ese fenómeno social llamado “carnaval”, que es un conjunto de relaciones sociales estructuradas dentro de momentos históricos específicos, cargado de elementos simbólicos y rituales. Este segundo proceso observa como imperativo el estudio específico de los mecanismos sociales que originan el “significado compartido” como elemento aglutinante de una práctica social bien determinada.

Para responder al problema de investigación planteado se recurrirá a la metodología de la ciencia histórica en cuanto al análisis de las fuentes primarias: revisión, catalogación y análisis de los documentos resguardados en el Archivo del Museo Romántico de Barranquilla y en los Archivos Fotográficos e Históricos de Alfredo De La Espriella. La parte que se consultará de estos archivos es la denominada Fondo Carnaval que está conformada por tomos, que contiene recortes de prensa, folletos y fotografías. En el Museo Romántico se conservan las tradiciones populares del Carnaval, donde los estudiosos pueden conocer la cultura ancestral del pueblo barranquillero. En la biblioteca, la hemeroteca, la discoteca, la filmoteca y la pinacoteca del Carnaval, se pueden apreciar fotografías, partituras, discos, cassettes, reportajes, libros, películas, pinturas, donde las opiniones, las voces, las imágenes y demás material, permiten aprender sobre la mentalidad colectiva de sus ciudadanos y la historia urbana barranquillera.

Se empleará además el método de entrevista abierta, aplicado a personas de diferentes barrios, estratos sociales y edades para poder establecer las relaciones determinantes en el intercambio comunicativo que permite el análisis semiótico. Asimismo se entrevistará a historiadores, musicólogos, coreógrafos y periodistas locales, siguiendo los postulados de las nuevas tendencias. Como lo indica Iggers la “investigación histórica exige una unión de fuentes nueva, como las historias de vida obtenidas mediante entrevistas, con las fuentes y los métodos clásicos de la ciencia social histórica.”¹⁴ Estas entrevistas estarán enfocadas a

¹⁴ IGGERS, Georg G. *Op.cit.* p.71

descubrir las transformaciones del espacio urbano y las relaciones establecidas entre los individuos y su entorno cultural, para que permitan identificar los aspectos de la cultura urbana y de integración y desintegración que se puedan reflejar en los carnavales.

A fin de poder recabar datos que permitan reconstruir la historia de los carnavales, se utilizará además la metodología que emplea la historia oral como parte de la memoria colectiva de un pueblo. Se entrevistará a algunos de los organizadores del Carnaval, miembros de la Junta Organizadora, reinas, bailarines y músicos.

De igual manera, se utilizarán a modo de fuentes secundarias los libros existentes sobre el tema; fuentes hemerográficas como los periódicos *El Heraldo* y *El Diario del Caribe* de Barranquilla; la revista *Barranquilla Gráfica* (1962–1980) y la Fílmoteca de Barranquilla.

En cuanto a la periodización histórica, como ya se mencionó, se abordará la problemática siguiendo los tres niveles de tiempo braudelianos:

1. Una descripción de los cuatro días del Carnaval a través de los años, a partir de las fuentes primarias.
2. Un análisis coyuntural en el que se relacionará la historia de la ciudad de Barranquilla con la de su carnaval.
3. El proceso de formación del Carnaval de Barranquilla, como parte de la tradición cultural de la ciudad.

6. HIPÓTESIS

1. El Carnaval de Barranquilla puede ser descrito como lenguaje y participar en el registro, conservación y transmisión de la memoria colectiva para la conformación de la identidad cultural.
2. La idiosincrasia del pueblo barranquillero identificada en el propio valor de sus tradiciones y en la cultura ancestral de sus orígenes, se evidencia en su carnaval.
3. El Carnaval es una manifestación cultural basada en la broma, chanza, fiesta, jarana y demás expresiones espontáneas y graciosas de la comunidad. Es una inversión de los códigos sociales establecidos.
4. De esta tradición la gente tiene un concepto de solidaridad aglutinante, lo que ha permitido que a través del tiempo se haya conservado esta manifestación típica de una cultura.
5. El carnaval ha influido en la literatura, en la música y las danzas. Todos estos elementos lo estimulan y son reflejo de las costumbres antiguas, que han permitido a las generaciones continuar desarrollando con la misma euforia y sentido del humor la tradición.
6. El Carnaval barranquillero, con cerca de ciento cincuenta años de existencia, se ha convertido en un espacio de negociación cultural entre distintos grupos sociales.

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo general

Analizar las festividades carnestoléndicas de Barranquilla, dentro de sus contextos económico, político y social, como parte del proceso de formación cultural y urbana del Caribe colombiano durante el siglo XX

7.2. Objetivos específicos

7.2.1. Determinar las relaciones de poder en la ciudad mediatizadas en las relaciones de dominación/subordinación entre la cultura hegemónica y la cultura popular

7.2.2. Comprender el conjunto de relaciones sociales que hallan su expresión durante el Carnaval y que evidencian la relación entre el desarrollo de la cultura urbana y estas festividades

7.2.3. Comprender las relaciones sociales de poder que se manifiestan a lo largo de la historia del Carnaval a través de su marco simbólico cultural

7.2.4. Analizar el Carnaval como un sistema de significados altamente codificados y construidos por la negociación, conquista y concesión de espacios socio - culturales

7.2.5. Identificar los elementos culturales folclóricos y sus diferenciaciones en la estructura de las relaciones sociales y de sus significaciones en términos de inclusión y exclusión social urbana

7.2.6. Identificar las transformaciones del espacio urbano y sus efectos en la construcción de la identidad urbana durante la época en cuestión

8. BALANCE HISTORIOGRÁFICO

Un recorrido por la bibliografía concerniente al Carnaval, revela que el tema ha sido de la preocupación de filósofos (Friederich Nietzsche, no el más importante, pero en cierto modo el más consultado), historiadores de la religión (Melciade Eliade), semiólogos (Yuri Lotman, Roland Barthes y Umberto Eco), literatos (Jorge Amado, Gabriel García Márquez y Manuel Zapata Olivella) y especialistas de las ciencias sociales, tales como antropólogos y sociólogos. Ahora bien, en torno al tema específico del Carnaval de Barranquilla, resultan limitados los esfuerzos bibliográficos realizados con el objeto de comprender el tema de estudio de manera profunda. Son pocos los profundos estudiosos del asunto.

El profesor Guillermo Abadía Morales, en relación con el Caribe colombiano y no en gran medida con el Carnaval de Barranquilla, se ha centrado en las descripciones materiales de los objetos que cotidianamente se utilizan en la región, sin llegar a profundizar demasiado en los detalles que sirven de soporte al Carnaval. A estas alturas de la disertación académica en torno al tópico, la propuesta de estudio del Profesor, posee elementos que aportan al esclarecimiento de los fenómenos que gravitan en torno al hecho carnavalesco. Su perspectiva se circunscribe en una clara visión folklorista. Sus aportaciones valen igualmente para el Carnaval de Negros y Blancos de Pasto, donde el estudio de la celebración carnestoléndica es abordado desde su singular punto de vista.

La obra de Germán Arciniegas (1900-1999), algo más de un centenar de escritos entre artículos, ensayos y libros, abunda en referencias a la historia del Caribe latinoamericano (*América, Tierra Firme*, 1937; *Biografía del Caribe*, 1945; *Nueva Imagen del Caribe*, 1963; *El Continente de los Siete Colores*, 1964). En estos textos apenas si se menciona a la ciudad de Barranquilla. No obstante, resulta lícito afirmar que Arciniegas fija su enfoque justo en la génesis del Caribe como entidad cultural y no en demasía, en el Carnaval en sí, pues decididamente no es de su preocupación o interés central. Es así como cobra trascendencia la obra del escritor, en el momento de comprender los procesos y las circunstancias que hicieron fluir el devenir de la cultura del carnaval, en el Caribe. De hecho,

la obra de Arciniegas se hace imprescindible, a la hora de tratar algunos de los temas de la zona.

Por su parte, Nina de Friedemann, destacada antropóloga bogotana, centró su atención en el aporte de las culturas africanas a la colombiana en general. Inspirada en la obra de Jean Melville Herskovits, Fernando Ortiz, W.E.B Du Bois y, en cierta medida, por Aquiles Escalante y Roguerio Velásquez, De Friedemann va tras las huellas de la *africanidad*, concepto acuñado a mediados de los años cincuenta por los negros norteamericanos, en su lucha contra el racismo para la elaboración de un *corpus* teórico que posibilitara la circunscripción de reivindicaciones de orden político, cultural, económico y social, en un marco legal. El aporte de la lectura que hace De Friedemann sobre el tema, no sólo abre el debate sobre la importancia de las culturas negras africanas, sino también sobre aquéllas que desde temprano poblaron el continente americano. En este punto se hace necesario señalar que el Carnaval se presenta, étnicamente hablando, como un hecho pluriétnico y pluricultural. Hacia la parte final de su obra, la antropóloga cambia de escenario, al pasar del Caribe (recuérdense sus escritos sobre el Palenque de San Basilio y el Carnaval en Barranquilla), para centrar finalmente su atención en el Pacífico colombiano: el río Telembí, Tumaco, Quibdó y Guapí, son algunos de los escenarios etnográficos contemplados por la antropóloga durante los últimos años de su labor investigativa.

Alfredo De la Espriella¹⁵ y Edgar Rey Sinning, son dos de los estudiosos del Carnaval, quienes sobresalen en la búsqueda de fuentes sobre el tema. De la Espriella, historiador y prolífero escritor, atento al acontecer del Carnaval y la totalidad de los fenómenos que en torno a éste se desenvuelven, es quien más ha trabajado sobre el tema. El autor amalgama su profesión de historiador con su propio sentir como organizador de la celebración razón por la cual, en la lectura de sus textos, se hace difícil el desglosamiento de lo uno y lo otro. Pareciera incluso como si, de entrada, De la Espriella careciera por completo de un método al abordar el tema. A pesar de ello, resulta lícito afirmar que el autor es de los pocos que se ha dedicado de lleno a estudiar el Carnaval de Barranquilla y seguir de cerca su discurrir histórico y social. Por ser poseedor como pocos de un archivo especializado en la historia de Barranquilla y su Carnaval, De la Espriella se convierte en un autor casi imposible de eludir, al incurrir en el estudio de asuntos de la historia barranquillera y, especialmente, de su celebración carnestoléndica.

Por su parte, Edgar Rey Sinning, sociólogo y magíster en educación y filosofía, ha escrito dos libros sobre el Carnaval. El primero de ellos es *Joselito Carnaval* que data de 1992 y el segundo es *Carnaval, la Segunda Vida del Pueblo*, que saliera apenas al mercado, el año pasado. Sinning, además, ha escrito sobre el tema en periódicos y ha impartido conferencias sobre el mismo. Rey Sinning es uno de los autores más interesados en el estudio sistemático y metodológico del carnaval. Tal cuestión es expresada en el esquema histórico y social proveído en *Joselito Carnaval*, donde se describen las etapas por las que el Carnaval ha transcurrido. Son tres los períodos definidos con exactitud por Rey Sinning que revelan, de manera sintética y clara, la propia historia de La Heroica. La primera de estas etapas es denominada por el autor Carnaval del Pueblo, la segunda Carnaval del Barrio y la última recibe, justamente, la designación de Carnaval de Barranquilla. Así, Rey Sinning escudriña los encuentros acontecidos durante el más de un siglo, que tiene de vida el evento. El escritor acompaña la anterior exploración con el manejo y la apropiación de los espacios urbanos de Barranquilla.

En otra aportación, la Universidad de Antioquia y su Departamento de Antropología, el Instituto de Estudios Regionales (INER) y la editorial Colima de la ciudad de Medellín darán pronto a conocer un estudio sobre el Carnaval de Barranquilla, realizado por los antropólogos

¹⁵ Alfredo De La Espriella es periodista, profesor universitario e intelectual barranquillero. Fundador y Director del Museo Romántico de Barranquilla, quien por más de cincuenta años ha estado vinculado estrechamente a esta fiesta carnestoléndica. A través de sus artículos periodísticos, programas de radio y televisión, ha dictado cátedra histórica sobre el Carnaval de Barranquilla. Ha publicado varios libros sobre esta tradición y se le reconoce la autoridad que tiene para hablar, comentar, desglosar y criticar la fiesta en sí.

Ramiro Delgado Salazar, Aníbal Parra y Lina Pérez. Hasta el día de hoy se desconocen, tanto la metodología, como los supuestos teóricos llevados a cabo por el grupo de estudiosos.

Pese a todo lo anterior, continúa existiendo un vacío en torno a la indagación teórica sobre el carnaval de Barranquilla; al menos es aún muy amplio el terreno propicio para la exploración e investigación. Tampoco se encuentra, en lo que se lee, un método (a pesar de los esfuerzos de Rey Sinning) que sirva a modo de guía para el estudio del Carnaval. Hacen falta herramientas de tipo teórico que sirvan el propósito de leer sobre y acercarse al hecho carnavalesco, en específico al de Barranquilla. Se hace necesaria una epistemología a la luz de los contenidos semánticos del carnaval, así como una lectura de éste en dimensiones de lo oral pues, como lo recalca Luis Alfonso Alarcón, la tradición oral y la celebración carnestoléndica son elementos que se relacionan.

Debe anotarse igualmente que el carnaval, como tal, significa un acontecimiento para la interacción humana, donde, en el caso del particular de estudio, resulta imposible limitarse a mencionar los ingredientes español, americano y africano. Resulta indispensable comenzar por especificar y concretar la ubicación temporal y espacial de tales presencias. No basta, como ha venido ocurriendo, con remitirse fugazmente a ellas, dado que cada participante y cada grupo del Carnaval, encarna un papel que le fue y le sigue siendo asignado por la historia. En el presente caso, es necesario tomar en cuenta la influencia que sobre el Carnaval de La Arenosa ha ejercido Cartagena, así como otras ciudades de la costa caribe colombiana, como son Riohacha, Valledupar, Montería y Sincelejo. De igual forma, conviene definir detalladamente los grupos de poder (no sólo en términos estrictamente económicos) y la manera como han incidido en la construcción de la moderna ciudad de Barranquilla, esto es, la interacción entre paisaje y Carnaval tal como se pretende hacer en este trabajo.

En estos términos es factible concebir el Carnaval bajo elementos y conceptos diferentes a los que se han venido utilizando. Ello, con el fin de alejarse de las antiguas remembranzas de los folkloristas, quienes angostan su percepción, al grado de limitar su comprensión sobre el Carnaval, a un hecho meramente cultural. Ante todo, el fenómeno carnestoléndico se define por su constante cambio; no representa, en medida alguna, un acontecer monolítico, cerrado y autosuficiente. De modo contrario, los futuros estudios deberán plasmar estas dinámicas que ocurrieron, ocurren y ocurrirán dentro del transcurso normal de la historia.

John Rawls y la justificación política de los derechos humanos

Alberto Hernández Baqueiro e Iliana Delgado Azar (ITESM. Campus Ciudad de México)

Este trabajo se plantea el problema de la justificación teórica de los derechos humanos tomando como propuesta más viable una argumentación política, en el sentido en que la teoría de la justicia de J. Rawls se refiere a una teoría política y no metafísica o moral. Esta propuesta permite encontrar un cuerpo común de acuerdos acerca de los derechos básicos y las obligaciones que éstos imponen a un régimen político justo. En la parte final del escrito se apuntan algunas de las implicaciones más inmediatas que dicha propuesta tiene para la práctica de los derechos humanos en México, a manera de indicaciones teóricas para la acción del gobierno y de la sociedad.

La cuestión del fundamento de los derechos humanos sigue vigente, a pesar de las críticas que tal problemática ha recibido, tachándola de utópica o francamente de impráctica. Posiblemente esta cuestión sigue en el debate porque también hay una necesidad de encontrar una explicación convincente de por qué aceptamos determinados principios de actuación como si fueran legítimos en lugar de otros que parecen menos justificables. No estamos eximidos de la tarea de la fundamentación porque hay que mantener el vínculo entre derecho, justicia y obligatoriedad, el cual queda diluido en una posición puramente emotiva o positivista.

John Rawls ha hecho una contribución a la cuestión de los derechos humanos que es importante conocer y discutir, y seguramente también será conveniente emplearla como instrumento para un trabajo de orden enteramente práctico, que se dirija a mejorar las condiciones de la vida social en nuestro medio.

La obra principal de Rawls versa sobre la justicia. Como él mismo dice, no una justicia que sirva en primer lugar para resolver controversias individuales sino la justicia que se ocupa de la estructura social, una justicia que tiene que ver con la legitimación del orden político, con las bases racionales de la convivencia social. La cuestión de los derechos humanos forma parte de esa elaboración, y Rawls aborda el tema armado con los conceptos desarrollados en sus obras principales.

Como es sabido, las bases de la contribución de Rawls se encuentran en su Teoría de la Justicia, seguido de su Liberalismo Político, que reúne sus respuestas a las críticas recibidas a lo largo de los años que median entre las dos obras. En su libro más reciente, publicado con el título *The Law of People*, Rawls se refiere explícitamente a la problemática de los derechos humanos en el capítulo “El derecho de gentes”. Dicho capítulo es una reelaboración de la contribución que hiciera en 1993 a las conferencias internacionales promovidas por Amnistía Internacional. Así pues, las ideas de Rawls sobre los derechos humanos se entienden como resultado de una larga reflexión que las precede. A continuación haré un extracto de esas ideas con la finalidad de no presentar fuera de contexto las propuestas sobre los derechos humanos, y seguidamente me remitiré a tales propuestas en específico.

La teoría contractualista y constructivista de Rawls

El problema fundamental el problema fundamental de una teoría de la justicia reside así en la necesidad de “buscar los principios más adecuados para realizar la libertad y la igualdad, una vez que la sociedad es concebida como un sistema de cooperación entre personas libres e iguales. Rawls se encarga de subrayar en algunos de sus trabajos de los años ochenta, se trata de una teoría de la justicia política, no metafísica; es decir, la pretensión de la teoría es práctica y no metafísica o epistemológica” (Vallespín, 1985: 588).

Aquí ya se encuentra una diferencia de intención respecto de otras posiciones que intentan una fundamentación, porque una fundamentación política admite continuas correcciones. De acuerdo con una práctica realizada en Liberalismo Político, la teoría admite correcciones en el proceso de elaboración y en diálogo con las críticas recibidas, pero sobre todo, la teoría pretende no estar comprometida con ninguna teoría comprensiva en particular, precisamente para poder ser admitida por doctrinas que tienen diferente contenido. Ese es el sentido práctico de lo que Rawls llama el consenso traslapado.

La propuesta rawlsiana comenzó como una crítica explícita al utilitarismo. Es una posición liberal, lo cual significa que enfatiza la prioridad de las libertades individuales, y que defiende una concepción ética no consecuencialista; esto es que “la corrección moral de un acto depende de las cualidades intrínsecas de dicha acción –y no (...) de su capacidad para producir un cierto estado de cosas previamente valorado” (Gargarella, 2000, 23). A la vez que se rechaza el utilitarismo, también se distancia claramente del intuicionismo, entendiendo que éste afirma la existencia de una pluralidad de principios de justicia, capaces de entrar en conflicto unos con otros y que no cuenta con un método objetivo capaz de determinar, qué principio escoger entre los muchos que existen, o cómo establecer reglas de prioridad entre ellos. Pero Rawls va a establecer una prioridad entre los principios, y especialmente va a realizar un decidido esfuerzo de argumentación racional para establecer su teoría.

El contractualismo ha sido la estrategia más atractiva para explicar el origen de la autoridad política desde la Ilustración, cuando la autoridad dejó de legitimarse en las instancias religiosas. El peculiar racionalismo de Rawls toma la forma de un contractualismo idealizado (Gargarella, 2000: 31). Lo llamaremos contractualismo idealizado porque los contratantes originales proceden conformes con un deber kantiano, merced a ciertas condiciones teóricas que impone el método usado por Rawls.

De esta forma, el contractualismo de Rawls es diferente de otros contractualismos contemporáneos, como el de David Gauthier y James Buchanan, pues cuando estos rechazan la existencia de deberes y derechos naturales, también cancelan ideas como la dignidad intrínseca de cada persona y la idea de la prioridad de ciertos principios que tienden a la protección de los más débiles. Para Gauthier y Buchanan las reglas morales sólo dependen de las preferencias de las personas, pero de hecho todos estaríamos mejor si no nos causáramos daño unos a otros, y si aceptáramos una convención que proscriba tales daños. Cada persona tiene simplemente un valor instrumental en cuanto sirve o contribuye para que se alcancen los intereses de los demás. En contraste con esta propuesta, para Rawls hay una inherente igualdad moral entre las personas que implica el respeto a cada individuo.

Precisamente esa igualdad moral constituye uno de los principios del método constructivista, pues dada una cierta concepción de la persona como agente moral, y más aún como un agente moral maduro y racional (lo que a veces Rawls designa como “sujeto relevante”) se derivan de ella los principios de la justicia a través de un proceso de “construcción”. El lugar en el que se construyen esos principios de justicia a partir del concepto de persona es la llamada posición original o situación inicial de igualdad y libertad. “Este esquema conceptual de la posición original se puede simplificar de la siguiente manera: las partes aparecen motivadas para promover su concepción del bien, pero sometidas a una serie de condicionantes formales que les fuerzan a mantenerse en el umbral de la imparcialidad. Se les presenta entonces una serie de alternativas entre distintas concepciones de la justicia, y de entre éstas han de seleccionar unánimemente una de ellas desde un procedimiento de elección racional que sigue el modelo clásico de la teoría de los juegos” (Vallespín, 1985: 592).

La condicionante formal más importante es la que Rawls bautizó con el sugerente nombre de “velo de ignorancia”, que consiste en que el agente ignora todas las circunstancias relativas a su propia situación en la sociedad que pudieran alterar su punto de vista imparcial al momento de elegir los principios de justicia, tales como su estatus social, sus dotes naturales y de fortuna, etc.

Esa idea básica del método se aplica para la conformación de una justicia doméstica o relativa a una sociedad política particular, pero después Rawls la aplica también a la cuestión de la convivencia entre los pueblos, y así, dice “en ambos casos usamos la misma idea básica de un procedimiento razonable de construcción en el cual los agentes racionales equitativamente situados (las partes como representantes de los ciudadanos en un caso y de los pueblos o las sociedades en el otro) seleccionan principios de justicia según el sujeto relevante, sus instituciones domésticas separados o el derecho de gentes que comparten. Como siempre, las partes se guían por las razones apropiadas que es especifican por un velo de ignorancia” (Rawls, 1998:71).

Desde luego que allí aparece una de las críticas principales que ha recibido la teoría, a saber, la que remarca las diferencias culturales, primero al interior de la comunidad y luego entre las naciones. Las críticas comunataristas han destacado la dificultad que hay para prescindir de la tradición y las identidades en algo como la utópica posición original, de tal suerte que la teoría de la justicia que empezara con una pretensión de universalidad dada su construcción racional después fue moderada para admitir que se refería principalmente a las concepciones de una sociedad democrática y liberal. Empero, Rawls vuelve a la carga cuando aborda el tema del derecho de gentes, que es el contexto en que se encuentra la discusión acerca de los derechos humanos, derecho común entre diferentes culturas. Dice Rawls que “si bien la posición original en el primer nivel, el de la justicia doméstica, incorpora una concepción política de la persona arraigada en la cultura pública de una sociedad liberal, no sucede lo mismo con la posición original en el segundo nivel, el del derecho de gentes. Subrayo este hecho que permite a una concepción liberal de la justicia extenderse para sustentar un derecho de gentes más general sin prejuzgar en contra de sociedades no liberales” (Rawls, 1998: 69).

Me parece que en ese trabajo Rawls ha hecho un esfuerzo importante en dos direcciones, por una parte, ha ampliado considerablemente el ámbito de su propuesta de manea que siga siendo válida para cualquier sociedad bien ordenada y, por otra parte, esa noción de

sociedad bien ordenada le ha obligado a tratar con respeto las formas de convivencia no liberales, no democráticas y, aunque huelga decirlo, no occidentales, que entonces pueden situarse en pie de igualdad y legitimidad frente a las sociedades liberales. Considero que ese matiz debe ser mencionado, así fuera sólo por venir de un campeón del pensamiento liberal, y aunque sea parte de una especie de transacción en la que se compensa el reconocimiento de la legitimidad a las sociedades bien ordenadas no liberales a cambio de la admisión por parte de éstas de algunos principios comunes, tanto en el orden del derecho de gentes¹ como en los derechos humanos.

Los principios de justicia propuestos por Rawls se sintetizan en principales, cuya formulación se recompone en varios lugares de su obra. El primer principio reza así: “toda persona debe tener un igual derecho al más extenso sistema de libertades básicas iguales que sea compatible con un esquema semejante de libertades para los demás” (TJ #11, pág. 67), que podríamos decir que se refiere al acceso igualitario de las libertades básicas en el sentido de libertades formales pues no se refiere a que los individuos las lleven efectivamente a la práctica. El segundo principio gobierna la distribución de los recursos de la sociedad y nos dice que las desigualdades sociales y económicas deben estar ordenadas de tal forma que se cumplan dos condiciones: a), primera, que tales desigualdades “se espere razonablemente que sean ventajosas para todos” y, b) segunda, “se vinculen a empleos y cargos asequibles para todos”.

En las afinaciones subsecuentes Rawls cambia la primera condición del segundo principio para detallar que se trata de que las desigualdades sean benéficas para los menos favorecidos, siempre que sea compatible con el principio del justo ahorro; y así mismo es claro que la segunda condición relativa a la asequibilidad de los empleos y cargos, se cumplirá bajo la circunstancia de una equitativa igualdad de oportunidades.

El segundo principio ha sido llamado “principio de diferencia”. R. Gargarella ha destacado que este principio, con los matices explicados por Rawls, “implica una superación de una idea de justicia distributiva corriente en sociedades modernas, de acuerdo con la cual lo que cada uno obtiene es justo, si es que los beneficios o posiciones en cuestión eran también asequibles para los demás. Dado que en este caso y, como vimos, se entiende que nadie merece sus mayores talentos o capacidades, el esquema de justicia no se considera satisfecho con una mera igualdad de oportunidades. Se afirma, en cambio, que las mayores ventajas de los más beneficiados por la lotería natural son justificables sólo si ellas forman parte de un esquema que mejora las expectativas de los miembros menos aventajados de la sociedad. Esto es, las violaciones a una idea estricta de igualdad sólo son aceptables en el caso de que sirvan para engrosar las porciones de recursos en manos de los menos favorecidos, y nunca en el caso de que las disminuyan” (Gargarella, 2000: 40).

¹ Rawls establece una diferencia entre el derecho internacional y el derecho de gentes. El primero “es un orden legal existente o positivo, si bien incompleto, pues adolece por ejemplo, de un efectivo sistema de sanciones como el que caracteriza normalmente al derecho doméstico. El derecho de gentes en cambio, es una familia de conceptos políticos con principios de derecho, justicia y bien común, que especifica el contenido de una concepción liberal de la justicia aplicable al derecho internacional. Proporciona los conceptos y principios por los cuales ese derecho debe ser juzgado” (Rawls, 1993: 55)

Rawls propone además que entre los principios hay un orden de prioridad que él llama prioridad lexicográfica, de manera que el primer principio tiene prioridad sobre el segundo y eso significa que las libertades no pueden ser limitadas a cambio de obtener mayores ventajas económicas, sino solamente cuando tales libertades entran en conflicto con otras libertades básicas. Esto vale, desde luego, para sociedades que han alcanzado un nivel mínimo de desarrollo económico.

El segundo principio da lugar a la aparición de una regla de la mayor importancia en la propuesta de Rawls, a saber, la regla del maximin o de la maximización del mínimo. Esta regla deriva directamente del acuerdo alcanzado por los contratantes en la posición original, pues como no saben el lugar que ocuparán en la sociedad y ante el temor de encontrarse en la posición de los menos aventajados, entonces preferirán una distribución de los bienes primarios que tome en cuenta el interés del grupo menos favorecido. El principio de diferencia y la regla del maximin abren un camino para la construcción de una estructura social justa en un sentido que no es puramente formal, y así pretende aprovechar el estímulo que representa la perspectiva de mayores ingresos y riquezas por parte de los más favorecidos de manera que no solamente se aumente la producción sin perjudicar a nadie, sino que se beneficie a todos. Y por este rasgo ya hay una diferencia respecto de una propuesta meramente utilitarista. Se acepta una distribución desigualitaria solamente si va en beneficio de los menos aventajados.

De tal suerte que la regla pide una distribución de bienes que minimice el perjuicio de quienes se encuentran en la posición más débil. También se expresa diciendo que las distintas alternativas para la distribución de los bienes se deben jerarquizar conforme a sus peores resultados posibles, de forma que se habrá de adoptar aquella alternativa cuyo peor resultado sea superior al peor resultados de las otras alternativas. Así, por ejemplo, si una de las alternativas implica grandes beneficios para una mayoría pero al mismo tiempo implica que un grupo termine en una situación de virtual esclavitud, entonces esa alternativa es inaceptable.

Los dos principios y la regla de maximin definirían una estructura social que puede aspirar a la justicia, y ahora es destacable que se refieren tanto a las libertades básicas como a los bienes básicos o bienes primarios como Rawls los llama. La relación con los derechos humanos en el ámbito doméstico se vuelve manifiesta porque esos derechos se refieren tanto a las libertades como a los bienes básicos, y así habremos de insistir en ello.

La noción de bienes primarios viene a concretar las exigencias abstractas de los principios explicados. La crítica de R. Dworkin ha destacado que la única manera como puede conjurarse el peligro que representa una práctica utilitarista para los intereses de las minorías es incorporando un cuerpo de derecho básicos que actúen como un límite a los reclamos mayoritarios. “Los derechos funcionarían como límites destinados a impedir que alguna minoría sufra desventajas en la distribución de bienes y oportunidades en razón de que una mayoría de individuos piense que aquellos pocos son merecedores de beneficios menores de los que la mayoría recibe” (Gargarella, 2000: 28).

Ahora bien, la noción de bienes primarios permitiría una manera objetiva de medir los satisfactores a que todos tienen derecho o que no pueden ser menoscabados en beneficio de una utilidad general. La noción inicial de bien primario es la de aquellos bienes básicos indispensables para satisfacer cualquier plan racional de vida (TJ # 66). Los bienes primarios

son de dos tipos: a) los sociales, que son distribuidos por las instituciones, tales como la riqueza, las oportunidades y los derechos, y b) los bienes de tipo natural, tales como la salud, los talentos, la inteligencia, etc.

Cabe decir que los bienes primarios no remiten a una cantidad en metálico, ni siquiera a una determinada idea de la perfección humana. Los principios de justicia se refieren a la distribución de libertades y de otros bienes primarios entre los cuales se cuenta de modo eminente el respeto propio, y con él el aprecio del individuo por parte de una comunidad. De donde los bienes primarios abarcan en realidad un espectro amplio que incluye ciertos derechos y libertades, oportunidades y poderes, ingresos y riquezas así como respeto propio y aprecio por parte de una comunidad (TJ # 67). Dice Rawls “debemos admitir que la lista de los bienes primarios puede explicarse mediante la concepción de la bondad como racionalidad, en conjunción con los hechos generales acerca de las facultades y de los deseos humanos, sus características fases y las exigencias de su cultura, el principio aristotélico [de perfección] y las necesidades de interdependencia social” (TJ # 66; pág. 393).

La teoría de la justicia y los derechos humanos

Me parece que los principios de la justicia tal como los presenta Rawls constituyen un marco adecuado para fundamentar en un sentido político los derechos humanos. Esa congruencia entre los principios de la justicia y los derechos humanos se puede expresar en cuatro afirmaciones a saber, primera, que los derechos humanos no dependen de ninguna doctrina moral comprensiva o concepción filosófica de la naturaleza humana; segunda, esos derechos son pertinentes para cualquier sociedad bien ordenada; tercera, marcan los mínimos o límites a la actuación doméstica de las naciones y, cuarta, representan la base de un derecho de gentes, esto es, de las reglas para la pertenencia a la comunidad de las naciones.

En relación con el primer punto, es importante que los derechos humanos sean consensables por parte de doctrinas comprensivas diferentes, porque de otro modo la dependencia de tales derechos respecto a una doctrina de contenido en particular provocaría que muchas de las sociedad jerárquicas pudieran rechazarlos como liberales o democráticos o en alguna forma característicos de la tradición política occidental y por tanto discriminatoria frente a otras culturas.

En cuanto a la segunda característica, se sigue por una parte de la noción de “sociedad bien ordenada”, pero también, en mi opinión, de un ideal de justicia que simplemente pretende que las personas puedan vivir de acuerdo con el plan de vida que consideren más atractivo, bajo la única condición de que éste sea razonable. Diremos por lo pronto que una sociedad bien ordenada es aquella que cumple mínimamente con una concepción de la justicia basada en el bien común y una justificación oficial de la ley basada en la buena fe (Rawls, 1998: 72)².

² Entendemos que los planes de vida se construyen desde una posición determinada en la sociedad, es decir que no comparecen en la posición original ni bajo el velo de ignorancia. Por eso son compatibles a condición de que no impliquen perjuicios a los planes de vida de otros. En otro sentido se podría pensar en los planes de vida como estilos de vida, concepto más relacionado con la idea de calidad de vida así como con creencias y elecciones personales de orden privado.

También hay que decir que bajo el rubro de derechos humanos se encuentran cosas de muy diferentes clases. Si se toman documentos específicos, sea por caso la Declaración Universal de los Derechos Humanos, algunos de sus artículos son prohibiciones explícitas, mientras que otros son derivaciones lógicas de otros que serían principales, en tanto que algunos son aspiraciones de corte liberal, etc.

Esto no obstante, dice Rawls, “los derechos humanos fundamentales expresan una patrón mínimo de instituciones políticas bien ordenadas para todos los pueblos que pertenecen, como miembros de buena fe, a una justa sociedad política de los pueblos. Cualquier violación sistemática de tales derechos es una falta grave que afecta a la sociedad de los pueblos todos, liberales y jerárquicos” (Rawls, 1993: 72). Siendo así que hablamos de parámetros mínimos, los requisitos que ellos imponen debían ser también muy débiles. En una sociedad bien ordenada, tanto liberal como jerárquica, el sistema jurídico impone deberes y obligaciones a todos sus miembros y es regulado por jueces y funcionarios que creen sincera y razonablemente que el ordenamiento social en cuestión se basa en la búsqueda del bien común. “Para que esta condición se sostenga, la ley debe reconocer al menos aquellos derechos básicos como el derecho a la vida y a la seguridad, el derecho a la propiedad personal y los elementos del debido proceso, al igual que el derecho a la libertad de conciencia, el derecho de asociación y le derecho a emigrar. Estos son los derechos humanos” (Rawls, 1993, 72).

La buena fe de los funcionarios a que se aludió antes se cumple mínimamente cuando éstos explican el orden legal a quienes están sujetos a él. No se requiere la idea liberal de ciudadanos libres e iguales, sino meramente que las personas sean “miembros activos y responsables de la sociedad y que puedan reconocer sus deberes y obligaciones morales y actuar en consecuencia”. Así, como conclusión de este punto, los derechos humanos entendidos como resultados de los requisitos mínimos exigibles a un régimen decente³, no podrían ser rechazados por ser liberales o propios de la tradición occidental, sino que son “políticamente neutrales”.

En cuanto al papel de los derechos humanos en la regulación doméstica y en la convivencia entre los pueblos, señala Rawls que “constituyen una categoría especial de derechos de aplicación universal (...) son parte de un razonable derecho de gentes y fijan los límites a las instituciones domésticas exigidas por ese derecho a todos los pueblos. En ese sentido establecen la última frontera del derecho doméstico admisible en sociedades integrantes de buena fe de una justa sociedad de los pueblos” (Rawls, 1993: 74); así el propósito de Rawls es mostrar que las sociedades bien ordenadas ajenas a aspectos peculiares de la tradición occidental aceptan el mismo derecho de gentes que ésta. “Especifica la clase de sociedad de pueblos bien ordenados que toda las gentes querrían y fija la finalidad regulativa de su política exterior... [y] entraña el obvio corolario de que las sociedades no liberales también respetan los derechos humanos” (Rawls, 1993: 64).

Estos últimos aspectos señalan que los derechos humanos son una categoría especial de derechos, relevante para un derecho de gentes razonable en la época presente. Hoy la guerra no es un medio aceptable de política estatal. Solamente se justifica como legítima defensa; respecto a la soberanía interna, el Estado se encuentra limitado conforme a estos derechos.

³ Régimen decente será el régimen jurídico de una sociedad bien ordenada.

¿Cuáles son los principios de justicia de los que ahora se habla y que amparan asimismo la vigencia de los derechos humanos en el orden doméstico?

A esto contestaría Rawls que los principios de justicia entre pueblos incluirán ciertos postulados reconocidos desde hace largo tiempo como integrantes del derecho de gentes, entre ellos los siguientes:

- 1) Los pueblos (organizados por sus gobiernos) son libres e independientes y su libertad e independencia han de ser respetadas por otros pueblos;
- 2) Los pueblos son iguales en tanto partes de sus propios convenios;
- 3) Los pueblos tienen el derecho a la legítima defensa pero no el derecho a la guerra
- 4) Los pueblos tienen un deber de no intervención;
- 5) Los pueblos deben cumplir los tratados y acuerdos;
- 6) Los pueblos deben respetar ciertas restricciones específicas en la conducción de la guerra (siempre que ella se libre en legítima defensa), y
- 7) Los pueblos deben respetar los derechos humanos” (Rawls, 1993: 59)

En conformidad con su teoría más general tendríamos que admitir que rige una prioridad entre los postulados anteriores, de tal suerte que no se puede invocar algunos principios, por ejemplo el deber de no intervención, para encubrir las violaciones graves de los derechos humanos. Este punto implica el detalle específico de que Rawls admite la intervención por parte de estados extranjeros en los asuntos de uno cuando median injusticias graves; por ejemplo, reconoce que algunas organizaciones como las Naciones Unidas pueden estar investidas de autoridad para condenar instituciones domésticas que violen los derechos humanos e incluso para castigarlas en los casos graves mediante sanciones económicas y militares.

En consecuencia, los derechos humanos cumplen tres funciones principales en la conformación de un derecho de gentes: a) primera, son una condición necesaria para la legitimidad del régimen y la decencia de su orden jurídico; b) segunda, cuando operan correctamente, resultan suficientes para excluir la justificada intervención de otros pueblos, mediante sanciones económicas o, en casos graves, la fuerza militar, y c) tercera, fijan un límite al pluralismo entre los pueblos (Rawls, 1998:75).

Propuesta relativa a la práctica de los derechos humanos para México

Llegado al punto de hacer una propuesta clara sobre la situación de los derechos humanos en nuestro medio, considero útil incluir los principios de justicia presentados por Rawls, al mismo tiempo que una de las observaciones más pragmáticas que ha hecho el Prof. Eduardo Rabossi. Me refiero concretamente a la crítica que ha desarrollado sobre la llamada concepción canónica de los derechos humano, pues de acuerdo con ésta, los derechos pueden dividirse en dos grupos que reciben un tratamiento muy diferente, teórico pero sobre todo práctico. La división comúnmente admitida entre derechos de la persona (o civiles y políticos) por un lado, y derechos económicos y sociales por otro, no se sostiene históricamente ni metodológicamente (Rabossi, 1997).

Por lo que respecta a sus consecuencias prácticas, dicha concepción parece eximir a las sociedades y a los Estados de la obligación de proveer las condiciones económicas mínima para el desarrollo de las personas, sino solamente de manera muy ambigua y discrecional. En pocas palabras, la concepción dicotómica de los derechos humanos implicaría para las sociedades y los estados la obligación de garantizar el respeto de ciertas libertades civiles y políticas fundamentales, en un sentido puramente formal o negativo, en tanto que respecto a los satisfactores de orden económico, social y cultural sólo estarían relativamente obligados en la medida que lo permitan los recursos disponibles y ello en relación directa con la capacidad económica de los estados.

En lugar de esa visión dicotómica, el Prof. Rabossi ha propuesto que los derechos básicos incluyen por igual ciertas prerrogativas políticas y civiles y ciertas protecciones culturales y económicas. Y eso ha sido así tanto en la letra como en el espíritu de las declaraciones desde la Revolución Francesa y aun antes, y asimismo en el transcurso de los debates que dieron lugar a la moderna carta de los derechos humanos, pero no ha habido el mismo interés y diligencias para amparar por igual todos los derechos básicos. La propuesta de Rabossi viene a decir que “un derecho humano es básico si su goce posee la propiedad de ser necesario para el goce de los demás derechos (...) Si se aplica esta caracterización a las listas de derechos humanos, el grupo de derechos básicos incluye los que he denominado ‘derechos de personalidad’ (seguridad física y psíquica y libertades esenciales) y derechos a la subsistencia (condiciones mínimas de existencia). Este núcleo es indivisible y respecto de él tienen que existir deberes domésticos e internacionales de los Estados, deberes de la comunidad internacional y deberes individuales” (Rabossi, 1993: 67).

Ante este panorama y sin que, hasta donde sé, haya referencias explícitas entre las opiniones de Rawls y Rabossi, encuentro una coincidencia en la demanda de considerar como parte de los bienes primarios, y por consiguiente dentro de los derechos básicos de las personas en cualquier sociedad justa, tanto un número de libertades esenciales como el acceso efectivo a cierto bienes primarios, amparado por una estructura social diseñada ex profeso. A esto contribuye poderosamente el que Rawls reconozca entre los bienes primarios tanto los satisfactores de índole más económica, como los que permiten la subsistencia, tanto como los bienes más básicos que no se refieren en primer lugar a una distribución de riquezas sino a las oportunidades y la pertenencia a comunidades que dan a las personas un lugar y un sentido, y permiten a todos la posibilidad del respeto propio la autovaloración y la contribución al bien común.

La regla de maximin me parece que compromete seriamente las medidas económicas que tienden a una más acentuada concentración de la riqueza en aras de una mayor eficiencia en la producción de riqueza. No parece posible remediar esa situación sino con una intervención importante del Estado y ésta basada en la disposición de recursos económicos que, se antoja, sólo pueden provenir de la gravación sobre la riqueza de quienes más tienen. Tales recursos tendrían como finalidad aumentar las posibilidades de participar en la capacitación, el empleo y la salud para los más pobres.

Asimismo, dado que las mayores privaciones de los derechos básicos se deben al género, la clase la raza de las personas, será preciso remediar mediante políticas específicas las desventajas que allí concurren. La situación de inferioridad de las mujeres será sobrepasada sobre todo por una decidida promoción laboral y acceso a las oportunidades sociales, tal como ocurre con su participación política. Esta es una empresa de dimensiones mayúsculas

dado el universo de las personas afectadas, sin embargo, habida cuenta de la condición cultural de México, es de esperarse el mejoramiento de la condición femenina redunde en el mejoramiento generalizado de las familias y la infancia.

Por cuanto hace a la discriminación por clase y raza, en México las dos parecen confundirse en la cuestión de los pueblos indios, donde hasta ahora priva la trampa aparentemente insoluble que plantea dos alternativas extremas: la incorporación de la población india a la homogeneidad de una sociedad de masas proletarias y urbanas con la consecuente pérdida de las identidades culturales, o la conservación de esas idiosincrasias con el costo de ponerse al margen de los beneficios de la sociedad moderna, a saber, en el servicio médico, la educación, la interacción cultural y científica, etc.

En este sentido, me parece que el ideal ético humanitario no debe verse como una tentativa de homogeneización cultural contraria a los valores tradicionales. Los mínimos marcados por un derecho de gentes aplicables a una sociedad bien ordenada serían válidos para los regímenes de las comunidades siempre que éstos satisfagan la búsqueda del bien común, conforme a sus modos propios y de buena fe.

Los bienes primarios no forman un listado único y universal, sino acomodado a cada nación y para nuestro caso incluyen por tanto las garantías individuales reconocidas en la legislación mexicana así como el acceso a las oportunidades y cargos públicos y privados que hasta ahora no tienen ningún procedimiento establecido explícitamente. Si bien en las instituciones públicas se encuentran los comienzos de una reglamentación acerca de las funciones de los empleados y un sistema de reconocimiento a los méritos con exclusión de la arbitrariedad, éste adolece de los impedimentos de una operación burocrática, en el mal sentido de la palabra.

Pero en las organizaciones privadas no hay en la gran mayoría de los casos, ni siquiera los comienzos de un sistema justo de distribución de las oportunidades y cargos. En la cultura empresarial mexicana priva todavía de manera indiscutida el concepto de la propiedad, no privada sino absoluta, de la empresa, y apenas hay reglas positivas tuteladas por el estado, las cuales son vistas como enemigas de la gestión empresarial y como reductos del poder sindical.

Dado el mayor protagonismo económico y social de la iniciativa privada, es necesario que se impulse un cambio cultural dentro de las empresas que les lleve a una renovación de las prácticas y los valores de las empresas que sea más conforme con los derechos humanos. La completa discrecionalidad de la operación empresarial debe cambiarse hacia una ciudadanización de todas las organizaciones productivas con la pertinente democratización de las oportunidades y el destierro de la arbitrariedad de los propietarios y las gerencias.

Para la mayoría de las personas el acceso a la cultura y la autoestima, por no decir los bienes de subsistencia, está mediado por el acceso al empleo. Dadas las condiciones económicas actuales, no es previsible que el Estado asumirá la responsabilidad de crear esos puestos de trabajo, sino que serán las iniciativas de los particulares las encargadas de hacerlo. Por eso, para hacer efectivo el disfrute de los bienes primarios, es necesario un cambio en la cultura empresarial en relación con el trabajo y el entorno social.

Desde un punto de vista moral, la educación estaría dirigida al empleo pero también a la autoestima. Y las empresas deberían estar dirigidas a la satisfacción más eficaz de ñlas necesidades comunes, por lo menos tanto como ala rentabilidad privada para los

propietarios. De ese modo, el éxito de las empresas redundaría en el éxito de los trabajadores y de la sociedad en su conjunto.

Como una transición de ese tipo no se dará espontáneamente ni fácilmente, es preciso identificar las voluntades que ante todo se deben empeñar en tal movimiento de transformación. En primer lugar, las instancias de gobierno interesadas en el mundo laboral y en el fomento de las actividades productivas; asimismo, las encargadas de la educación. Las que llevan a su cargo la atención médica no estarían tan inmiscuidas con un cambio cultural y su trabajo es más bien asistencial y preventivo, al cual por otra parte es necesario conceder mayores recursos. En segundo lugar, las organizaciones gremiales y empresariales que tienen alguna autoridad delante de las organizaciones productivas. Igualmente, los sindicatos, que previamente librarán la batalla de limpiarse de la corrupción, aunque esto no excluye a los otros agentes. En este punto hay que reconocer la ayuda que pueden prestar las organizaciones civiles, de amplísimo espectro, para la promoción de una serie de prácticas distintas a las actuales, fincadas sobre un nuevo pacto de justicia social.

Capítulo aparte merecerían las organizaciones especializadas en la promoción y defensa de los derechos humanos, tanto las oficiales como las no gubernamentales, y por eso solamente las menciono aquí para que quede dicho que el desarrollo de instituciones que tutelen y promuevan nuevos horizontes éticos es una condición necesaria para que se geste una diferente cultura.

Hay una multitud de prácticas que pueden ser propuestas, pero el punto de partida ya queda dicho: una sociedad decente inexcusablemente tendrá como su primer deber la justicia y ella, en el caso nuestro, no puede limitarse a la vigencia de las garantías civiles y políticas (que ni aun esas han quedado satisfechas, ni lo podrán ser si se las concibe aisladas del resto de las metas de un buen gobierno), sino que ha de extenderse a la provisión por parte de la sociedad de los bienes primarios que requiere una vida digna dada nuestra cultura, a saber, educación básica eficaz para todos, hasta por lo menos la secundaria; capacitación laboral útil y relevante según las áreas más importantes de la actividad económica; participación real en la vida de las comunidades rurales y urbanas, a través de las diversas formas de organización ciudadana; acceso a la atención médica generalizada; acceso a la alimentación mínima para la subsistencia libre de enfermedades y el respeto en pie de igualdad garantizado jurídicamente a todas las formas de vida honradas, extendiendo esta protección a las minorías culturales, religiosas, de orientación sexual, ideológica, etc.

Bibliografía

Rawls, John, *Teoría de la Justicia* (esta obra se cita por la edición mexicana (TJ), 1997, Fondo de Cultura Económica, México).

Rawls, John, *Liberalismo Político* (esta obra se cita por la edición mexicana, 1995, Fondo de Cultura Económica, México).

Rawls, John (1998); "El derecho de gentes", en Shute, S. (ed.), *De los derechos humanos*, Trotta, Madrid.

Rawls, John (1999); *The Law of Peoples*, Harvard University Press, Cambridge.

Vallespín, Fernando, (2000); “El neocontractualismo”, en Victoria Camps (ed), Historia de la ética, Crítica, Barcelona.

Gargarella, Roberto, (1999); Las teorías de la justicia después de Rawls, Piados, Barcelona.

Beuchot, Mauricio (1999); Derechos humanos. Historia y filosofía, Fontamara, México.

Rabossi, Eduardo (1993); “Los derechos humanos básicos y los errores de la concepción canónica”, en Revista del Instituto Interamericano de Derechos Humanos, número 18, Buenos Aires.

Rabossi, Eduardo (1997); “Las generaciones de derechos humanos: la teoría y el *cliché*”, en Lecciones y ensayos, núm. 69-71.

La influencia del modernismo y posmodernismo en el sentido religioso de la vida

Por Dr. Guillermo Mañón Garibay

Presentación

La tesis de este trabajo es mostrar cómo la modernidad y posmodernidad han influido en la religión (o más bien en el sentido religiosos de la vida) desintegrando el sentido social y colectivo del hombre.

La religión es en la modernidad, y sobre todo posmodernidad, una cuestión de cada cual y con la que cada cual debe lidiar individualmente. La pregunta: qué es religión y cómo debe ser vivida, es cosa absolutamente personal donde nadie (ni iglesia, Estado, sociedad e incluso doctrina y dogmática) tiene injerencia posible. Desde esta nueva perspectiva hay que reformular el sentido religioso de la vida y de la religión misma.

La era moderna - en el sentido de Th. Adornoⁱ - está caracterizada por la "atomización" de las estructuras sociales. Éste entendió la modernidad como la corriente del pensamiento que desintegró las estructuras colectivas y las reemplazó por la combinación infinita de posibilidades individuales. De esta manera, si en el pasado la religión fue la razón de la socialización y cohesión de las estructuras sociales o colectivas (que precedía a cada individuo); ahora pasa a ser lo contrario: un producto individual. El individuo fabrica su propia religión para establecer desde ella su propia forma de integración social. Esto es evidentemente algo nuevo, porque ni los críticos más acérrimos de la religión, como L. Feuerbach, dirían que la religión es un producto individual para establecer una forma de socialización personal. No obstante que élⁱⁱ afirmó que la religión es un producto de la necesidad humana, pero necesidad colectiva y de colectivización.

Esto es interesante, porque en la era moderna no existió una sola sociedad occidental completamente secular, y hoy día (en la era posmoderna) tampoco; si bien el sentido religioso de la vida es completamente distinto. Por eso, creo puede preguntarse con sentido por qué le resulta al hombre de la sociedad secularizada (sobre todo de la posmoderna) tan difícil aceptar el sentido esencia de la religión para sus vidas; i.e. participar en común de una visión global del hombre y su mundo.

El problema de la religión en la disolución de las relaciones con el todo

El filósofo político Z. Baumannⁱⁱⁱ ve en la posmodernidad el fin del compromiso unitario social. Sólo la diversidad de proyectos individuales y sus posibles redes de conexión ofrecen alguna posibilidad de cohabitación y entendimiento. Por eso, pienso que un síntoma del posmodernismo es que todo proyecto social y colectivo está comenzando a desaparecer; con la consecuencia que nadie ejerce sobre el individuo el derecho a decirle qué es lo que hay que hacer por él y los demás. Esto es un derecho exclusivo del individuo mismo. Ciertamente, con esto se ha ganado una mayor libertad frente a las instituciones, pero con menoscabo de su responsabilidad frente a la colectividad.

El signo de nuestros tiempos posmodernos es la pérdida de una visión común, de un plan o proyecto de sociedad colectivo o de una explicación general del universo y de la importancia de las relaciones históricas de nuestros tiempos y los pasados.

Con la consecuencia práctica de la pérdida de vínculos sociales, familiares y religiosos.

Para rastrear en la historia el comienzo y desarrollo de esta tendencia tenemos que remontarnos hasta Descartes y el nacimiento de la era moderna. Lo que deseo explicar es el origen de las tendencias individualistas que caracterizan a la época posmoderna y menoscaban el sentido religioso de la vida.

El camino hacia la individualidad

Primeramente, la época moderna se caracteriza por tres cosas:

- 1) Por usurparle al mundo su carácter de realidad dada (i.e. ontológicamente establecida independientemente del sujeto cognocente), y transformarlo en una realidad por construir.
- 2) Por poner en el centro de la certeza al sujeto.
- 3) Por dividir el cuerpo y espíritu del hombre en dos sustancias distintas: una sustancia pensante y otra sustancia extensa, destacando la relevancia epistémica y ontológica de la primera.

Estos tres puntos revolucionaron el paradigma de explicación científica, rompiendo con la visión aristotélico-tomista (por no decir simplemente religiosa) del mundo^{iv}. Cuando Galileo a través de sus observaciones telescópicas, y continuando la línea de investigación de N. Copérnico y J. Kepler, prueba que la tierra gira al rededor del sol, no sólo resquebrajaba la visión del mundo ptolemaica, sino además, resquebraja la autoridad de la iglesia que había intentado fundamentar su dogmática sobre el paradigma científico de la antigüedad. Ptolomeo y su visión de la tierra como centro de universo *probaba*, de alguna manera, que aquí se hubiera revelado Dios a los hombres, así como también que el hombre, cima de la creación divina, la habitara. También el hombre obtenía su significado e importancia desde esta visión donde lo precedía Dios, con primacía ontológica, y el mundo, con primacía temporal, estableciéndose relaciones claras del primero con los otros dos. Pero cuando esta pléyade de científicos renacentistas establecen que el espacio es infinito, que la tierra no es el centro del universo, sino un planeta entre otros muchos, entonces desaparece también la forma tradicional de unión o filiación de los hombres con el todo.

Desde la ciencia moderna el mundo se concibe como una **máquina**, que opera a la perfección independientemente de un creador, completamente **cognoscible** por la razón humana, y, por tanto, libre de dogmas y misterios necesitados de interpretación religiosa. A lo que habría que agregar algo de mayor importancia para el asunto de este trabajo, a saber; que la piedra angular del ser y del conocimiento se deslizó del objeto al sujeto: El hombre se convirtió en la medida de la verdad y certeza del conocimiento. Descartes inaugura la época moderna poniendo en el centro de la verdad y certeza del conocimiento al hombre (sujeto) mismo y no más a la realidad (objeto de conocimiento). Con esto, no sólo se cambia el valor ontológico del sujeto y el objeto, sino además el valor del conocimiento mismo: de ser un conocimiento del mundo, pasa a ser un conocimiento del hombre o sujeto cognocente. A partir de la era moderna, el hombre será lo dado, el principio de realidad desde el cual se medirá la verdad y certeza del conocimiento del mundo.

Con esto, se comienza a destacar el valor del individuo por encima de la realidad compartida.

La nueva visión de la ciencia moderna no sólo estableció nuevas prioridades epistémicas y ontológicas, sino también olvidó la relación del hombre con el todo y afirmó el valor del individuo en sí mismo. Mientras que el paradigma antiguo de explicación científica tenía como tarea subsumir un evento individual dentro de su especie general, i.e. encontrar la relación del individuo con el todo, la ciencia moderna, desde Descartes, no estará dirigida a dar razón de la totalidad del universo. La ciencia moderna estará especializada en campos de conocimiento, tratará de explicar su casuística interna, estableciendo ciertamente leyes generales que expliquen fenómenos particulares, pero con la intención final de llegar al dominio de la naturaleza y no a la explicación de ésta como un todo. El prurito de dominar la naturaleza por el conocimiento científico, marca el comienzo de la subordinación de la ciencia a la técnica y del interés por el conocimiento por su uso y utilidad, en lugar de la posibilidad de unirnos con la totalidad. Otra cosa sucedió en la edad media, donde se subordinó el saber científico particular (las 7 artes liberales) a la teología y, por tanto, a la búsqueda de la relación con el todo.

En este sentido habló el sociólogo Weber^v sobre la **desmitificación** del mundo. El mundo no es más un misterio contemplable, abarcable desde el mito, sino descifrable y utilizable por el conocimiento científico.

Tendencias individualistas promovidas por la iglesia.

A lo largo de los siglos, desde el XVI hasta la actualidad, ninguna iglesia (cristiana) ha sabido enfrentar el avance de esta visión científica y ofrecer una alternativa (basta con recordar el **Syllabus** de Pío IX). Más aún; en la historia de la iglesia, partiendo sobre todo de la Reforma, se pueden ver claramente estas tendencias individualista que hoy caracterizan la época posmoderna.

Para el teólogo y filósofo de la religión Paul Schütz^{vi} el protestantismo tiene culpa en la sobrevaloración del sujeto (de su individualidad) frente al mundo. Él critica la Reforma, porque puso en el centro del interés teológico al sujeto (creyente) desplazando a la iglesia (colectividad), e incluso al evangelio mismo. Ciertamente que lo que pretendía Martín Lutero con esto era recuperar los derechos del creyente frente a la institución eclesiástica, pero al precio de convertir al sujeto en la piedra de toque de la fe auténtica. La cuestión principal del catecismo luterano es la de saber cuando la fe es la fe en el Dios verdadero; Lutero^{vii} respondió: el criterio lo es el creyente y su fe sincera. Un criterio absolutamente subjetivo à la Descartes y que le otorga una primacía al individuo frente a Dios y el mundo.

También Lutero excluyó a la iglesia de los asuntos públicos con su doctrina de los dos mundos. Debido a la sangrienta represión de la rebelión campesina en Alemania, instigada en gran parte por la Reforma en contra de los príncipes feudales, afirma Lutero^{viii} que los reyes deben ocuparse de la política, y la iglesia sólo de las cosas divinas. Con esto sustrajo a la iglesia de las cuestiones mundanas y de la adecuada relación del hombre con ellas, con la consecuencia nefasta de algunos movimientos protestantes europeos (como el calvinismo) que negaron cualquier relación sana con las cosas del mundo y prohibieron el gozo de cualquier cosa: música, bebida, sexo, etc. Además, sin política, ni naturaleza no le quedó a la iglesia

más que ocuparse del alma o subjetividad del hombre: la religiosidad sólo habita en su subjetividad. Con esto la iglesia da un paso también en la consideración del individuo como la realidad por excelencia y no más al mundo y la relación de éste con el hombre.

Resumiendo: podemos ver que la ciencia moderna fija una tendencia individualista al hombre al desvincularlo de su entorno. La ciencia se aboca al problema de la conexión (causal) entre sucesos naturales, sin interesarse por la conexión de estos con el hombre. El resultado es la escisión del hombre en dos substancias (mental – corporal) incomunicadas, que convierte al hombre en un microcosmos cerrado e incomunicado (monada). Por otro lado, la iglesia no hizo nada distinto, sino que se vio también precisada, ante la autoridad de la ciencia y su discurso sobre el mundo, a reducir su ámbito de interés a la subjetividad del hombre, sin tomar en cuenta el mundo y los vínculos con el hombre. De esta forma, la iglesia misma fue menoscabando el sentido religioso de su misión. Karl Bahrt^{ix} y Bohnhöffer^x han hablado ya de la división o separación del cristianismo y la religión. Para Bahrt^{xi} el cristianismo no es más una religión, porque la religión siempre ha sido el marco que envuelve al individuo y al cosmos entero, ordenando y relacionando desde las cosas individuales nimias hasta la sociedad entera en una estructura única. Hoy día el cristianismo no está unido como religión a la cultura de un pueblo, sino a la subjetividad de cada individuo.

Actualmente, la secularización y desmitologización de la sociedad (entendida como tendencia individualista) nos lleva a no saber cuál es el sentido religioso de la existencia y a preguntarnos sobre su sentido o función cuando ésta no juega más el papel de unir al individuo con el todo.

La discusión sobre la modernidad y posmodernidad

La posmodernidad continuaría el proyecto de la modernidad, o sea fundar la existencia del hombre en la razón. Pero con un distintivo particular: el posmodernismo es la afirmación del pluralismo racional y la renuncia a una explicación general y totalizadora del mundo. La posmodernidad se propone terminar con las pretensiones positivistas fundadas en la razón de desarrollar el conocimiento sobre una línea de evolución permanente hasta llegar a una verdad.

Si la modernidad fue (en la interpretación de Panajotis Kondylis en su libro *Der Niedergang der bürgerlichen Denk- und Lebensform*) la época de la razón ilustrada en oposición a la razón dogmática, para afirmar la autonomía del hombre concibiéndose desde sí mismo, y no más desde Dios, la posmodernidad será la época que renuncia a la gana universalizadora de la modernidad de una sola razón. El mito de una sola racionalidad y de una sola lógica de evolución científica fue derrumbado en el siglo XX por K. Popper, mediante la *falibilidad* como criterio de científicidad, y por Th. Kuhn, a través de su explicación de la evolución científica por sustitución de paradigmas.

El posmodernismo es, primeramente, crítica al racionalismo, rompiendo con la creencia que la evolución humana dimana de forma racional. Ciertamente, Freud había llamado la atención sobre el hecho que a la base del comportamiento humano se encuentran impulsos irracionales. No obstante, él no abandona el ideal de la ciencia moderna, ya que pretendió, mediante el psicoanálisis, remediar esta

situación al racionalizar, o concienciar, las experiencias de cada individuo. La posmodernidad querría hacer ver la ilusión moderna, desmontando la razón en todas sus múltiples posibilidades o racionalidades. Según esto, la razón no puede ser más el punto de unión de la subjetividad de todos los individuos. La consecuencia es una pluralidad de estructuras de vida que desembocan en el individualismo.

De este individualismo (o de la pérdida de vínculos y estructuras que comuniquen al individuo con su entorno) comienzan a surgir los malestares de la época moderna y posmoderna. Heidegger habla de la existencia como una pérdida de hogar, pérdida de vínculos con lo absoluto

(Zeit des Weltbildes). Y también en este sentido entiende el existencialismo francés la náusea existencial. El hombre ha destruido a Dios, y es *castigado* con el tormento de **Sísifo**; el sinsentido de su tarea es el de su existencia vivida sin la conexión con el absoluto.

Ciertamente que la psicología trato de curar estos malestares y restituir los lazos de unión en forma sana. Pero la psicología tomó la subjetividad del hombre aislada, considerando sus problemas como desajustes internos^{xii}. La falta de una concepción unitaria hace perder al hombre su orientación al no tener forma de construir su identidad. El resultado no puede ser otro que el estrellarse en la incertidumbre.

Si la religión es la propuesta de unidad y unicidad absoluta, entonces ésta no encuentra ningún lugar en la sociedad posmoderna. La pérdida de vínculos culturales que mantienen la unidad expresiva y normativa de la sociedad provoca la atomización del sujeto. Con la desaparición de todo vínculo unitario en la sociedad posmoderna, aparece la religión como sospechosa (en su carácter unitario e unificador). Cuando la vida se le presenta a cada sujeto como composición personal, entonces nadie hará excepción de la religión. La religión también está sometida a los principios individualistas del hombre.

Conclusión

El psicólogo de la sociedad Heiner Keupp en su libro *Zugänge zum Subjekt*, (así como también tiempo antes Wolfgang Welsch, 1990, S. 196) se interesa en la posmodernidad por su crítica a la modernidad; crítica que consiste en separarse definitivamente de los absolutos y por una afirmación de la pluralidad. Pero ¿cómo debe ser entendida esta afirmación de la pluralidad?

C. G. Jung^{xiii} negaba que los europeos pudieran practicar seriamente yoga, porque esta disciplina se encuentra fuera de sus vínculos y estructuras sociales y, por tanto, de sus posibilidades de comprensión. Pareciera, entonces, que la pluralidad de concepciones nos deja, sin embargo, fuera de la comprensión tanto del todo social como del comportamiento individual. En el caso de las religiones misioneras, tienen que enraizar en la cultura del pueblo, en su estructura y sistema de interacción social, antes de ser aceptadas o asumidas. No es posible separar las prácticas religiosas (y no religiosas) de sus conexiones culturales. Y cuando así sucede, entonces los vínculos que sustituyen a los sociales serán únicamente los del mercado. Esto es: la religión será introducida y consumida en la sociedad como un producto más del mercado. Y cuando el mercado se apodera de la religión y la

convierte en un producto consumible según el deseo de cada comprador, entonces se pierde el verdadero sentido de la religión.

El ateo declarado Günther Anders afirma en su libro *Die Antiquiertheit des Menschen* que el poder destructivo de las armas nucleares tienen un impacto tal en la sociedad que se han vuelto una especie de *religión negativa*, por cuanto que desde ellas y por ellas vuelven a tener lugar las preguntas por el sentido último de la vida, que en el pasado eran planteadas por la religión.

Bibliografía

- ¹ Adorno, Th., Gesamte Werke.
- ¹ Feuerbach, L., Das Wesen der Religion.
- ¹ Baumann, Z., Der Mensch an der Schwelle des Postmoderne.
- ¹ Kuhn, Th. La Revolución Copernicana.
- ¹ Weber, M., Religiösen Essays
- ¹ Schütz, P., Reformation.
- ¹ Luther, Martin, Gesammelte Schriften.
- ¹ Bahrt, K., Werke.
- ¹ Bohnhöffer, Schriften zur Religion
- ¹ Jung, C.G., Sämtliche Werke.

ⁱ Adorno, Th., Gesamte Werke. S. 231.

ⁱⁱ Feuerbach, L., Das Wesen der Religion. S. 122.

ⁱⁱⁱ Baumann, Z., Der Mensch an der Schwelle des Postmoderne. S. 52.

^{iv} Kuhn, Th. La revolución copernicana.

^v Weber, M., Religiösen Essays

^{vi} Schütz, P., Reformation. S. 65.

^{vii} Luther, Martin, Gesammelte Schriften. S. 211.

^{viii} Luther, Martin, Gesammelte Schriften. S. 110.

^{ix} Bahrt, K., Werke. S. 342.

^x Bohnhöffer, Schriften zur Religion. 189.

^{xi} Bahrt, K., ebenda.

^{xii} Por otro lado, también puede mencionarse al marxismo, que pretendió ocupar el lugar de la religión, esto es; restablecer las relaciones del hombre con su entorno de forma adecuada. Pero erró, porque la enajenación del hombre no era una consecuencia del desarrollo capitalista, sino de la visión del mundo formado desde la ciencia y su consecuente pérdida de relaciones del hombre con su entorno.

^{xiii} Jung, C.G., Sämtliche Werke. S. 456.

Social Autopoiesis: Articulating Ethical Spaces

Keith C Pheby

Department of the Humanities
ITESM
Ciudad de Mexico
2001

Introduction : An Ethics for the 21st Century

Another justice, another movement, another space time. A questioning of the nature of boundary and identity, of enclosure and division and, *inter alia*, of the ethics of space and the space of ethics. We need to recover what Deleuze has called the *nomadic trajectory* which 'does not fulfill the function of the sedentary road, which is to parcel out a closed space to people, assigning each person a share and regulating the communication between shares.'¹ We need to overcome the segmentarity that surrounds us in every facet of our lives, despite the promises of neo-liberals and their dream of a global community. Perhaps, Doris Lessing has expressed this the most poignantly,

*I was seeing a map, a chart, of a certain way of thinking....this was a way of thought, a set of mind, made visible. It was the mind of the Northwest fringes, the mind of the white conquerors. Over the variety and change and differentiation of the continent, over the flows and movement and changes of the earth - as vigorous as that of the air above, though in a different dimension of time - was the stamp of rigidity.*²

And all of this despite the impact of the information and communication technologies that are transforming the social processes of the West. All of this despite the opportunities for community opened by the virtual world of the internet. What is lacking is an ethical vocabulary that can accommodate the diverse existing systems of modelisation that are producing the human subject at the beginning of the 21st century. An optimism concerning the possibility of a new social cohesion emanating from the virtual world is emerging. Is this justified, or rather, will the new ICTs lead to increasing fragmentation - polarising the divide that already exists between the 'developed' and 'developing world'? What of the questions raised by genetic engineering, bio-technology, nano-technology and other micro interventions into the constitution of the self? What is the fate of personal identity in this techno-social milieu? Answers to these questions will not be forthcoming from anachronistic ethical systems which cannot cope with the radical restructuring of the social processes which circumscribe the production of subjectivity.

However, given the appropriate conditions, and an active citizenary, the 21st Century could see symmetric reciprocity emerging as the new socio-political arrangement, affecting all levels from the family to political decision making through an intricate and

¹ Deleuze and Guattari, *A Thousand Plateaus*, trans. B. Massumi, Minneapolis University Press, 1987, p. 381.

² Doris Lessing, *The Sirian Experiments: The Report by Ambien II of the Five* (London: Flamingo Harper Collins), 1994.

complex relationship of cultures, peoples and states. Notions of mutuality, of mutual respect for others and for difference and diversity can be seen as a necessary precondition for any ethical system. However, it would be idealistic to believe that there are no obstacles to achieving ethical social systems! One of the most pervasive is the predominance of anachronistic socio-political structures. Another is the fact that most of the philosophical debate between competing ethical systems, each claiming universality, appears remote and irrelevant to the complexity of social and economic life. No ethical discourse will engender its concretisation in intitutional life unless the concrete advantages of a strategy implied by that discourse can be made manifest. The concept of mutual causality characterises intersystemic relations at all levels and this suggests that ethical interventions at one level will have a ripple effect, affecting the entire inter and intrasystemic domain. The focus here will be on the institutions of civil society, that is on public and private organisations and in what follows several distinct trajectories will be deployed from the disciplines of philosophy, biology and sociology in an attempt to craft a vocabulary for enacting ethical systems. The dominant motif is that of *autopoiesis* and we will explore this notion through the work of Maturana, Luhmann and Guattari.

The ethical vocabulary deployed here will not be based either on the *autonomous subject*, nor on *time independent normative values*. As I have argued elsewhere³ the majority of ethical systems are premised on the assumption of individual responsibility. Inherent in this view is the belief that obligations and rights accrue primarily to autonomous agents. Already in place is the belief, which will be critiqued here, that subjects are *externally* rather than *internally* related (in the sense of inhabiting a shared context, a common life-world). Typically, morality is defined by its alienated character; it is usually expressed as a set of external requirements to which the individual must conform. Thus, there will be no recourse to an ethical tradition (the main proponents of which are Utilitarianism and Deontology) which privileges any variety of moral absolutism which, as far as the institutional context is concerned, is either unworkable or irrelevant.

Given that societies are dynamic systems, the domain of values to which they give rise cannot, by definition, be transcendent. However, the fact that this domain is subject to the vagaries of time, in no way diminishes its capacity to produce an ethical response. What is required is a coherent account of the relationship between systems, public or private, and their domain of ethical responsibility. The institutions of civil society can be seen as sites for the development of moral agency in society at large. ⁴ This project is quite different from the mere application of ethical principles, developed from within the domain of professional moral philosophy to institutional life.

Ethical life, that is, cannot be accomplished if the systems of civil society are restrained to act only within a limited commercial sphere. But what if, under the conditions of

³ Keith C Pheby, 'The Psychological Contract: Enacting *Ethico-Power*,' a contribution to *Business Ethics*, Routledge, 1997.

'Ethico-Power and the City', a contribution to *Ethics and Empowerment*, Macmillan, 1999

'Transduction, Recursive Logic and Identities of the Self,' in collaboration with Raul Espejo, *Systemica* vol. 12, Amsterdam, 1999

⁴ Keith C Pheby, "The Psychological Contract: Enacting Ethico-Power" opp.cit.

postmodernity, civil society is rethought, transfigured, to incorporate the role that, under the conditions of modernity, was exclusively the responsibility of the state? However, we are in danger of an extreme naiveté if we present civil society at the beginning of the 21st century as a benign force in the service of ethical life! One would be hard pressed to convince all but the most sanguine citizens of the post-industrial West that multi and trans-national corporations are 'the firm foundation not only of the state but also of the citizen's trust in it and sentiment towards it.'⁵ And as for being the 'pillars of public freedom'...? Yet, while the power of the multinationals is great, they do not totally dominate civil society. The countervailing power of NGOs, syndicated co-operatives and politico-economic federations gesture towards the possibility of alternative organisational structures and structural groupings. Civil society, even though dominated by multinational corporations, has within it elements of ethical import; that is, organisational places for nurturing democratisation, community, etc., the seed beds for the radical restructuring of civil society itself. Even within some multinational corporations themselves there are, at least as far as their internal structures are concerned, examples of inherently democratic forces at work. Many large institutions have been forced to shed their centralised, bureaucratic structures and while the motivation for this is prudential rather than ethical, the ethical spin-offs have been far from negligible.

However, this has entailed where it has been successful, a radical re-thinking of the distribution of power and information. There is an inextricable connection between the way that information flows or is blocked within an institution and the way that power circulates. The importance of what we might call 'multi-dimensional' communication, consisting of all necessary flows with stakeholders is stifled by bureaucratic structures. Chaotic markets may have necessitated the need to overcome bureaucratic tendencies, to diffuse the control of the centre, but in doing so they have allowed the development of a variety of institutional designs, some of which can be translated into general educational processes for the enhancement of civic responsibility. However, this will only take place if our concept of ethical life is coupled with a productive construal of power and the development of the systems to release it.

One experiment which embraced these precepts was Guattari's restructuring of the La Borde clinic. It demonstrated the ethico-political root in the production of subjectivation. Guattari insists that 'individual subjectivity cannot be separated from the collective arrangements of subjectivity-production; these arrangements involve micro-social dimensions....'⁶

What we aimed for through our multiple activities, and above all through the assumption of responsibility with regard to oneself and to others, was to be disengaged from seriality and to make individuals and groups reappropriate the meaning of their existence in an ethical and no longer technocratic perspective. It was a matter of bringing forward the sort of activities that favor an assumption of collective responsibility and yet are founded on a re-singularization of the relation to work and, more generally, personal existence. The institutional machine that we positioned didn't simply remodel the existing subjectivities, but endeavoured, instead to produce a new type of subjectivity... Not only did they [the supervisors] familiarize themselves with the

⁵ Hegel, G.W.F., *Philosophy of Right*, Para.265

⁶ Felix Guattari, *Chaosology*, ed Sylvère Lotringer, Semiotext[e], 1995, p. 207.

world of madness (as the Labordian system revealed it to be), not only did they learn new techniques, but their whole way of seeing and living was modified. More specifically, they shed that protective armor with which so many nurses, educators, and social workers guard themselves against an alterity that unsettles them.

I am arguing that the institutions of civil society can provide the framework for development of the ethical self, if they were to undergo a certain type of reconfiguration; what Guattari would call metamodelization. This would allow for a pluralising of the settings for the release of new expressive capacities and thus discovering in the process a new relationship with the world. It is partly the seriality⁷ that is indicative of life in the context of late-capitalism that is responsible for a sedimented fragmentation of culture. As Guattari notes

Already in archaic societies, myths and initiation rites work to mould the subjective positions of each individual within age group, sex, function, race. In developed industrial societies, one finds the equivalent of these systems-of-entry in subjective arrangements, but under standardized forms producing nothing more than a serialized subjectivity. The "fabrication" of a subject now passes through a long and complicated process involving the family, school, "machinic" systems (like TV, media, sports, etc.).⁸

As we have stated above the institutions of civil society can be seen as having the role of educating individuals to recognise their essential interrelatedness. But contemporary civil society alone cannot bear this burden without radical restructuring. Hegel's belief that community is built into each and every one of us, that is, in our individuality, cannot be sustained when faced with an increasingly global, depersonalising and alienating society. We need a new conception of civil society as an educative network for the production of ethical life. It is necessary to develop a form of responsibility as an essential moment in the life of the citizen. The precise nature of the institutional structures of the 21st century still remains open, although certain trends or tendencies do seem to be becoming apparent. De-bureaucratisation, flattened hierarchies, flexible workforces, tele-working etc., within an arena of global trade have displaced many of the securities of modernism. The solidity of wealth based upon property and mass-production are giving way to the far more ephemeral and unstable opportunities offered by the knowledge society. In the face of these trends the prospect of a substantive idea of social cohesion is in the balance. One thing is certain, the fragility of social structures in the age of advanced liberal democracy calls on every citizen to respond, to become responsible, to become active. The decentred institutions of the 21st century and the decentred communities that might support them have the potential (however remote that might seem at present) for increasing an awareness of the importance of mutuality and co-dependency: the basis of this conception of ethical life. If this were to take place then we might be able realise Guattari's dream.

One can only dream of what life could become in urban areas, in schools, hospitals, prisons etc., if instead of conceiving them in a mode of empty repetition, one tried to redirect their purpose in the sense of permanent, internal re-creation.⁹

⁷ Sartre defines 'seriality' as the repetitive and empty character of a mode of existence arising from the way a practico-inert group functioned.

⁸ Felix Guattari, *Chaosophy*, opp. cit., p. 195.

⁹ Ibid., 193-94

Interpenetrating Trajectories

I am arguing that a radicalising of the concept of autopoiesis, as adumbrated first by Maturana and then by Luhmann (although with quite different intentions!) can open a conceptual possibility space for the emergence of the symmetric reciprocity noted above and thus a radically new ethical vocabulary. According to Maturana and Varela a unity is autopoietic if it fulfills the following criteria:

- The unity has identifiable boundaries (via interactions).
- There are constitutive elements of the unity.
- The unity is a mechanistic system, that is, the components properties are capable of satisfying certain relations that determine in the unity the interactions and transformations of these components.
- The components that constitute the boundaries of the unity constitute these boundaries through preferential neighborhood relations between themselves, as determined by their properties in the space of their interactions.
- The components of the boundaries of the unity are produced by the interactions of the components of the unity, either transformation of previously produced components, or by transformations and/or coupling of non-component elements that enter the unity through its boundaries.
- All the other components of the unity are also produced by the interactions of its components.¹⁰

However, before turning to our discussion of whether we can derive a systemic ethics from the concept of autopoiesis it is first necessary to address two problems highlighted by Randolph Whittaker,¹¹ facing anyone attempting to apply the concept of autopoiesis to social systems in general, let alone to ethical social systems. The first area of concern is how we can use a theory (that of Maturana and Varela), which emphasises the central role played by an observer, if we argue, along with Luhmann¹² that such observers are irrelevant? How can we and Luhmann argue 'that society is an autopoietic network of communications abstracted from communicators and devoid of observers to observe it?'¹³ In describing the system in terms of its operational characteristics, independent from the specific participants in that system at any given time, we must, it is argued, answer this question. The second problem concerns the insistence by Varela that an autopoietic system's production of its own components provides it with a 'topological boundary' delineated in the space in which it is realised; this condition, at least *prima facie*, is difficult to apply to social systems. More specifically, given that Luhmann has contended that the components of social systems are communications and not human beings, it is argued that he has not provided a comprehensive definition of the space in which his communications are manifested.

¹⁰ Randolph Whittaker, *Encyclopaedia Autopoietica*, Internet

¹¹ Randolph Whittaker, 'Autopoietic Theory and Social Systems: Theory and Practice', Internet

¹² Niklas Luhmann, *Social Systems*, Stanford University Press, 1995

¹³ Randolph Whittaker, *opp. Cit.*

What then are the possibilities open to us if we are to defend Luhmann's argument that social systems are autopoietic against his detractors? One approach might be to deploy the concept of autopoiesis but deny or extend Varela's construal of the notion. Another might be to complicate the idea of a bounded social space to include within it the necessary conditions for the possibility of autopoiesis. Lastly, we might need to re-think the nature of the human observer. I intend to adopt all of these trajectories in this paper. The first area of concern, noted above, is only a proper area of concern from the perspective of a metaphysical view of the observer qua human subject and a metaphysical view of language; that is the theory of representation which argues that signs get their meaning by representing an ontologically distinct referent.

Although it is true that for Maturana and Varela autopoietic systems are only such from the point of view of the observer that makes the distinction, I want to argue that the constitution of such an observer need not conform to the traditional picture of the human subject as a discrete rational agent. Luhmann could argue that individual subjects/observers are nothing but particular instantiations of the system of communication, particular sites of disclosure and not the points of origin of discrete acts of observation.

Maturana's Biology of Love and Luhmann's Improbable Communications

Foucault¹⁴ has pointed out, that the deconstruction of the *apriori* subject of metaphysics does not entail the loss of a *a posteriori* subject of practical action. I will go one step further in what follows in arguing that we can formulate a *practical apriori* for this a posteriori subject. As Mackin has pointed out

*Signs that are practically determinate may not be metaphysically determinate, so practical determination does not refute the deconstructive arguments of Derrida when they are applied to metaphysics. Practical determination does, however, undermine claims of those deconstructionists who misapply Derrida's method to questions of practical import.*¹⁵

The ethical vocabulary that I am attempting to craft in this paper, from a juxtaposition of Maturana's biology of love and Luhmann's improbable communications, relies on the presupposition that there is an inherent internal interrelation between subject and other/s whether that otherness is an individualised self or a collective. This I assume is not a particularly revolutionary posture; that sociality is constitutive of the self has a long pedigree in the history of ideas - from Aristotle to Marx. In fact, it is only due to the hegemony of Western advanced liberal democracy that it seems necessary to emphasise the point. The ethics that arose with neo-classical economics and continues to pervade social life is premised on the self as a disciplined, docile body which needs to be subjected to the force of a moral law if social cohesion is to be possible. This abstract, striated unit of utility, is then universalized to produce an equally abstract notion of society and ethical behavior within that society. This conceptual structure is the bedrock of modern

¹⁴ Michel Foucault, *The Foucault Reader*, Ed Paul Rabinow, New York, Pantheon Books, 1984

¹⁵ James A Mackin, Jr. *Community over Chaos: An Ecological Perspective on Communication Ethics*, The University of Alabama Press, 1997, p.49

democracy. Utilitarianism, in a variety of guises, still stands as the major ethical underpinning of representative democracy.

This economisation of the citizen finds ample theoretical support in much of the current writing on liberalism, neo-liberalism and 'advanced liberalism'. Habermas's view that politics involves more than a mere mediating function, that somehow it is a necessary condition for the possibility of society seems hopelessly anachronistic when faced with the predatory claims of the market. His version of the Hegelian *sittlichkeit* in which 'communities become aware of their dependence on one another and acting with full deliberation as citizens, further shape and develop existing relations of reciprocal recognition...' ¹⁶ must compete with the advanced liberal view which, under the guise of 'personal choice', reinforces the solipsistic tendency of the late 20th Century. A society ensues in which '...social work, as a means of civilization under tutelage, gives way to the private councillor, the self-help manual and the telephone helpline...' ¹⁷ As Nikolas Rose has argued, in advanced liberal democracies, 'individuals are to become - experts of themselves.' ¹⁸

In the hands of the neo-liberal, self-regulation becomes an alternative to what is seen as the excesses of the political realm. Whether for ideological or purely economic reasons, governance of the individual citizen by the state is gradually drawn back, throwing the individual citizen back upon his or her own resources. It is argued that this is an ethical moment in itself. Foucault has argued that government can be construed as 'a more or less methodical and rationally reflected "way of doing things" or "art", for acting on the actions of individuals, taken either singly or collectively, so as to shape, guide, correct and modify the ways in which they conduct themselves.' ¹⁹ As Burchell notes, in advanced liberal democracies, governance amounts to persuading the individual citizen to accept a new form of 'responsibilization' in which 'the governed are encouraged freely and rationally, to conduct themselves.' ²⁰

But if we deny the neo-classical economic viewpoint. Deny the premise that conflictual relationships are inherent to the nature of man. Reinterpret the relationship between self and other in terms of reciprocal bonding, then another form of responsibility and one not based on self-interest becomes the main ethical concept. Mackin has shown that the reciprocal bonding that I am arguing for can be more than a pious hope. Providing we avoid certain absolutes we can begin to build the necessary conditions for the possibility of the ethical relation. The concept of 'fuzzy phronesis' is an interesting gesture in this direction.

¹⁶ Jurgen Habermas 'Three Normative Models of Democracy' in *Foucault and Political Reason: Liberalism, neo- Liberalism and Rationalities of government*. Ed.by Andrew Barry, Thomas Osborne, Noklas Rose, UCL Press, 1996, p. 21.

¹⁷ 'Nikolas Rose Governing "advanced" liberal democracies' in *Foucault and Political Reason: Liberalism, neo- Liberalism and Rationalities of government*. Ed.by Andrew Barry, Thomas Osborne, Noklas Rose, UCL Press, 1996, pp.58-59.

¹⁸ Ibid, p. 59

¹⁹ Graham Burchell 'Liberal Government and Techniques of the Self' in *Foucault and Political Reason: Liberalism, neo- Liberalism and Rationalities of government*. Ed.by Andrew Barry, Thomas Osborne, Noklas Rose, UCL Press, 1996, p. 29.

²⁰ Ibid

Our failure of phronesis is a cause of the increased division and fragmentation in our communities. We cannot solve the problem by returning to some utopian ideal of a purely homogeneous community existing in our mythic past. ... Practical wisdom involves dealing with our situation - building community by integrating the voices that are relevant to public exigences, while recognising the diversity of private exigence. ... We should not assume that community is there to be found simply and easily, nor should we assume that community is impossible because it is complex and difficult to achieve. Fuzzy phronesis would warn us not to become victims of this false dichotomy. (131)

From Luhmann's perspective, at the heart of human subjectivity we encounter a kaleidoscope of surfaces variously interposed with patterns of communications which are not attributable to an individual consciousness. Collectivities of such subjects form to produce provisional patterns of interaction which allows us to speak of the social.

Society as a social system ... consists solely of communications and therefore as a system that can only reproduce communications by means of communications.²¹

We are thus faced with a re-definition of social space where the components are not individualised, atomised, discrete centers of consciousness - the metaphysical view, but patterns of communications which merely find expression within embodied human subjectivity and human activity. We need to understand the intelligibility of human activity, the observations of the observer and the act of observation not from the standpoint of an investigation of consciousness but rather, from an examination of what unifies the practices of the subject. The observer is thrown into a pre-disclosed world and functions within pre-disclosed structures. We are dealing with communication and time.

So, the main thrust of the argument presented here turns on the contention that the human subject should be construed as a multiplicity rather than a discrete identity.²² 'It' is always open to 'otherness' in its constitution. This encounter with alterity takes place in a domain of pure potentiality. This domain becomes a mode of connection for both the maintenance and the evolution of forms of human subjectivity. Human selves are provisional blocks of becoming. They are dynamic structures continuously recreating themselves under the influence of their own past states.

As Felix Guattari maintains

there is no univocal subjectivity...but there are ontologically heterogeneous modes of subjectivity, constellations of incorporeal Universes of reference which take the position of partial enunciators in multiple domains of alterity, or more precisely, domains of alterification.²³

All organisms are points of view in time and their structure is inherently tied to modifications imposed by their interaction with other organisms of the same type and

²¹ Niklas Luhmann, *Love as Passion: The Codification of Intimacy*, trans. Jeremy Gaines and Doris L. Jones, Stanford University Press, 1998.

²² As argued in Keith Pheby and Raul Espejo, "Transduction, Recursive Logic and Identities of the Self", *Systemica*, University of Amsterdam, vol. 12, 1999.

²³ *Ibid*, p. 45.

their general environment. The human subject is situated at the intersection of a whole gamut of socio-cultural and political formations. Guattari's construal of human subjectivity is transversalist. By fusing the self qua existential territory (its embodiment) with the self qua incorporeal universes (the self in its social aspect), determined by its structural couplings, the social becomes in a sense part of a living fabric, and thus autopoietic, with Luhmann's construal of communication as its mode of connection. Communication becomes the vehicle for the relation between the self, qua existential territory, and the incorporeal universes it inhabits or which inhabit it.

A particularly interesting passage from Guattari encapsulates this and also further strengthens our argument concerning the problem, mentioned in the Introduction, of providing a topological boundary for the social.

*Autopoiesis deserves to be rethought in terms of evolutionary, collective entities, which maintain diverse types of relations of alterity, rather than being implacably closed in on themselves. In such a case, institutions and technical machines appear to be allopoietic, but when one considers them in the context of the machinic assemblages they constitute with human beings, they become ipso facto autopoietic.*²⁴

Guattari is here offering a re-thinking of Francisco Varela's conception of *autopoiesis*, and radically complicating the distinction between the human subject qua living organism and society; the latter is now seen as an machinic assemblage, defined in terms of the relation between corporeal and incorporeal systems such as the following:

1. Signifying semiological components which appear in the family, education, the environment, religion, art, sport and
2. Elements constructed by the media industry, the cinema, etc.

Guattari argues that the subject "takes place" at the intersection of the semiotic productions of the mass media, informatics and telematics among others. 'Information and communication operate at the heart of subjectivity'²⁵ and thus 'Recognition of these machinic dimensions of subjectivity leads us to insist, in our attempt at redefinition, on the heterogeneity of the components leading to the production of subjectivity.'²⁶ The following figure is an attempt to elucidate what Guattari refers to as a 'pragmatic cartography' - mapping the production of subjectivity.

²⁴ Felix Guattari, *Chaosmosis: an ethico-aesthetic paradigm*, trans. Paul Bains and Julian Pefanis, Power Publications, Sydney, 1995, p. 40

²⁵ Felix Guattari, *Ibid*, p. 4

²⁶ Felix Guattari, *Ibid*

	Expression Actual (discursive)	Content Virtual enunciative nuclei (non-discursive)
Possible	Φ = machinic discursivity	U = incorporeal complexity
Real	F = energetico-spatio-temporal discursivity	T = chaosmic incarnation

The assemblage of the four ontological functions ²⁷

The functions **F**, Φ , **T**, **U** are described here as 'metamodelisers' to 'indicate that their primary purpose is to take account of the way in which the diverse existing systems of modelisation (religious, metaphysical, scientific, psychoanalytic, animistic, neurotic' form or inform processes of subjectivation. It is important for Guattari that what he refers to as 'schizoanalysis' does not choose one modelisation to the exclusion of another.

Schizoanalysis, rather than moving in the direction of reductionist modelisations which simplify the complex, will work towards its complexification, its processual enrichment, towards the consistency of its virtual lines of bifurcation and differentiation, in short towards its ontological heterogeneity.²⁸

These complexes of subjectivation, inasmuch as they conserve/preserve a provisional consolidation are autopoietic. As Guattari argues, 'within the diverse cartographies in action in a given situation, the pragmatic cartography 'tries to make nuclei of virtual autopoiesis discernible.'²⁹ The human subject is nothing other than these multiple strata of subjectivation. Society is an existential edifice composed of heterogeneous elements. The thorough interpenetration of 'living subjectivity' and the virtual universes which circumscribe it produces the topological boundary required to fulfil Varela's criterion of autopoiesis. The social sphere becomes a realm of possibilities for the formation of these provisional autopoietic systems.

We can defend Luhmann's argument that social systems are autopoietic by maintaining that the observer need not drop out of the picture but be reconstituted in terms of an autopoietic system of communication which is structurally coupled with value systems that inhabit it - the self/observer in its social aspect. The self/observer is always already implicated in the social and the social is always already embodied in the self/observer.

However, certain writers have been worried, unduly in my opinion, by the contention that communication or systems of communication can be theorized without there having

²⁷ Felix Guattari, Ibid, p. 60

²⁸ Ibid

²⁹ Ibid

to be any communicators.³⁰ But, as we have seen, a thorough contextualization of the subject and the breaking down of the traditional subject/object distinction does not imply the disappearance of the self qua communicator but merely complicates its relation to its spatial and temporal milieu. What is communicated and how it is communicated is dependent on the way in which the observer (communicator) integrates and differentiates the message from the noise which constitutes its general context. This in turn depends upon the observers position, the site s/he occupies within the system. S/he is both observer, subject and object etc., depending upon the position s/he occupies within an interlocking systemic reality of which s/he forms a part. In one sense, s/he is a point of view in time. But how to integrate these perspectives? How to ensure social cohesion while at the same time maintaining a respect for diversity? Mechanisms capable of generating transparency in communication, transparency of meaning, and trust are essential. As Mackin has argued

*Because we cannot know ahead of time what qualities will enhance the system, openness as a social policy supports a system's ability to adapt to changes. Decreased openness results in a more tightly coupled system. Because divergent views are suppressed, less information is available to the system. As a result, the system is less able to survive changes in the environment or in its constituent parts. If a tightly coupled system were well adapted to its ecosystem and internal systems and there were no change in these systems, however, a tightly coupled system would operate more efficiently than a loosely coupled system. While hypothetically possible, such nearly closed systems are not part of our experience. From an ecological perspective, change is inevitable in a world made up of open systems in constant interaction. Because the full effect of changes cannot be predicted, the social system would do well to allow the largest variety of opinions, no matter how ill adapted some opinions seem in light of present circumstances. As sacrifice in short-term efficiency is the price paid for long-term effectiveness in a loosely couple system.*³¹

I would now like to turn the major theme of this paper, that is, to what extent the ethical relation is presupposed as a ground for the pre-disclosed structures mentioned above.

*Every human act takes place in language. Every act in language brings forth a world created with others in the act of coexistence which gives rise to what is human. Thus every human act has an ethical meaning because it is an act of constitution of the human world. This linkage of human to human is, in the final analysis, the groundwork of all ethics as a reflection on the legitimacy of the presence of others.*³²

It is with considerations such as these in mind that I am construing the ethical relation in terms of the following *practical a priori*: **the production of non-pathological, self-organising intersystemic domains assuring a maximum of social cohesion compatible with the most extensive political and economic freedom open to all.**³³ By pathological, I mean the propensity of a system, whether at the level of the individual human subject or at the level of an institution, to negatively effect the autopoiesis of another system within its domain of interaction. Mackin argues that

³⁰ See Wolfe in *Deconstruction and the Possibility of Justice*, ed Drucilla Cornell, Michel Rosenfeld, David Carlson, Routledge, 1992

³¹ James A. Mackin, Jr. *Community over Chaos: An Ecological Perspective on Communication Ethics*, University of Alabama Press, 1997, p. 141.

³² Maturana and Varela, *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*, Boston: Shambhala, 1987 / 1992, p. 247.

³³ K.Pheby and R. Espejo opp.cit., p.4

*To seek the point of equilibrium between individual and ecosystem in a system operating in history requires a perpetual transaction. But the disposition to continue to enter this transaction is what it means to be ethical. Practical wisdom must be informed by a hermeneutical understanding of our own community accompanied by a critical comparison of those narratives with the ideal telos of the society as communicative ecosystem. Therefore, practical wisdom requires the practice of both narrative and syllogistic form communication.*³⁴ (115)

For Mackin

*...communicative phronesis makes decisions by balancing all of the systemic consequences that can be reasonably be predicted.*³⁵

The ethical self emerges (ontogenesis) at the intersection of multifarious domains and the question arises as to whether it might be possible to intervene at these points of intersection to produce, if even at a localised level, the conditions stated in the practical apriori. That is, is it possible to create the contexts to influence the *structural couplings*³⁶ which partially determine the self's engagement in social life? We must as Mackin suggests accept that 'the practice of living ethically will include the practice of system building and system transforming.' (84)

Maturana, as the opening quote to this section shows, appears to believe that the preconditions for such a possibility are already given in the constitution of human subjectivity. The following passages, taken from the *Encyclopaedia Autopoietica*,³⁷ highlight this. The basic thrust of the arguments concerning the nature of love can equally as well be applied to the possibility of the ethical relation per se. I am construing "love" here as an intense instantiation of the ethical relation. Maturana writes:

*Love consists in opening a space of existence for an other in coexistence with oneself in a particular domain of interactions.*³⁸

Similarly, an ethical comportment towards the other presupposes a form of engaging or responding to the other, where the intersystemic relation between self and other, if it is not to be pathological, requires the opening of a space of interaction capable of sustaining coexistence. The relation of love then, what we might call a subset of the ethical relation, precedes both its ontology and its epistemology. In terms of the later, if the "knowing relation" is itself power in the sense of seizing, grasping, and as such a violence to the other (as many have argued - not least Nietzsche and Foucault) then the intersubjective relation we are terming ethical cannot lie in that direction. Maturana, like Levinas³⁹, wants to argue that the 'knowing relation' itself is thoroughly dependent on the existence of the other which both constitutes the possibility of epistemological and ontological inquiries and subsequently limits the possibility of both.

³⁴ James A Mackin, opp. cit., p. 115.

³⁵ Ibid, p. 139.

³⁶ According to the theory of autopoiesis, a living system interacts with its environment through 'structural coupling', i.e. through recurrent interactions, each of which triggers structural changes in the system.

³⁷ Randall Whittaker, *Encyclopaedia Autopoietica*, 1998.

³⁸ Humberto Maturana, Reflexionen über liebe [Reflections on love], *Z. System Ther.*, Vol. 3 (1985), pp. 129-131.

³⁹ Emmanuel Levinas, *Otherwise Than Being: Or Beyond Essence*, Duquesne Univ. Press, 1998

...love is the source of human socialization, not a result of it, and anything that destroys love, anything that destroys the structural congruence that it entails, destroys socialization. Socialization is the result of operation in love, and takes place only in the domain where love takes place.⁴⁰

Again, the *relation of love* can be replaced by the *ethical relation* without, I think, doing any undue violence to Maturana's text. However, it is undeniably the case that many forms of socialisation even if they are born out of love are undoubtedly pathological in the sense suggested above! We will return to this point later. For now, I would like to see how far we can continue this mapping of Maturana's conclusions concerning the nature of love on to the ethical relation.

Randall Whitaker has noted that for Maturana 'the dynamics of ontogenic structural coupling in consensual domains provides the basis for the phenomenon of 'love' among humans,' in that the:

...condition of spontaneous dynamic reciprocal fitting that gives rise to recurrent interactions with conservation of individual organization and reciprocal adaptation along the ontogeny of living systems, while it lasts, is the phenomenon that we call love in the human domain. Or, in other words, I am saying that love is the spontaneous dynamic condition of acceptance by a living system of its coexistence with another (or others) living systems.⁴¹

Love is a manner of relational behavior through which the other arises as a legitimate other (as an other that does not need to justify his or her existence in relation to us) in a relation of coexistence with oneself.⁴²

As Whitaker notes, 'framed with respect to consensuality and acceptance, this delineation of 'love' can be linked to human evolution, particularly as it has manifested a trend toward sociality.⁴³

The evolutionary history of our lineage as a history of the conservation of a neotenic trend in the biology of love, is a history of social life also centered on consensuality and cooperation, not on competition or aggressive strife. As such our evolutionary history is a history of expansion of the capacities for consensuality, and, hence, of expansion of intelligence.⁴⁴

The possibility of society, of processes of socialisation are rooted in this initial ethical relation. Speaking again of love Maturana writes:

If love occurs, there is socialization, if it does not occur, there is no socialization. Furthermore, I am also saying that as such love is expression of a spontaneous structural congruence that constitutes a beginning that can be expanded or restricted, and even disappear, in the coontogenic structural drift that begins to take place when it takes place. And, since I say that social phenomena are the phenomena that take place in the spontaneous coontogenic structural drift, I am also saying that love is the fundament of social phenomena and not its consequence, and that social phenomena in any domain of interactions last only as long as love lasts in that domain.⁴⁵

However, the primordality of love has been questioned by Niklas Luhmann and it is to

⁴⁰ Ibid

⁴¹ Randall Whittaker, *Encyclopaedia Autopoietica*, opp. Cit.

⁴² Maturana & Verden-Zöllner, "Biology of Love," in Opp, G., and F. Peterander (eds.), *Focus Heilpädagogik*, Munchen/Basel, Ernst Reinhardt, 1996.

⁴³ Randall Whittaker, *Encyclopaedia Autopoietica*, opp.cit.

⁴⁴ Maturana and Verden-Zoller, "Biology of Love", opp.cit.

⁴⁵ Humberto Maturana, "Reflexionen über liebe [Reflections on love]", *Z. System Ther.*, opp. cit.

what he conceives as its improbability that we now turn.

*Society as a social system ... consists solely of communications and therefore as a system that can only reproduce communications by means of communications.*⁴⁶

The realisation of the ethical apriori we have been speaking of rests on releasing the necessary conditions for the possibility of an other-centred social praxis. From the perspective of organisational life it rests on the production and reproduction of non-pathological autopoiesis. For most social systems this will entail a significant transformation process. How might this be achieved? I turn now to a consideration of the production of what Niklas Luhmann has termed "improbable communications". This final section will deploy the same strategy as our discussion of Maturana's *Biology of Love* in that we will attempt a replacement of Luhmann's "love" with the ethical relation adumbrated above.

*It is possible within the context of an overall theory of generalised symbolic media of communication to outline the specific requirements which a special medium for love has to fulfil.*⁴⁷

I have reformulated this statement into the question, what are the necessary conditions for the possibility of the ethical relation to hold within social systems. That is, can social systems conserve non-pathological autopoiesis? Luhmann, continuing the discussion states that

*The need for such specification is clear if we presuppose that there is an everyday awareness of the difference of highly personal, intimate social relations and those of an impersonal, externally motivated nature. The experience of this difference stabilizes the need for forms of communication suited to it and reproduces the search for them.*⁴⁸

As we have seen, for Maturana, love is the precondition for sociality whereas it would appear here that Luhmann is construing love as a special case of sociality operating as a difference. I noted earlier that it is undeniably the case that many forms of socialisation even if they are born out of love are undoubtedly pathological. Love as the prerequisite for all social relations seems capable of producing both pathological and ethical systems. Luhmann seems more aware of this than Maturana. The experience of love/ the ethical relation

*is, however, only possible if love has already taken the shape of a symbolic medium that differentiates special forms of suitable communication. The experience of difference, which enables the institutionalization of a medium to come about in the first place, is only possible with the aid of the medium.*⁴⁹

From the perspective of social systems this would suggest that the seeds of the process of transformation towards the realisation of the ethical relation must already somehow be embedded within them. The problem is this.

⁴⁶ Niklas Luhmann, *Love as Passion: The Codification of Intimacy*, trans. Jeremy Gaines and Doris L. Jones, Stanford University Press, 1998.

⁴⁷ Ibid, p. 41

⁴⁸ Ibid

⁴⁹ Ibid

*Only by opening itself to self-referentiality can the medium differentiate social systems and be realised as a code for them. This confronts us with the question of how such a medium could arise if the experience of the difference of personal and impersonal social relations - which had to be produced in the first place - was not yet possible. In other words, how could the synchrony of self-referentiality become historically diachronic, i.e. transformed into sequential development? Or to put it more precisely, how can new self-referential formations even come about if their structure is such that they can only mobilize the conditions for their stability once they already exist?*⁵⁰

One possible clue to a solution to the problem that Luhmann raises in the above passage may lie in Maturana and Varela's deployment of the concept of *enaction*. Varela et al speak of the process of enactment as "a history of structural coupling that brings forth a world"⁵¹. There are two stages to this reciprocal process by which

1. an observer educes unities from her medium within the limits of her phenomenology (i.e., as constrained by her embodiment) and
2. the ontogenic coupling results in incremental regularization in the structure of the observer (her embodiment).

The foundation of an enactive account is not an objective ontological substrate, but the phenomenology of the individual.⁵² Varela *et al.*⁵³ define enaction in terms of two intertwined and reciprocal factors:

1. the influence of an actor's embodiment in determining the trajectory of behaviors; and
2. the historical transformations which generate emergent regularities in the actor's embodiment.

When the actor (enactor) is herself reciprocally enacted, these processes intersect at a nexus which, if reified, might provide an obvious focus for enquiry. However, as Varela *et al* point out, this nexus is ephemeral and groundless -- always simultaneously enacting and being enacted.⁵⁴ Human subjects are dynamic structures continuously recreating themselves under the influence of their own past states. They form provisional consolidations without ontological grounding. Now, the question is whether this process of reciprocal enactment is enough to account for new self-referential formations and can the process be extended to include collective entities such as social systems? Successful societal transformations towards the realisation of the ethical relation will depend upon a positive answer to this question.

Manuel de Landa for one is convinced that a specific formulation of self-organisation can indeed lead to novel structures (differences in Luhmann's sense). In *A Thousand Years of Nonlinear History* he argues that though " the three orthodox types of self-organisation [conservative, dispersive and dissipative] give rise to emergent or

⁵⁰ Ibid

⁵¹ Varela, F., E. Thompson, and E. Rosch *The Embodied Mind : Cognitive Science and Human Experience*, Cambridge, MA: MIT Press, 1991. p. 206.

⁵² Ibid

⁵³ Ibid

⁵⁴ Ibid

synergistic properties, they cannot deal with *novel emergent properties* [italics in the original]."⁵⁵ He argues that "this is particularly clear in the case of dynamical systems governed by attractors since these stable states are topological properties of phase space, and phase spaces (by definition) include *all the possible states* for a given system [italics in the original]."⁵⁶ By definition then novel states are precluded. To overcome this deficiency de Landa suggests the deployment of a new method "that can deal with novelty in terms of combinations of building blocks, and the combinatorial productivity of different blocks."⁵⁷ He refers to this new method as "non-linear combinatorics".

Here is an insistence on the need to discover or rediscover a way of releasing the creative possibilities; these new combinations producing "infinitely complexifiable textures."⁵⁸ It could be argued that it is the processes of repressive sedimentation that are responsible for the pathological autopoiesis that we have discussed above. Perhaps it is the case that we have been asking the wrong question. Not how is non-pathological autopoiesis possible but how did pathological autopoiesis arise in the first place? This would certainly find favour with Maturana and Levinas who argue repeatedly for the primordially of the ethical relation. One suspects that Luhmann also would be prepared to accept that our task is to discover ways of opening lines of escape for the ontogenesis of love. However, this deterritorialisation must be incremental. As Boyd has recently argued

*Since the various traditional cultural distributed autopoietic programs are essential and well defended components of people's personal identities they cannot simply be replaced, without sacrificing much of the variety that we must conserve. Somehow most of our traditional roots must be conserved, but also somehow they must be re-shaped enough so that eco-co- cultural symbiosis is possible.*⁵⁹

This symbiosis is as important for social systems as it is for individuals. It may be that it is of the utmost importance if we are to maintain the necessary conditions for the possibility of sociality itself.

⁵⁵ Manuel de Landa, *A Thousand Years of Nonlinear History*, Zone Books, note 6, p.277

⁵⁶ Ibid

⁵⁷ Ibid

⁵⁸ Felix Guattari, *Chaosmosis*, opp.cit. p.51

⁵⁹ Gary Boyd, opp.cit.

Método algebraico para determinar el tamaño del lote económico y nivel óptimo de faltantes

Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón • Campus Monterrey

Aplicación de un modelo matemático para optimizar la selección de envases y la predicción de la vida útil de alimentos deshidratados. Caso “Galletas”

Cecilia Rojas de Gante, Isabel Cuenca Flores • Campus Monterrey

Comparación cliente - proveedor sobre la calidad del servicio logístico en una empresa de autopartes

Juan Gaytán Iniestra, Tania Trujillo Perzabál, Pilar Arrollo López y Aleksander Wójcik Rojek • Campus Toluca

Un enfoque cuantitativo para controlar el desarrollo de proyectos de sistemas de aseguramiento de calidad

César Camacho Montoya y Rosa María Martínez Portilla • Campus Monterrey

Diseño económico del gráfico de control de promedios usando muestreo adaptativo

Allberto Caballero Gómez y Humberto Cantú Delgado • Campus Monterrey

Síntesis de mecanismos de cuatro barras para N Puntos de precisión con restricciones de espacio empleando el algoritmo de recocido simulado

Horacio Martínez Alfaro y José J. de Valle Galván • Campus Monterrey

MÉTODO ALGEBRAICO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DEL LOTE ECONÓMICO Y NIVEL ÓPTIMO DE FALTANTES

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) para el caso de faltantes, 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 dos trabajos previos, apareció un nuevo enfoque para encontrar el EOQ sin y con faltantes por medio de un desarrollo algebraico simple. Este artículo presenta una extensión al enfoque algebraico para determinar la fórmula del EPQ considerando faltantes tomando en cuenta un único costo de faltante calculado de acuerdo a las unidades faltantes promedio. Los resultados finales son las mismas fórmulas que vienen 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. También, podría usarse para introducir la teoría de inventarios a nivel bachillerato.

Palabras clave: Cantidad a comprar o producir (EOQ/EPQ); Faltantes.

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.

2. Metodología.

El objetivo de esta investigación es encontrar una forma alternativa para determinar la cantidad económica de productos a producir considerando el caso de faltantes, de tal manera que sea sencilla y que no requiera del cálculo diferencial; así como también esté fundamentada en un desarrollo algebraico.

* Leopoldo Eduardo Cárdenas Barrón, Director asociado de la carrera IIS y profesor del Depto. Ing. Industrial y de Sistemas del ITESM, Campus Monterrey. lecarden@campus.mty.itesm.mx

Los pasos realizados en la presente investigación fueron:

- (1) revisión de la literatura,
- (2) recopilación de diferentes métodos para determinar la cantidad económica de productos a comprar o producir,
- (3) análisis de los diferentes métodos para determinar la cantidad económica de productos a comprar o producir, y
- (4) desarrollo del método algebraico para determinar la cantidad de productos a comprar o producir.

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 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 [2], 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 [3] en 1995. Posteriormente, en un artículo reciente, R. Grubbström y A. Erdem [4] 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.

R. Grubbström y A. Erdem 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.

Durante el análisis de los diferentes métodos se realizó la siguiente clasificación de acuerdo al modelo de inventarios:

- (a) modelo I: EOQ sin faltantes
- (b) modelo II: EOQ con faltantes
- (c) modelo III: EPQ sin faltantes
- (d) modelo IV: EPQ con faltantes

Para el modelo I se encontraron 4 métodos: tabular, gráfico, técnica de optimización y algebraico. En lo que respecta al modelo II se encontraron 3 métodos: tabular, técnica de optimización y algebraico. Para el modelo III se encontraron 3 métodos: tabular, gráfico y técnica de optimización. Finalmente, el modelo IV solo ha sido derivado por medio de la técnica de optimización.

A continuación en este artículo se presenta el desarrollo del modelo IV por medio del método algebraico, el cual viene siendo una extensión al método de R. Grubbström y A. Erdem [4]. En el desarrollo del modelo IV para determinar la fórmula del EPQ considerando faltantes se toma en cuenta un único costo de faltante calculado de acuerdo a las unidades faltantes promedio.

En la derivación algebraica del modelo IV: EPQ con faltantes se utiliza la siguiente notación:

- I_{max} = nivel máximo de inventario (unidades),
- b = nivel de faltante máximo permitido (unidades),
- h = costo de llevar inventario por unidad/unidad de tiempo ($h = ic$),
- $\hat{\pi}$ = costo de faltante en base a unidades faltantes promedio (\$/unidad/unidad de tiempo),
- D = Demanda (unidades/unidad tiempo),
- P = Capacidad de producción (unidades/unidad de tiempo)
- A = Costo de iniciar o arrancar la corrida de producción
- C = Costo variable por producir una unidad
- i = tasa de Interés
- Q = Cantidad económica a producir
- $CT(Q, b)$ = Costo total del sistema de inventarios

La figura 1 muestra el comportamiento del sistema de inventarios EPQ con faltantes, el cuál será analizado algebraicamente.

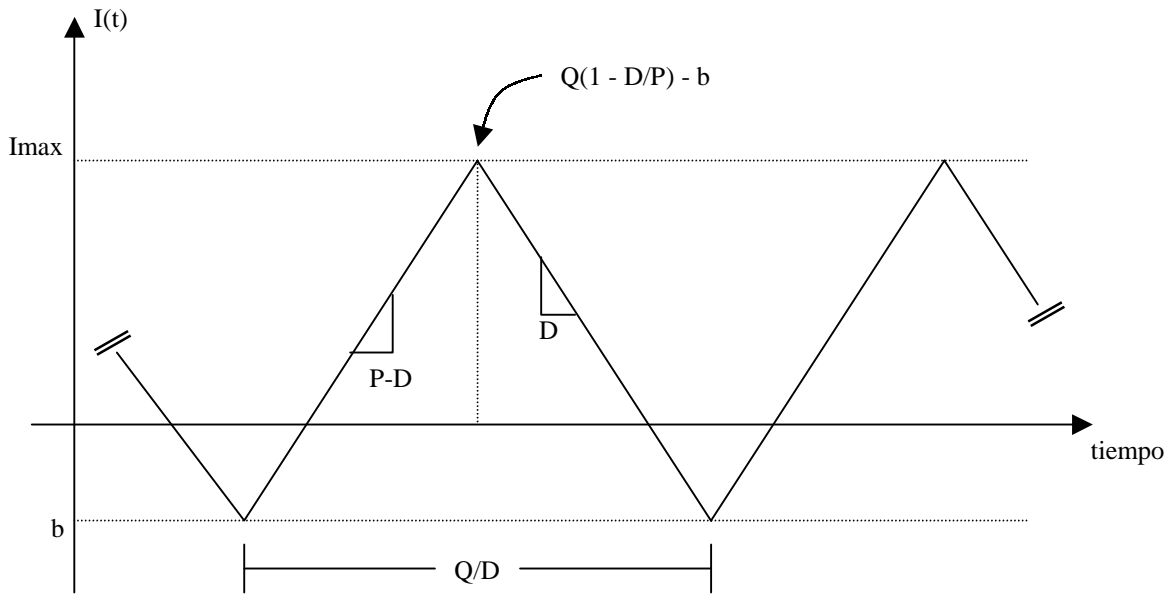


Figura 1. Gráfica del modelo IV: EPQ con faltantes

El costo promedio total por unidad de tiempo es la suma de los costos siguientes: de iniciar la corrida de producción, de llevar el inventario, de tener faltantes y el de producir, y es representado por la ecuación

$$CT(Q, b) = \frac{AD}{Q} + h \left\{ \frac{[Q(1 - D/P) - b]^2}{2Q(1 - D/P)} \right\} + \frac{\pi b^2}{2Q(1 - D/P)} + CD \quad (1)$$

Para la determinación de la ecuación 1 se invita al lector que no esté familiarizado con la teoría de inventarios ver la siguiente referencia [[5] pp. 234-237].

Sea $\rho = (1 - D/P)$ entonces :

$$CT(Q, b) = \frac{AD}{Q} + h \left[\frac{(Q\rho - b)^2}{2Q\rho} \right] + \frac{\pi b^2}{2Q\rho} + CD \quad (2)$$

El máximo inventario a la mano es (ver figura 1) :

$$I_{max} = Q\rho - b \quad (3)$$

Sustituyendo la ecuación (3) en la ecuación (2), obtenemos :

$$CT(Q, b) = \left[\frac{D}{I_{max} + b} \right] \left[\frac{h(I_{max})^2}{2D} + \frac{\pi b^2}{2D} + A\rho \right] + CD \quad (4)$$

Ahora, definamos $A\rho$ con la siguiente expresión :

$$A\rho = \frac{h2AD\pi\rho}{2Dh(h + \pi)} + \frac{\pi 2ADh\rho}{2D\pi(h + \pi)} \quad (5)$$

Sustituyendo la ecuación (5) en la ecuación (4), ésta se convierte en :

$$CT(Q, b) = \left[\frac{D}{I_{max} + b} \right] \left\{ \frac{h}{2D} \left[(I_{max})^2 + \frac{2AD\pi\rho}{h(h + \pi)} \right] + \frac{\pi}{2D} \left[b^2 + \frac{2ADh\rho}{\pi(h + \pi)} \right] \right. \\ \left. - \left[\frac{I_{max} + b}{D} \right] \sqrt{\frac{2ADh\pi\rho}{(h + \pi)}} \right\} + \sqrt{\frac{2ADh\pi\rho}{(h + \pi)}} + CD \quad (6)$$

Completando el trinomio cuadrado perfecto llegamos a :

$$CT(Q, b) = \left[\frac{D}{I_{max} + b} \right] \left\{ \frac{h}{2D} \left[(I_{max})^2 - 2I_{max} \sqrt{\frac{2AD\pi\rho}{h(h + \pi)}} + \frac{2AD\pi\rho}{h(h + \pi)} \right] \right. \\ \left. + \frac{\pi}{2D} \left[b^2 - 2b \sqrt{\frac{2ADh\rho}{\pi(h + \pi)}} + \frac{2ADh\rho}{\pi(h + \pi)} \right] \right\} + \sqrt{\frac{2ADh\pi\rho}{(h + \pi)}} + CD \quad (7)$$

Factorizando en binomio al cuadrado llegamos al siguiente resultado,

$$CT(Q, b) = \left[\frac{D}{I_{\max} + b} \right] \left\{ \frac{h}{2D} \left[I_{\max} - \sqrt{\frac{2AD\pi\rho}{h(h+\pi)}} \right]^2 + \frac{\pi}{2D} \left[b - \sqrt{\frac{2ADh\rho}{\pi(h+\pi)}} \right]^2 \right\} + \sqrt{\frac{2ADh\pi\rho}{(h+\pi)}} + CD \quad (8)$$

3. Resultados y Discusión

La ecuación (8) representa la función objetivo, la cual tiene dos variables y una sola solución óptima cuando los dos términos elevados al cuadrado (no negativos), dependiendo de I_{\max} y b , son igualados a cero. Por lo tanto los valores óptimos de I_{\max}^* y b^* son:

$$I_{\max}^* = \sqrt{\frac{2AD\pi\rho}{h(h+\pi)}} \quad (9)$$

$$b^* = \sqrt{\frac{2ADh\rho}{\pi(h+\pi)}} \quad (10)$$

Sustituyendo los valores óptimos de I_{\max}^* and b^* en la ecuación (3) y despejando Q obtenemos:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h(1-D/P)}} \sqrt{\frac{h+\pi}{\pi}} \quad (11)$$

El lector puede notar que la cantidad económica a producir óptima en la ecuación (11) se transforma inmediatamente al modelo III: EPQ sin faltantes, dado por Elsayed y Boucher [[6], p.65]

o Hadley y Within [[7], p.52], cuando $\hat{\pi}$ se hace infinitamente grande (con la restricción de que $b=0$). Ahora, si P es infinito y asumimos que $\hat{\pi}$ es finito, la ecuación (11) se reduce a la fórmula estándar del modelo II: EOQ con faltantes. Finalmente asumimos P y $\hat{\pi}$ son infinitos, obtenemos la bien conocida y clásica fórmula de Wilson que corresponde al modelo I: EOQ sin faltantes.

De forma similar la ecuación (8) tiene un valor mínimo para los valores óptimos de $Imáx^*$ y b^* reduciendo la función del costo total promedio a:

$$CT(Q, b)^* = \sqrt{\frac{2ADh\pi(1-D/P)}{(h+\pi)}} + CD \quad (12)$$

La ecuación (12) es la misma expresión para $CT(Q, b)^*$ que ha sido presentada por Johnson y Montgomery [[8] p.31].

Siguiendo el mismo tipo de análisis utilizado previamente para la fórmula del EPQ. Cuando $\hat{\pi}$ se hace infinitamente grande (con la restricción de $b=0$) y P es finito, se puede mostrar que el $CT(Q, b)^*$ de la ecuación (12) se reduce inmediatamente al costo promedio total por unidad de tiempo del modelo III: EPQ sin faltantes dada por Johnson y Montgomery [[8] p.33]. Ahora, si P es infinito y asumimos un $\hat{\pi}$ es finito, la ecuación (12) se transforma a la función estándar de $CT(Q, b)^*$ para el modelo II: EOQ con faltantes. Finalmente si asumimos P y $\hat{\pi}$ como infinitos, se obtiene la fórmula más simple para el $CT(Q, b)^*$ para el modelo I: EOQ sin faltantes.

4. Conclusión

En este artículo se presentó un método alternativo para encontrar la cantidad de productos a producir considerando el caso de faltantes sin usar cálculo diferencial. El procedimiento algebraico propuesto en la derivación del modelo EPQ considerando faltantes 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] Thierauf, R.J. and Grosse, R.A., 1970. *Decision Making Through Operations Research*, Wiley, New York.
- [3] Robert W. Grubbström, Modelling production opportunities -- an historical overview, *International Journal Of Production Economics* (41)1-3 (1995) pp. 1-14
- [4] Grubbström, R.W. and Erdem, A., 1999. The EOQ with backlogging derived without derivatives. *International Journal Of Production Economics* (59) pp. 529-530.

- [5] Sipper, D. y Bulfin R., 1998. Planeación y Control de la Producción, Mc. Graw Hill Iiteramericana.
- [6] Elsayed, E.A. and Boucher, T.O., 1985. Analysis and Control of Production Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [7] Hadley, G. and Whitin, T.M., 1963. Analysis of Inventory Systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [8] Johnson, L.A. and Montgomery, D.C., 1974. Operations Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control, Wiley, New York.

APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA OPTIMIZAR LA SELECCIÓN DE ENVASES Y LA PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS. CASO GALLETAS

Cecilia Rojas de Gante e Isabel Cuenca Flores. Centro de Biotecnología. ITESM-Campus Monterrey.

Resumen

Se han aplicado modelos matemáticos para estimar la vida de anaquel de los productos envasados en materiales plásticos a condiciones específicas de almacén a través de su isoterma de sorción, de las propiedades barrera del envase y de las condiciones del ambiente. Con la finalidad de aprovechar este recurso, se desarrolló este estudio, que tiene como objetivo optimizar la selección de un envase para un producto de panificación (galleta tipo waffer con relleno cremoso) mediante la aplicación de un modelo matemático. Se determinó humedad inicial del producto por 3 métodos diferentes de secado: 70 °C, 90 °C y 70 °C a 125 mmHg de vacío a fin de determinar el más adecuado. Se obtuvieron las isotermas de adsorción por el método de los desecadores colocando las muestras en diferentes ambientes de humedad relativa a 25°C : 11, 32, 52, 70 y 90%. Como parámetro crítico de calidad se evaluó la textura de las muestras mediante un análisis QDA (2 corridas con 8 jueces entrenados). Los resultados se correlacionaron con un análisis de textura haciendo uso de un texturómetro Texture Expert TA-TXT2 (fuerza de ruptura vs tiempo) y se estableció la humedad crítica del producto. Paralelamente, se determinaron características del material de envase: espesor, área y defectos y se obtuvieron los valores de permeabilidad al vapor de agua. Mediante la aplicación del modelo matemático se estimó la vida de anaquel teórica del producto en materiales plásticos de envase. El método recomendado para determinar la humedad inicial fue en estufa a vacío. La humedad crítica se estableció en 2.0178 gr. Todos los materiales evaluados resultaron adecuados a condiciones templadas (23 °C y 50% HR) y en trópico, los envases que proporcionaron mayor tiempo de vida útil fueron: laminaciones de BOPP/BOPP metalizadas de espesores: 15/15 alta barrera, 15/15 ultra alta barrera, 30/20 y 20/20, siendo el primero el que proporciona mayor protección al producto.

Palabras clave: modelo matemático, envases, alimentos deshidratados

1. Introducción

La protección de los alimentos contra el intercambio de agua es una práctica antigua en la preservación de los alimentos (Mannheim et al.1994). En los últimos 30 años se ha incrementado el interés acerca de la influencia del agua sobre la calidad y estabilidad de los productos alimentarios, ya que determina su forma, estructura y propiedades fisicoquímicas. Adicionalmente, es también un componente mayoritario en la transferencia de masa, reacciones químicas y actividad de microorganismos. El tecnólogo en alimentos involucrado con desarrollo de producto, diseño de proceso o producción se confronta diariamente al efecto, agradable o desagradable del agua en el material. La mayoría de las operaciones unitarias tienen como objetivo remover el agua del alimento para estabilizarlo como en el secado o concentrado, su transformación en un componente inactivo como la congelación, y su inmovilización en geles, alimentos estructurados y baja o intermedia humedad (Rockland y Beuchat, 1987).

Los alimentos se clasifican de acuerdo a su contenido de humedad, en alimentos de alta humedad, alimentos de humedad intermedia y alimentos deshidratados; siendo estos últimos los más afectados sensorialmente con la ganancia ó pérdida de humedad. Un alimento deshidratado es aquel que se ha sometido a un proceso de evaporación del agua y la base de su protección depende del control de su contenido de humedad (Labuza, 1982). Los alimentos deshidratados, al ganar humedad, alcanzan una actividad acuosa en la que se vuelven blandos e inaceptables por los cambios sufridos en su textura (Labuza y Contreras-Medellin, 1981). La cantidad máxima de humedad en el alimento deshidratado, sobre la cual empiezan a existir estos cambios sensoriales se denomina humedad crítica del producto. El mejor método para establecer la humedad crítica es el estudio del sistema de alimento como una función de su actividad acuosa (A_w) (Katz y

Labuza, 1981), cantidad de agua disponible para actuar en procesos o reacciones químicas, físicas, enzimáticas o microbiológicas que a su vez, influyen en las propiedades del producto (Labuza, 1982). En la actualidad, las determinaciones de A_w son una práctica común para caracterizar el estado del agua en los alimentos, es decir, su disponibilidad a cambios biológicos, físicos y químicos (Mannheim et al. 1994).

Las isotermas de sorción son curvas generalmente de forma sigmoidea que relacionan la actividad acuosa de un alimento con su contenido de humedad a una temperatura y presión constantes, y son muy útiles para la caracterización de un producto en específico, ya que determinan su comportamiento en distintos ambientes de humedad relativa (Iglesias y Chirife, 1982).

Además de predecir la estabilidad microbiológica y fisicoquímica del alimento, el conocimiento de la isoterma de sorción es también muy importante para propósitos ingenieriles relacionados con concentración y deshidratación, ya que el punto final de cualquier proceso de deshidratación es generalmente determinado por la actividad acuosa deseada del producto final (Iglesias y Chirife, 1982).

Los envases desempeñan un importante papel en la conservación de alimentos. Además de servir como recipiente, también los protege ante el medio ambiente y mantiene su calidad fisicoquímica y sensorial. El diseño racional de un envase involucra principalmente el conocimiento de las características físico- químicas y los requerimientos de protección del producto frente al medio ambiente. Así pues, un envase con aplicación en alimentos deshidratados deberá mantener al alimento protegido contra el paso de agua, es decir, desacelerar el proceso de ganancia de humedad lo más posible dentro de los límites económicos, de seguridad y de calidad del producto (Labuza y Contreras-Medellín, 1981).

Entre los principales materiales para envase se encuentran: vidrio, metal, papel y cartón y polímeros derivados del petróleo. Estos últimos por su versatilidad y bajo peso, sustituyen en gran medida a los demás. Sin embargo, presentan una desventaja ya que estos materiales permiten en función de su estructura química y sus propiedades que exista una transferencia de humedad. El impacto de este fenómeno sobre la vida de anaquel del producto llevó al desarrollo de técnicas que predicen la vida útil del alimento envasado (Hernández, R. 2001). Desde inicios de 1940 se han realizado numerosos estudios sobre la influencia de la velocidad de transferencia de vapor de agua (WVTR) en la vida de anaquel y desde 1970, se han publicado varios artículos de predicción de cambio de humedad durante almacenamiento con modelos matemáticos que basados en un mismo principio de transferencia de masa, hacen factible la predicción de la vida útil del producto y las especificaciones y costo del envase (Hernández, R. 2001).

Aun así, la transferencia de masa que permiten estos materiales influye en la vida útil de los productos, por lo que se ha estudiado ampliamente. El fenómeno de transferencia de masa que se relaciona con el paso de humedad del exterior del envase al producto es la permeabilidad. La permeabilidad es el egreso o ingreso de gases, vapor de agua, aromas, etc., a través de la pared del envase, que puede degradar directa o indirectamente la calidad sensorial del producto. La ecuación de permeabilidad se basa en la ley de Fick y la ley de Henry, y es la siguiente:

$$Q = K/X A(P_1 - P_2)$$

Donde Q = velocidad de transporte de agua ganada ó pérdida al día; K = coeficiente de permeabilidad de la película X = espesor de la película; A = área; P_1 y P_2 = presión de vapor del agua dentro y fuera de la película (Labuza, 1982). Los valores de barrera se manejan como WVTR (velocidad de transferencia de vapor de agua) y las unidades son $\text{g H}_2\text{O} / \text{m}^2 \cdot \text{día} \cdot \text{mmHg}$.

Modelo matemático

Los estudios sobre la influencia de WVTR en la vida útil de alimentos comenzaron en los años 40 con el trabajo de Oswin. El estudio clásico sobre la relación entre las propiedades de sorción de humedad de los alimentos, la permeabilidad de agua de la película y vida de anaquel utilizando simples conceptos ingenieriles de transferencia de masa, fue presentada por Heiss en 1958. De 1960 a 1970, este trabajo fue utilizado en los laboratorios de Karel en MIT. Los resultados de Heiss requieren un procedimiento paso a paso, en donde se utilizan computadoras y modelos matemáticos que simplifican los cálculos. Desde 1970, se han publicado varios artículos

de predicción de vida útil con modelos matemáticos. Estos modelos utilizan los mismos conceptos de Oswin, Heiss y Karel (Hernández, R.J. 2001)

Con la ayuda de los modelos se puede predecir la vida útil basada en la A_w crítica del producto para un envase en particular bajo determinadas condiciones, también se pueden predecir las especificaciones del envase para obtener una vida útil aceptable con respecto al intercambio de humedad; y estimando el costo del envase (Hernández, R.J. 2001).

El modelo general es el siguiente:

$$\ln \frac{(H_e - H_i)}{(H_e - H_c)} = \frac{K}{e} \cdot \frac{A}{m} \cdot \frac{P_s}{b} \cdot t$$

Donde H_e = humedad de equilibrio, H_i = humedad inicial, H_c = humedad crítica, P_s = Presión de saturación del agua, b = pendiente de la parte lineal de la isoterma, K = permeabilidad de película, A = área del envase, m = masa del producto, e = espesor y t = tiempo (Paredes, 1984 y Hernández, R.J. 2001).

Objetivos

General

Predecir la vida útil de un alimento deshidratado envasado en diferentes materiales de envase y en dos diferentes ambientes de comercialización, mediante la aplicación de un modelo matemático.

Particulares

- Caracterizar al producto deshidratado mediante la obtención de su isoterma de sorción por el método de desecadores.
- Determinar la humedad crítica del alimento mediante una evaluación sensorial y pruebas de textura.
- Caracterizar los materiales de envase en cuanto a sus propiedades barrera (vapor de agua) y los factores que inciden sobre ellas.
- Predecir la vida útil del producto mediante la aplicación de un modelo matemático.

El empleo racional de estas herramientas permitirá en las empresas reducir los tiempos de respuesta en las pruebas así como, los costos que implican el realizar estudios a largo plazo para verificar la vida útil en un determinado producto envasado y si éste funcionará ó no en diferentes y determinadas condiciones de comercialización.

2. Metodología y Materiales

2.1 Alimento sujeto de estudio.

El producto deshidratado seleccionado para este estudio fue: galleta tipo waffer (obleas) sabor fresa con relleno cremoso.

2.2 Obtención de Isoterma de sorción.

2.2.1 Determinación de humedad inicial.

Se probaron 3 condiciones de secado para la determinación de este parámetro, para los 2 primeros se utilizó el método de secado en estufa con corriente de aire utilizándose para tal efecto una estufa con corriente de aire Marca Shellab Mod.1375Fx a temperaturas de 70° y 90°C y en el tercero se determinó mediante una estufa de vacío Marca Presicion SG a 70°C y 125 mmHg. Se empleó una balanza analítica Marca A&D HR-200 y ambos son los descritos por AOAC (AOAC, 1990).

El contenido de humedad se calculó de la siguiente manera:

$$\%H_i = \frac{(W_{gt} - W_{go})}{(W_{go} - W_p)} \cdot 100$$

Donde Wgt = peso de la muestra en tiempo t , Wgo = peso de la muestra en tiempo 0, Wp = peso del pesafiltro.

2.2.2. Desarrollo de isotermas por el método de los desecadores.

Se obtuvieron por el método estático discontinuo en el que el material se coloca dentro de desecadores que contienen soluciones de sales saturadas que proveen cierta humedad relativa de equilibrio (Tabla 1). Se colocaron los productos al interior de manera que ganen humedad y se crea un vacío para acelerar el equilibrio.

Tabla 1. Materiales utilizados para el desarrollo de isotermas

Material y equipo	Descripción
Cámara de control de HR y T	Marca Hotpack
Balanza analítica	Marca A&D HR-200
Desecadores	Marca Pirex
$LiCl_2$	CTR, 11%HR a 25° C
$MgCl_2$	CTR, 32%HR a 25° C
$Mg(NO_3)_2$	CTR, 52%HR a 25° C
$SrCl_2$	CTR, 70%HR a 25° C
$BaCl_2$	CTR, 90%HR a 25° C

2.3. Determinación la humedad crítica por medio de una evaluación sensorial.

Se realizó una evaluación preliminar donde se compararon los atributos de textura de cada tratamiento con los del control (producto fresco envasado), se evaluó: suavidad, crujencia, desmoronamiento.

Diseño del estudio sensorial. El tipo de prueba adecuada fue QDA (Método cuantitativo descriptivo) empleándose el ANOVA para el análisis estadístico de datos con un nivel de confianza del 95%.

La muestra de referencia fue del mismo lote del que se tomaron las muestras sujetas a estudio. Se almacenaron a condiciones ambiente (25°) hasta el día de la evaluación y se presentaron al panel de la misma manera que las demás.

Previamente se estandarizó el tamaño de las muestras a 5.5 cm de largo, eliminando aquellas con defectos en el relleno, en los colores y/o en la integridad del producto. Se envasaron todas las muestras un día antes de la evaluación en BOPP 15/15 metalizado.

El panel que evaluó fue un panel técnico experto de una empresa productora de este tipo de producto. Se llevó a cabo una calibración para los jueces sobre los adjetivos y las escalas que utilizaron con marcas de productos similares existentes en el mercado.

Se realizaron pruebas por triplicado para cada tratamiento de fuerza de corte con un texturómetro marca Texture Expert TA-XT2. Accesorios: cuchilla (HDP) y base para cuchilla con ranura para inserción (BS) para obtener parámetros objetivos de pérdida de la textura de las galletas. Se colocó la galleta centrada en la base. Se obtuvieron las gráficas de fuerza de corte vs. tiempo ó distancia.

2.4. Caracterización de los materiales de envase a estudiar.

El espesor y área de envase se determinó en la bobina de material de polipropileno biorientado (BOPP) 15/15 metalizado. Para el espesor se tomó un metro de muestra cada diez metros de película. En total, dos muestras. Se realizaron ocho mediciones (mm) consecutivas en los alrededores de ocho puntos de cada muestra con un micrómetro marca Mitutoyo.

Los valores de permeabilidad al vapor de agua fueron proporcionados por la empresa productora de galletas. Para determinar el área de exposición del envase, se tomó la medida a cada repetición de muesca en la bobina, una cada metro. En total, diez mediciones. Se obtuvo el promedio y la desviación estándar.

El número de defectos en la laminación que inciden sobre los valores de permeabilidad, se determinó tomando $1dm^2$ de muestra cada diez metros de película. En total 5 muestras. Se

colocaron sobre una mesa de luz y con lupa se contaron los pinholes y áreas no cubiertas con aluminio por superficie de envase. Se calculó el promedio y la desviación estándar.

2.5. Predicción de la vida útil del producto mediante un modelo matemático.

Se aplicó el modelo matemático antes descrito cuando se obtuvieron los datos experimentales tanto de la galleta como de los envases y, se estimó la vida útil del producto a condiciones templadas y tropicales de comercialización.

3. Resultados y Discusión

3.1. Descripción del producto

Las características físicas de la galleta, así como los ingredientes, se encuentran concentrados en la tabla 2.

Tabla 2. Características físicas e ingredientes del producto.

Característica	Descripción
Color	Rosa fuerte Crema: blanco
Largo	11.5 - 12cm
Ancho	2cm
Espesor	1cm
Peso	8.5g
Ingredientes	<u>Oblea:</u> masa, harina, grasa, bicarbonato de sodio y colorante. <u>Crema:</u> grasa, azúcar, sal, suero de leche, ácido cítrico y aditivos.

3.2. Isotermas de sorción

3.2.1. Humedad inicial

En la tabla 3 se muestran los resultados de la humedad inicial de las cinco corridas. Las corridas 1 y 2 se realizaron en estufa con corriente de aire a 70°C.

Tabla 3. Contenido de humedad inicial del producto.

Corrida	g H ₂ O / 100g muestra seca	Desviación estándar
1	0.0745	0.0514
2	0.2769	0.0557
3	0.3550	0.1474
4	0.3563	0.1076
5	0.9473	0.1053

Notas: Los promedios se calcularon de 20 mediciones para las corridas 1 y 2; 8 para la 3 y 4; y 10 para la 5.

Las corridas 3 y 4 fueron elaboradas en estufa de vacío a 70°C y 125mmHg, los resultados fueron consistentes. Se hizo una quinta corrida a 100°C sin vacío, la cantidad de humedad evaporada fue mayor. La posible razón del incremento en agua eliminada a 100°C es la descomposición de las moléculas de sacarosa. Los productos con elevado contenido de azúcares y grasas deben deshidratarse en estufa de vacío a temperaturas que no excedan 70°C ya que algunos azúcares se descomponen a partir de 70°C, liberando agua (AOAC, 1990.) Cuando se expone a altas temperaturas, la sacarosa se hidroliza, deshidrata y carameliza (Badui, 1996)

Tabla 4. Características visuales de las muestras después de secado.

Método	Color	Olor	Textura	Apariencia
Estufa de vacío a 70°C	Intenso rosa	Fresa intenso	Muy crujiente	Buena
Estufa de aire a 70°C	Intensa rosa	Fresa pobre	Crujiente a muy crujiente	Regular
Estufa de aire a 100°C	Intenso rosa-café	Fresa quemada	Muy crujiente	Regular

Nota: se calificaron visualmente por lote.

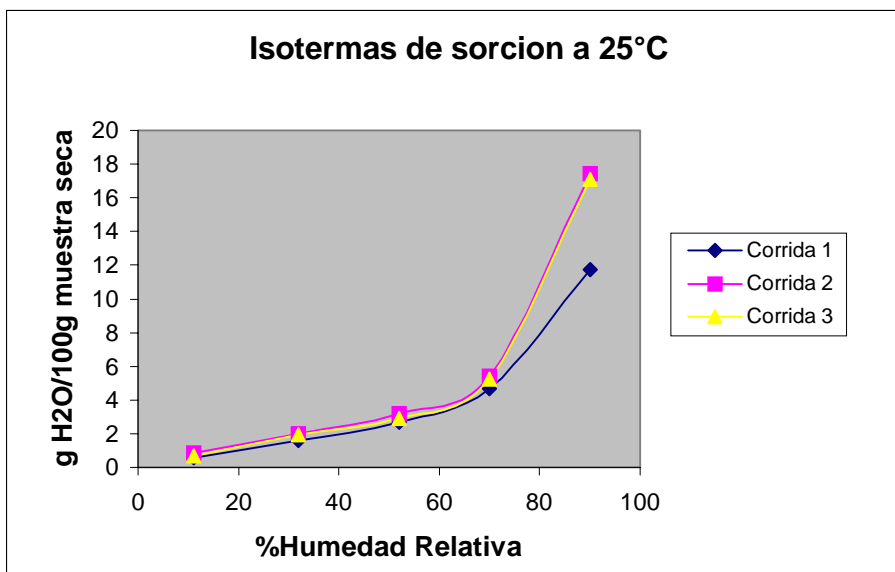
En la tabla 4 se observa que en las muestras secadas en estufa al vacío mejoraron notablemente con respecto a las que se secaron con estufa de aire, ya que mantuvieron el olor, el color y mostraron mejor apariencia. Probablemente durante el secado a 100°C ocurrió una caramelización de la sacarosa. La retención de aroma de los alimentos deshidratados también depende en gran medida de la Aw (Belitz y Grosch, 1988).

3.2.2. Isoterma

El manejo y pretratamiento de las muestras tienen una influencia significativa en la isoterma de sorción del producto, por lo que no se puede hablar estrictamente de una isoterma de sorción como una propiedad física bien definida sin establecer claramente como se obtuvieron los resultados. La cantidad de agua sorbida difiere en cada método de secado inicial (Mannheim et al. 1994, Rockland L. y Beuchat L. 1987).

En la gráfica 1 se observan las tres isotermas de sorción obtenidas en este estudio. Se observa un comportamiento similar entre las galletas secadas en estufa de aire y al vacío. A 90%HR hubo una discrepancia, sin embargo, se trató de la corrida de prueba, la corrida 1. El pretratamiento, madurez, variedad y cambios químicos de alguna manera influyen en la forma de la isoterma (Hernandez R.J. 2001.).

Grafica 1. Isotermas de sorción de galleta.

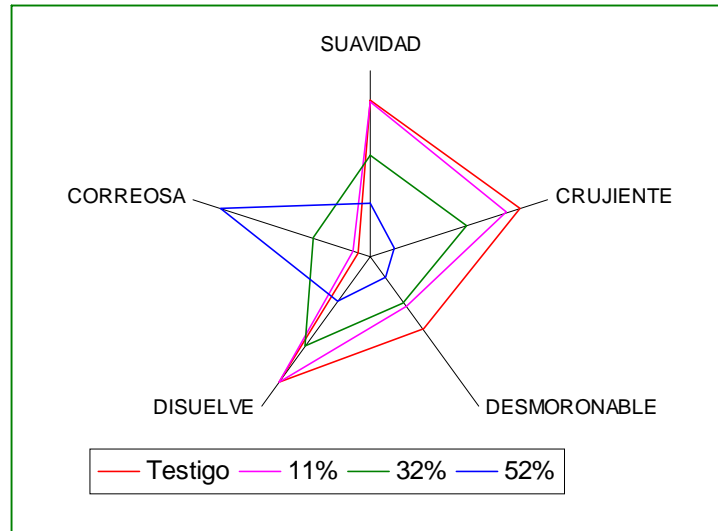


Nota: cada punto en las curvas corresponde al promedio de 4 mediciones.

3.2.3. Humedad crítica

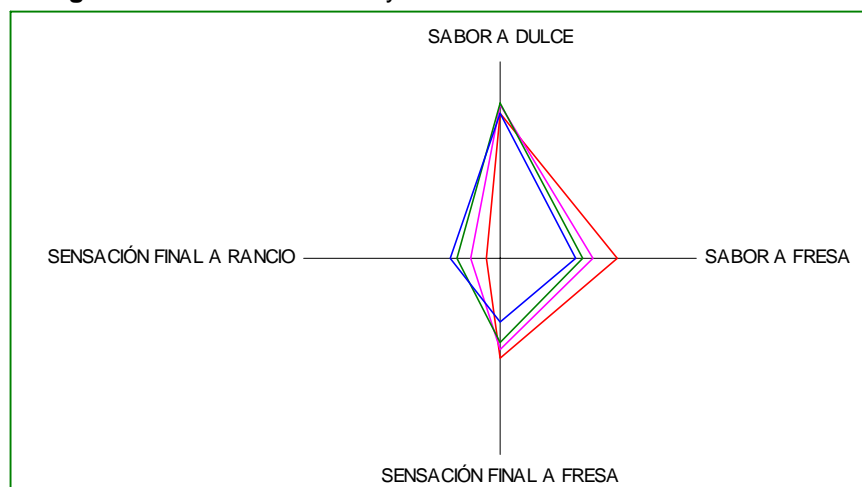
En la figura 1 se presentan los resultados de textura del QDA corrida 2. La tendencia de la gráfica se semeja a la de la corrida 1. En el atributo de suavidad, se identificó un cambio significativo a 2.0178g H₂O; en crujiente, desde 2.0178g también, en desmoronable, desde 0.8334g; y en disuelve y en correosa, desde 2.0178g H₂O.

Figura 1. Atributos de textura de la segunda corrida.



En la figura 2 se muestran los resultados de sabor y sensación final de la segunda corrida. Se puede apreciar que tienen la misma tendencia que en la corrida uno, a mayor humedad, mayor pérdida de las características.

Figura 2. Atributos de sabor y sensación final de la corrida 2.



La crujencia es una característica de textura de la mayoría de los productos secos derivados de cereales, y la pérdida por la adsorción de humedad es una de las razones más importantes para el rechazo del consumidor (Mannheim et al.1994).

Durante el almacenamiento de los productos, la calidad se altera debido a la adsorción de agua, pierden su carácter crujiente y su brillo. Algunos compuestos del aroma también se pierden (Belitz y Grosch, 1988).

3.2.4. Análisis de textura

Una evaluación sensorial de crujencia va acompañada de análisis mecánicos de los productos a diferentes humedades. Las curvas de fuerza de corte vs. tiempo obtenidas con el Texturómetro. En las tres corridas se nota un comportamiento semejante. A medida que aumenta la humedad en la muestra, aumenta la fuerza necesaria para partirla y disminuye el número de picos (máximos) que marcan las capas de oblea hasta que ya es sólo uno, esto sucede hasta los 3.1999g H₂O. A 5.3984g y 17.44g la fuerza disminuye considerablemente pero la gráfica sigue mostrando una curva suave, con un sólo máximo. Probablemente ocurrió una reacción de polimerización por la acción del agua hasta el punto en que la cantidad de agua reblandeció la estructura disminuyendo así, la fuerza requerida para partir la muestra. La ganancia de agua afecta la textura de alimentos deshidratados plastificando y ablandando la matriz almidón-proteína, la cual altera la fuerza mecánica del producto (Katz y Labuza, 1981).

3.2.5. Establecimiento de la humedad crítica.

De acuerdo a los resultados del QDA, la textura se afecta significativamente desde 2.0178g H₂O; punto en el que las curvas desarrolladas en el texturómetro, aún mostraban varios picos, característicos de la firmeza de la oblea.

Si la humedad crítica es un punto anterior a la humedad que provoca en el producto las reacciones que lo llevan a su fin, entonces en este producto, la humedad crítica se encuentra situada entre 0.8334g y 2.0178g H₂O (11 y 32%HR respectivamente).

Se han establecido contenidos de humedad críticos para algunos productos, sin embargo, debe notarse que los límites de contenido de agua dependen del método utilizado para la determinación de humedad, ya que no se obtienen resultados iguales en diferentes equipos y métodos. (Labuza y Contreras-Medellin, 1981).

La humedad crítica se establecerá en 2.1078g H₂O. La humedad crítica se encuentra generalmente en el rango de 0.35 a 0.5 para productos deshidratados y bajo condiciones normales de almacenamiento (25°C y 50HR) (Rockland L. y Beuchat L. 1987).

3.3. Caracterización de los materiales de envase

Se requiere aplicar el envase apropiado para mantener un alimento a un nivel "seguro" de humedad. El envase apropiado debe proteger contra la ganancia de humedad con el fin de evitar las reacciones enzimáticas y químicas que llevan a la pérdida de calidad y de crujencia, color, textura, etc.

El material utilizado a nivel comercial para proteger este producto es el polipropileno biorientado. Se trata de una laminación BOPP transparente/BOPP metalizado de 15µm cada capa, 30 micras de espesor final.

Tabla 5. Características del material de envase utilizado

Parámetro	Unidades	Magnitud	Desviación Estándar
Área	m ²	0.0235	0.0000
Espesor	Mm	0.0325	0.0003
Cantidad de producto contenido	G	33.4116	1.7925
Permeabilidad a 38°C	gH ₂ O/m ² día	0.45	0.05
Pinholes	1/dm ²	5	1
Ralladuras	1/dm ²	18.4	3.9115

Notas: Los valores reportados son la media de:

Área, 10 mediciones, Espesor, 128 mediciones; Cantidad de producto, 10 mediciones y, pinholes y ralladuras, 5 mediciones.

Los pinholes tienen un efecto importante en la permeabilidad del envase. La tecnología de envases flexibles, especialmente el uso de películas laminadas o coextruídas ha disminuido este

problema. El conteo de pinholes por unidad de área es importante para el control y el aseguramiento de calidad (Labuza y Contreras-Medellin, 1981).

En la tabla 6, se presentan valores de WVTR de estructuras a partir de BOPP a diferentes condiciones ambientales.

Tabla 6. Valores de permeabilidad al vapor de agua (gH₂O/m²*día) de películas de BOPP en bobina y envase formado y costos.

Material	Envase	Bobina	Bobina	Costo
	Formado	23°C y 63%HR	38°C y 90%HR	
	38°C y 90%HR			\$/Kg
BOPP 15/15metalizado	1.5		0.4	67
BOPP 15/15m HB	0.22		0.25	67
BOPP 15/15m UHB	0.2205		0.15	67
BOPP 15 metalizado		0.1	0.4	
BOPP 30/20metalizado	0.355		0.329	
BOPP 20/20metalizado	0.3435		0.2395	
BOPP 30		0.8	1.8	

Nota: Valores proporcionados por el convertidor. Las denominaciones HB y UHB se refieren a: alta barrera y ultra alta barrera, respectivamente.

En esta tabla se puede observar como cambia el valor de permeabilidad cuando se realiza en la bobina o en el envase formado. La humedad y la temperatura a la que se efectúa la prueba afectan directamente la permeabilidad de la película. La presencia de pinholes y ralladuras también afectan la velocidad de transmisión de vapor de agua (WVTR).

3.4. Predicción de la vida útil del producto mediante un modelo matemático.
Mediante el modelo matemático,

$$\ln (He-Hi)/(He-Hc) = K/e * A/m * Ps/b * t,$$

se obtuvo la vida útil teórica de las galletas para diferentes estructuras. La humedad crítica se obtuvo de la corrida 2 (2.1078g H₂O) y la pendiente(b) se obtiene de la sección lineal de la isoterma de la corrida 2 .

Tabla 7. Vida de anaquel teórica (días) de obleas en diferentes variedades de BOPP a condiciones templadas y tropicales.

Tipo de material	Tiempo/Bobina	Tiempo / bobina	Tiempo / envase
	días	días y (meses)	días
	38°C y 90%HR	23°C y 50%HR	38°C y 90%HR
BOPP 15/15 metalizado	13	254 (8.5)	4
BOPP 15/15m HB	23	458 (15)	26
BOPP 15/15m UHB	38	763 (25.5)	26
BOPP 15 metalizado	14	1145 (38)	
BOPP 30/20metalizado	17		16
BOPP 20/20metalizado	24		17
BOPP 30	3	143 (4.7)	

En la tabla 7 se puede apreciar que para este producto, a condiciones templadas todas las estructuras de envase brindan una buena barrera, a excepción del BOPP 30 transparente. A condiciones tropicales, la vida útil disminuye drásticamente debido a la susceptibilidad del producto a estas condiciones de humedad. Los mejores materiales en condiciones tropicales fueron: BOPP 15/15m HB, BOPP 15/15m UHB, BOPP 30/20m y BOPP 20/20m. De estos, el de ultra alta barrera es el que confiere una mayor vida de anaquel teórica. En esta tabla también se estima la vida útil a partir de los valores barrera reportada del envase ya formado. A esas condiciones, la vida útil disminuye en la mayoría de los casos. Esta puede ser una señal de mala hermeticidad del envase ya sellado

También se puede deber a una manipulación descuidada del material en las convertidoras. Las pruebas de permeabilidad al vapor de agua a través de películas metalizadas dependen del número de pinholes que aparezcan durante el proceso. Uno de los mayores problemas en la industria de los envases, es la prevención del daño a las películas durante el proceso o la conversión. La primera investigación al respecto fue la cantidad de vapor de agua que pasa a través de los pinholes, donde la longitud es menor comparada con su diámetro. Esta cantidad depende de varios factores, principalmente en la velocidad del aire y la distancia del producto a la pared del envase. En promedio, la cantidad de vapor de agua es proporcional al diámetro del agujero.

4. Conclusiones

El método para determinar la humedad inicial de las muestras es determinante para no afectar la estructura de las moléculas de azúcar e influir en la adsorción de agua. La humedad inicial de las obleas debe medirse por el método de secado en estufa de vacío a 70°C para evitar los cambios organolépticos que impiden encontrar una humedad crítica verdadera.

Las muestras comenzaron a perder sus atributos de textura desde 2.0178g H₂O, punto en el que se estableció la humedad crítica.

El valor de permeabilidad cambia de la bobina al envase formado. Hay un alto número de ralladuras en la película. Probablemente existe un sellado inadecuado o los cuidados puestos en el manejo de la película durante el proceso de envasado no son suficientes.

Los materiales evaluados cubren los requerimientos de barrera del producto en condiciones templadas (23°C y 50% HR), en cambio, para condiciones tropicales, se requiere BOPP alta barrera, ultra alta barrera, 30/20m o 20/20m, dependiendo de los requerimientos de cada empresa.

El modelo matemático aplicado permite determinar la vida útil de los alimentos sin llevar a cabo el almacenamiento de los mismos, en diferentes materiales con diferentes propiedades barrera al vapor de agua. Las bondades del modelo se pueden verificar así mismo si se fija una vida útil deseada y lo que se determina son los valores de permeabilidad que deberán tener los envases.

5.- Referencias

- (1) Association of Official Analytical Chemists.(AOAC)1990. Official Methods of Analysis. 15a Ed. K, Helrich. Estados Unidos de América.
- (2) Badui S. 1996. Química de los Alimentos. Alhambra Mexicana. México.
- (3) Belitz H. Y Grosch W. 1988. Química de los Alimentos. Acriba. España.
- (4) Hernandez R.J. 2001. Chapter 7. Shelf-life modeling of moisture sensitive products. En: Shelf-life and permeability. p. 7.1-7.37. En revisión para publicación Michigan State University
- (5) Katz, E., Labuza, T. 1981. Effect of Water Activity on the Sensory Crispness and Mechanical Deformation of Snack Food Products. J. Food Sci. 46:403.
- (6) Iglesias H., Chirife J. 1982. Handbook of Food Isotherms. Academic Press. USA.
- (7) Labuza, T. 1982. Moisture Gain and Loss in Packaged Food. Food Technol. P 92.
- (8) Labuza T., Contreras-Medellin R. 1981. Prediction of Moisture Protection Requirements for Foods. Cereal Foods World 26:335.
- (9) Mannheim CH., Liu JX., Gilbert SG.1994. Control of Water in Food during Storage. J.Food Eng. 22:509-531

- (10) Paredes, L. 1984 "Diseño de Envases para Alimentos Deshidratados". Tesis. UNAM, México.
- (11) Pedrero, D. y Pangborn, R. 1997. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Alhambra Mexicana. México.
- (12) Rockland L. y Beuchat L. 1987. Water Activity: Theory and Applications of Food. Marcel Dekker Inc. USA.

COMPARACIÓN CLIENTE-PROVEEDOR SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO LOGÍSTICO EN UNA EMPRESA DE AUTOPARTES

Gaytán, I.J., Trujillo*, P.T., Arroyo L.M.P., Wójcik, A.R.

Con base a la revisión de la literatura y la experiencia, se elaboró un conjunto de criterios que engloban el contenido del concepto de calidad del servicio en logística. Usualmente este concepto se ha evaluado desde el punto de vista del proveedor, sin embargo bajo una perspectiva de orientación al cliente resulta relevante comparar las percepciones de calidad entre cliente y proveedor del servicio, así como jerarquizar la importancia de las diferentes dimensiones que componen la calidad del servicio en logística. Se hizo uso del método estadístico multivariado de análisis factorial para identificar y jerarquizar las dimensiones de calidad en logística percibidas por los clientes. La jerarquía resultante fue sometida a discusión y evaluación utilizando el proceso de jerarquización analítica por parte del grupo de primer nivel de la empresa proveedora. Se detectaron diferencias entre las dos jerarquías dadas por los clientes y por la empresa, excepto para una de las dimensiones, la cual corresponde al resultado fundamental del servicio en logística, que es la entrega correcta y oportuna de los pedidos. Mientras los clientes asignan mayor prioridad a aspectos de coordinación y compromiso por parte de la empresa, los directivos juzgan más relevantes los aspectos operativos de embalaje y colocación de los pedidos. Este resultado implica la necesidad de consultar al cliente antes de diseñar las estrategias de mejora para el servicio en logística. Se determinó también que la evaluación global a la empresa como proveedor depende en gran parte del servicio logístico, confirmando la relevancia actual que tiene esta área funcional de la empresa.

Palabras clave: Calidad del Servicio en Logística, Cadena de Abastecimiento, Jerarquización, Análisis Factorial, Proceso de Jerarquización Analítica.

1. Introducción

En el ambiente competitivo actual, las empresas se han enfocado a mejorar el desempeño de su cadena de suministros, más allá del enfoque tradicional de precio y calidad. Se enfatizan ahora la habilidad para reducir los tiempos de entrega, la flexibilidad para satisfacer pedidos especiales de los clientes, y fortalecer las relaciones con proveedores y clientes. Ante la relevancia que tiene actualmente la logística, numerosos autores han tratado de definir indicadores para medir su desempeño. En el trabajo de Chow, Heaver y Henriksson [1], se hace una revisión completa de trabajos publicados encaminados a definir dimensiones críticas para evaluar el desempeño en logística, encontrándose que aunque todos coinciden en la multidimensionalidad del concepto, el número de dimensiones consideradas varía, proponiéndose desde únicamente las tres que constituyen el núcleo de la logística (entrega a tiempo, entrega del pedido, entrega del producto sin

Dr. Juan Gaytán Iniestra, Departamento de Organización y Ciencias Sociales, ITESM Campus Toluca.
jgaytan@campus.tol.itesm.mx

Ing. Tania Trujillo Perzabal, Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial del ITESM Campus Toluca.

Dra. Pilar Arroyo López, Departamento de Organización y Ciencias Sociales, ITESM Campus Toluca.
parroyo@campus.tol.itesm.mx

Dr. Aleksander R. Wójcik Rojek, Departamento de Ciencias Básicas, ITESM Campus Toluca.
awojcik@campus.tol.itesm.mx

daños) hasta cinco dimensiones que amplían el alcance del concepto al considerar aspectos asociados con el soporte para la entrega del producto, estas dimensiones son: atención logística, personal, soporte al producto, flexibilidad y el manejo del inventario. Para este caso, la dimensión atención en logística incluye como subdimensiones la entrega a tiempo, la entrega del pedido correcto y la entrega del producto sin daños. No solo los académicos se han interesado en esta evaluación del desempeño logístico, más recientemente el Supply-Chain Council [2] ha propuesto también una escala de desempeño llamada SCOR que considera 13 aspectos evaluados bajo 5 facetas, 3 de ellas bajo la perspectiva de resultado entregado al cliente y 2 bajo la perspectiva de inversión y eficiencia interna. Una limitación común a los estudios anteriores [1] y [2] es que el proveedor evalúa su propio desempeño dejando fuera a la otra parte comprometida en el proceso, que es el cliente (Jobson, Schneck [3]). En un esfuerzo por incluir al cliente en el proceso de evaluación del servicio logístico, Bienstock, Mentzer y Bird [4] desarrollaron una escala válida y confiable derivada del SERVQUAL [5] para medir específicamente la calidad en el servicio de distribución física. Estos autores argumentan que el servicio en logística se da en un contexto donde el proveedor y el cliente están físicamente separados y el resultado del servicio no es intangible en su totalidad ya que este se completa con la entrega física de bienes. En consecuencia proponen que el uso de una multiescala genérica de calidad del servicio como es el instrumento SERVQUAL es inapropiado. Con base a estas ideas, Mentzer, Flynt y Kent [6] desarrollaron una escala para medir la calidad del servicio en logística que se orienta hacia dimensiones técnicas o de eventos. Utilizando una metodología equivalente a la utilizada en el desarrollo del SERVQUAL, definieron una escala válida y confiable de 25 reactivos agrupados en 9 dimensiones que cubren una visión global de la logística. Las dimensiones encontradas son: calidad de la información, procedimientos para realizar pedidos, cantidades liberadas, entregas a tiempo, exactitud de la orden, calidad de los artículos entregados, entrega sin daños, manejo de las discrepancias del pedido y calidad del personal de contacto. Aunque esta escala cubrió diversos sectores productivos, el estudio se realizó para un único proveedor (Defense Logistics Agency), por lo que su utilización a otro tipo de empresas requiere de una adecuación, en particular cuando la empresa realiza tanto la actividad de producción como la entrega del bien. Las propuestas de medición anteriores sirven de referencia para conocer cuales son las expectativas del servicio logístico y son un primer paso para reducir la discrepancia que puede existir (Zeithaml, et al. [7]) entre las expectativas de los clientes y las percepciones de los directivos de la empresa proveedora con respecto a lo que creen desean sus clientes. El conocimiento de las expectativas de los clientes debe servir para ajustar las estrategias de mejora del servicio logístico, reasignando recursos según la importancia que las distintas dimensiones de este servicio tienen para los clientes. Este trabajo tiene como objetivos: (1) la definición de un conjunto representativo de criterios que aseguren la validez de contenido de una escala para medir el desempeño logístico de una empresa que produzca y tenga el control directo de la entrega de los mismos, (2) identificar la importancia relativa (jerarquía) que tiene cada una de las dimensiones que integran el concepto calidad del servicio en logística, (3) contrastar la importancia dada por los clientes a las dimensiones con las percepciones de la gerencia de la empresa a fin de proporcionar una guía de cuáles son los aspectos a los que deberá dar prioridad para tener una mejora en sus actividades logísticas.

2. Metodología

El primer aspecto de la metodología fue la selección de una empresa que tenga una visión actual de la logística (Dornier et al. [8]) y la disposición para cooperar en este proyecto. La empresa elegida se ubica en la zona industrial de Atlacomulco, es fabricante de autopartes, además de ser una empresa madura con una cartera estable de clientes. Por razones de confidencialidad, el nombre de esta empresa no se publica.

La siguiente etapa de la metodología fue la elaboración de una multi-escala que permita la medición y jerarquización de los aspectos del servicio logístico desde la perspectiva del cliente. Después de la revisión de la literatura sobre medición del servicio logístico y utilizando la técnica de

grupo nominal (los participantes del grupo fueron los autores), se definieron 5 dimensiones preliminares para medir la calidad del servicio logístico. La importancia de estas dimensiones fue ratificada al comprobar que aparecían en la lista de aspectos generales de mejora para la calidad reportada en el QFD realizado por la empresa en noviembre de 1999. Se procedió entonces a elaborar reactivos específicos sobre una escala Likert con 5 categorías, donde 1 es “totalmente en acuerdo” y 5 es “totalmente en desacuerdo”. Estos reactivos cubren el contenido de cada una de las dimensiones propuestas a priori, las cuales se describen a continuación:

Cumplimiento de compromisos en actividades de logística. Se refiere al manejo exacto de órdenes y la canalización hacia los empleados apropiados para manejarlas en cantidad, costo y tiempo. Se elaboraron siete reactivos para evaluar esta dimensión.

Soporte del producto. Percepción del cliente para reconocer la habilidad de la empresa para garantizar la recepción de un producto de calidad y con las modificaciones especiales que puedan ser requeridas. Para evaluar esta dimensión se elaboraron 5 reactivos.

Información. Existencia de sistemas de información que permitan al cliente conocer el estatus de sus pedidos desde la toma del mismo hasta su entrega incluyendo los tiempos estimados de entrega y cotización de la orden. Nueve reactivos miden esta dimensión.

Compromiso para realizar mejoras en logística. El compromiso de empleados y empresa para destinar recursos que mejoren su desempeño logístico, incluyendo la disponibilidad de programas de mejora continua e integración de actividades internas. Siete reactivos miden esta dimensión.

Distribución física. Las actividades operativas encaminadas a hacer llegar el pedido al cliente. Cinco reactivos miden esta dimensión.

Además de los reactivos específicos para medir el desempeño logístico, se agregó un reactivo de opinión global para la empresa como proveedor, para el cual se usó una escala de 10 categorías donde 1 es “pésimo” y 10 es “excelente”.

La multiescala diseñada fue aplicada a 150 clientes escogidos al azar de la lista de las 500 empresas mas importantes que compran a la empresa en estudio. El tamaño de muestra fue elegido bajo el criterio de contar con 100 respuestas que permitan la aplicación del método estadístico multivariado planeado. El cuestionario fue enviado por fax después de un primer contacto telefónico explicando la naturaleza del proyecto. Después de un mes y una segunda llamada se obtuvo una respuesta del 72% (108 cuestionarios) la cual es aceptable y suficiente para proceder al análisis.

Los 108 instrumentos recopilados fueron codificados y sometidos a un análisis factorial, usando inicialmente el método de componentes principales para identificar el número de factores a considerar. Combinando los criterios de porcentaje de varianza explicada (se obtuvo 70.6%), valores propios mayores a uno y scree-plot se identificó como solución satisfactoria una con 7 factores. Para validar la consistencia de la solución en 7 factores y proceder a la identificación de estos, se aplicó entonces el método de Máxima Verosimilitud y posteriormente rotación VARIMAX (Johnson et al. [9]). El uso de esta metodología multivariada permitió la eliminación de reactivos que no concuerdan con el resto de la multiescala propuesta, la reubicación de reactivos en nuevas dimensiones más congruentes con la percepción de los clientes y la asignación de niveles de importancia a cada dimensión según el orden de extracción de cada factor. El análisis factorial sugirió la conveniencia de subdividir algunas de las dimensiones definidas a priori (compromiso, información y soporte del producto), proponiéndose una jerarquía con siete dimensiones. Para cada dimensión se verificó su confiabilidad interna, calculándose el alfa de Cronbach por dimensión y para la escala completa.

La jerarquía obtenida después de aplicar análisis factorial, fue presentada en el formato de trabajo del método conocido como Proceso de Jerarquización Analítica (AHP, Saaty [10]), el cual consiste en realizar comparaciones pareadas sobre elementos en la estructura jerárquica para llegar a establecer el nivel de importancia de cada atributo. Para realizar este proceso, se trabajó en una sesión dirigida por dos de los autores con nueve participantes que ocupan puestos en el primer nivel de la empresa, utilizándose para integrar las opiniones de los participantes la media

geométrica (Saaty [11]). Para recabar las opiniones de los participantes en la sesión se utilizaron formatos como el ejemplificado en la figura 1. Cada participante realiza comparaciones pareadas e indicando su preferencia sobre una escala de nueve categorías. El número “1” es el inicio de la escala e indica que los dos atributos en comparación se juzgan igualmente importantes, en tanto la categoría 9 al final de la escala indica que el primer atributo es absolutamente más importante que el segundo. Cada participante elabora un juicio individual y reporta su evaluación marcando en la figura 1 hacia la izquierda si el primer atributo es considerado más importante que el segunda, y seleccionando sobre las categorías a la derecha cuando el segundo atributo es más importante que el primero.

Figura 1. Formato para captura de juicios comparando los atributos por pares

Factor1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Factor 2	
	Mejor Factor 1										Mejor Factor 2								

Se aceptaron los juicios de cada participante sólo cuando el cociente de consistencia resultó ser menor o igual a 0.1, que es lo recomendado por Saaty [11]. Una vez aceptados los juicios, se utilizó la media geométrica para combinarlos y obtener las prioridades globales del grupo. El resultado fue una jerarquía para la empresa, la cual fue contrastada con la obtenida para los clientes, para identificar diferencias relevantes entre las percepciones de clientes y empresa. Finalmente, se usaron las siete dimensiones de desempeño logístico para predecir la opinión global de la empresa como proveedor, empleando una regresión lineal múltiple y calculando el coeficiente de determinación.

3. Resultados

La revisión de las comunalidades de cada reactivo en la solución con 7 factores llevó a la eliminación de tres reactivos cuyas comunalidades son inferiores a 0.3; uno de los reactivos correspondiente a la dimensión soporte del producto y dos a la de información. El análisis de la estructura de la matriz de cargas rotada, permitió re-estructurar las dimensiones a priori. La dimensión “cumplimiento de los compromisos en actividades de logística” fue el primer factor extraído y conservó los mismos reactivos. Para la dimensión de “soporte del producto” tampoco hubo cambios considerables y sólo un reactivo se reubicó en una nueva dimensión que se identificó posteriormente sobre la base de su contenido como “coordinación interna”. La dimensión de “información” se subdividió en dos, una específica a información con respecto al estatus del pedido (tres reactivos) y la otra particularizando a información sobre existencia en inventario (2 reactivos), los otros dos reactivos que inicialmente constituían esta dimensión fueron re-ubicados en una dimensión denominada “proceso de órdenes y su entrega”. La dimensión de “compromiso para mejoras en logística” conservó 4 de los 7 reactivos iniciales, y los otros tres forman parte de la nueva dimensión denominada “coordinación interna”. Finalmente, a la dimensión inicialmente llamada “distribución física” se le agregaron dos reactivos lo cual redefine su alcance, por lo cual fue re-nombrada como “proceso de órdenes y su entrega”.

En la tabla 1 se describen las características de las nuevas dimensiones re-estructuradas después de la aplicación del análisis factorial. La última columna de la tabla muestra los porcentajes de la varianza original de la información explicada por cada uno de los factores o dimensiones, entre mayor el valor de este porcentaje es mayor la importancia de esa dimensión. Nótese que los primeros tres factores prácticamente tienen la misma importancia para el cliente y en consecuencia la mejora en estas dimensiones dará como resultado una mejora en la percepción del desempeño. La cuarta dimensión (proceso de órdenes y su entrega) es casi tan importante como las otras tres, y en conjunto representan los aspectos críticos para los clientes en cuanto a su visión sobre un buen servicio logístico. Nótese que los aspectos prioritarios para los clientes son

aspectos estratégicos de definición de compromisos para mejora y buena coordinación interna, así como resultados tangibles del servicio logístico (entrega oportuna de órdenes correctas); en tanto que aspectos totalmente operativos como la información sobre estatus del pedido, existencia del producto y métodos de embalaje, son los menos relevantes.

Para contrastar la relevancia de las dimensiones derivadas de la evaluación de los clientes con la importancia que a estas mismas dimensiones le asigna la empresa proveedora se construyó una estructura jerárquica donde en el nivel uno se tienen las siete dimensiones llamadas atributos en el Proceso de Jerarquización Analítica (PJA) y en el nivel dos los subatributos que explican el contenido de cada atributo. La jerarquía obtenida al aplicar el PJA se muestra en la tabla 2.

La primera dimensión, que es el cumplimiento de compromisos en actividades de logística es tanto para los clientes como para la empresa, la dimensión más importante, lo cual es explicable ya que corresponde al elemento central de la actividad logística. Las dimensiones donde se dieron los cambios más notables (en negritas en la tabla 2), son *Compromisos para realizar mejoras en logística* y *Soporte para el envío*, lo que significa que la empresa le está dando más prioridad a las actividades operativas que a los aspectos de mayor valor estratégico y de mayor reconocimiento por los clientes. Se observa también que las magnitudes de importancia para resultados y aspectos estratégicos son casi iguales para los clientes, en tanto que la empresa asigna mucho más peso a *Cumplimiento de compromisos* en actividades de logística con relación a las otras dimensiones.

Tabla 1. Dimensiones de la calidad del desempeño en logística para los clientes

Descripción del factor	Número de reactivos	Rango de cargas de reactivos en factor	Porcentaje de varianza explicada
Cumplimiento de compromisos en actividades de logística	7	0.401-0.846	12.7
Compromisos para realizar mejoras en logística	4	0.468-0.868	12.6
Coordinación interna	5	0.464-0.689	12.5
Proceso de órdenes y su entrega	6	0.366-0.750	11.9
Información sobre existencia de productos	2	0.692-0.800	10.4
Soporte para el envío	3	0.540-0.803	7.2
Información de estatus del pedido	3	0.439-0.505	3.3

Tabla 2. Prioridades del grupo directivo para las dimensiones del desempeño en logística

Descripción del atributo	Relevancia combinada (media geométrica)	Prioridad dada por la empresa	Prioridad dada por los clientes
Cumplimiento de compromisos en actividades de logística	0.2512	1	1
Compromisos para realizar mejoras en logística	0.1216	5	2
Coordinación interna	0.1283	4	3
Proceso de órdenes y su entrega	0.1705	2	4
Información sobre existencia de productos	0.0809	7	5
Soporte para el envío	0.1303	3	6

Información de estatus del pedido	0.1172	6	7
-----------------------------------	--------	---	---

Como es usual cuando se elaboran escalas de medición para evaluar percepciones de un servicio, se calculó el coeficiente de confiabilidad interna alfa de Cronbach para cada una de las siete dimensiones identificadas. La tabla 3 muestra los resultados obtenidos, los cuales llevan a obtener un alfa global de 0.8364, que es aceptable para garantizar la confiabilidad del instrumento.

Tabla 3. Coeficientes de confiabilidad interna para las dimensiones del instrumento usado

Dimensión	Número de reactivos	Coeficiente de correlación promedio	Alfa de Cronbach
Cumplimiento de compromisos en actividades de logística	7	0.486	0.869
Compromisos para realizar mejoras en logística	4	0.545	0.827
Coordinación interna	5	0.570	0.869
Proceso de órdenes y su entrega	6	0.522	0.867
Información sobre existencia de productos	2	0.729	0.729
Soporte para el envío	3	0.531	0.772
Información de estatus del pedido	3	0.797	0.922

Finalmente, se investigó la relación que existe entre la opinión global de los clientes hacia la empresa como proveedor y la percepción de su desempeño en logística considerando las siete dimensiones encontradas. La regresión fue significativa ($p < 0.001$) resultando con un coeficiente de determinación ajustado de 0.492, lo que significa que alrededor del 50% de la evaluación que se le hace a la empresa como proveedor, se explica en términos de su desempeño en logística. No todas las dimensiones tuvieron coeficientes de regresión significantes, pero tres de las cuatro identificadas como de alta prioridad para los clientes resultaron con coeficientes de regresión altamente significantes. Estas dimensiones son Cumplimiento de compromisos en actividades de logística, Coordinación interna y proceso de órdenes y su entrega. La magnitud de los coeficientes concuerda con la prioridad asignada a través del análisis factorial, lo que confirma la importancia que los clientes asignan a las actividades de logística cuando califican a su proveedor.

4. Conclusiones

Como resultado de este estudio, se corrobora la multidimensionalidad del concepto calidad del servicio de logística. La visión clásica de entender la logística como las actividades de entrega de productos es limitada para el contexto actual en el cual es necesario contar con una gran coordinación entre los diferentes actores, la medición del desempeño, y el compromiso de la empresa para contar con el personal y recursos adecuados. En particular para los clientes de la empresa en estudio, estas actividades de integración y compromiso tienen una prioridad tan alta como el mismo proceso de entrega de bienes, coincidiendo con la tendencia actual para definir la logística. En contraste, los ejecutivos a cargo de esta actividad en la empresa, tienen una visión más conservadora, dando prioridad al aspecto básico de entrega de bienes y a las actividades operativas como es el proceso de órdenes y la preparación de los artículos para su entrega. Esta diferencia entre clientes y proveedor puede ser problemática ya que la empresa se enfoca a mejorar los aspectos que juzga más relevantes y que no necesariamente dan un valor agregado desde el punto de vista de los clientes (Rust, et al. [12], Zeithaml [13]). En un modelo de enfoque hacia el cliente, la estrategia de mejora en logística debe diseñarse tomando en cuenta las expectativas del cliente y asignándoles mayor prioridad a aquellas que le agreguen mayor valor al servicio desde el punto de vista del cliente.

El uso de herramientas cuantitativas como Análisis Factorial y el Proceso de Jerarquización Analítica probaron ser útiles en la obtención de prioridades objetivas para las dimensiones que integran el concepto de servicio en logística. El Proceso de Jerarquización Analítica tiene la ventaja de permitir la integración de juicios emitidos por diferentes participantes y obtener como producto una jerarquía única y consistente. Este método tiene la ventaja de ser interactivo y lograr resultados en una única sesión. Sin embargo, demanda la presencia física de todos los participantes y sólo se puede usar con un número reducido de personas. En este estudio, esta técnica fue viable sólo para el grupo directivo de la empresa, pero dada la problemática de reunir y trabajar simultáneamente con un gran número de clientes, resultó más apropiado recurrir al Análisis Factorial y utilizar datos de una encuesta por correo para construir la jerarquía de los clientes.

La calidad de las actividades en logística es además un aspecto importante en la evaluación global que los clientes hacen a su proveedor, explicando el 50% de la variabilidad en la calificación general asignada a la empresa bajo estudio. Esto es indicativo de que no sólo los aspectos de precio y calidad del producto son relevantes para los clientes, sino que también es crítico que el producto solicitado sea entregado en las condiciones requeridas por los clientes y en un tiempo oportuno.

5. Bibliografía

- [1] Chow, G., Heaver, T.D., Henriksson, L.E., "Logistics Performance: Definition and Measurement", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(1): 17-29, (1995).
- [2] Supply-Chain Operations Reference-model. Overview of SCOR, version 4.0. Supply Chain Council, Inc., Pittsburgh, PA., (2000).
- [3] Jobson, J.D., Schneck, R., "Constituent Views of Organizational Effectiveness: Evidence from Police Organizations", *Academy of Management Organization*, 25(1): 25-46, (1982).
- [4] Bienstock, C.C., Mentzer, J.T., Bird, M.M., "Measuring Physical Distribution Service Quality", *Journal of the Academy of Marketing Science*, 25(1): 31-44, (1997).
- [5] Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L., "SERVQUAL: A Multiple-Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality", *Journal of Retailing*, 63(1): 12-37, (1988).
- [6] Mentzer, J. T., Flynt, D.J., Kent, J.L., "Developing a Logistics Service Quality Scale", *Journal of Business Logistics*, 20(1): 9-32, (1999).
- [7] Zeithaml, V.A., Parasuraman, A., Berry, L., "Calidad Total en la Gestión de Servicios: Cómo lograr equilibrio entre las Percepciones y las Expectativas de los consumidores". Díaz de Santos, Madrid (1992).
- [8] Dornier, P., Ernest, R., Fender, M., Kuevellis, P. *Global Operations and Logistics*, John Wiley, N.Y., (1998).
- [9] Johnson R.A., Wichern, D.W., *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Second Ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.,(1999).
- [10] Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Book Co., NY., (1980).
- [11] Saaty, T.L., "Group Decision Making and the AHP", in B.L. Golden Ed., *The Analytic Hierarchy Process*. Springer-Verlag, (1989).
- [12] Rust, R.T., Zeithaml, V.A., Lemonds, K.M., *Driving Customer Equity: How Customer Lifetime Value is Reshaping Corporate Strategy*, The Free Press, (2000).
- [13] Zeithaml, V.A., "Consumer Perceptions of Price, Quality and Value: A means-End Model and Synthesis of Evidence", *Journal of Marketing*, 52(3): 2-22, (1988).

Un enfoque cuantitativo para controlar el desarrollo de Proyectos de Sistemas de Aseguramiento de Calidad

César Camacho Montoya, Rosa María Martínez Portilla

Hay varios puntos de vista conflictivos respecto a la mejor manera de administrar cualquier proyecto. Sin embargo, tanto los teóricos como los administradores o responsables de proyectos están de acuerdo en que la buena administración requiere el control eficaz, ya que una combinación de objetivos bien planificados, organización fuerte, dirección capaz, y motivación, tendrá poca probabilidad de éxito a menos que exista un sistema de control adecuado; esto debido a que a través del control se facilita asegurar que se estén ejecutando los planes actuales y que los futuros se desarrollen más eficazmente.

Considerando que el sistema de control en un proyecto de desarrollo e implantación de un Sistema de Aseguramiento de Calidad, es un factor crítico para el éxito del mismo, el presente trabajo tiene el propósito de desarrollar un mecanismo para dar seguimiento cuantitativo y controlar el nivel de avance de un sistema de este tipo durante el proceso de documentación e implantación, en función del plan general de actividades del proyecto y/o requerimientos específicos. Se incluyen en este artículo dos metodologías basadas en indicadores cuantitativos para dar seguimiento y controlar el grado de avance global, por etapa del proyecto, por área o por elemento de la norma o requerimiento. El despliegue gráfico de indicadores permite tanto al líder del proyecto como a todos los involucrados visualizar con claridad el nivel de avance logrado en comparación con la meta programada.

Palabras clave: Administración de proyectos, Monitoreo y Control, Sistema de Aseguramiento de Calidad.

1. Introducción

El proceso de documentar y llevar a la práctica un Sistema de Aseguramiento de Calidad - tal como ISO 9000, QS 9000, AIB, entre otros-, no es un proceso que se da de un día para otro, sino que son meses los que lleva desarrollar el proyecto completamente, y durante el transcurso de ese tiempo es recomendable que se dé seguimiento y se controle el avance del mismo en función del plan inicialmente desarrollado por los responsables. Sin embargo, en palabras textuales de Frank Voehl:

“La búsqueda en pos del registro ISO 9000 sin un sistema de medición que le acompañe puede parecerse al proverbial disparo en la oscuridad: todo el mundo sabe a dónde quiere ir, pero nadie está seguro de los kilómetros recorridos hasta el momento ni de la distancia que falta por recorrerse. La medición concentrada puede actuar no sólo como el integrador, sino también como el supervisor del progreso. Nunca se nos ocurriría conducir un automóvil a lo largo de distancias largas sin verificar el medidor de gasolina. No obstante, sucede con excesiva frecuencia que el registro ISO 9000 puede quedarse sin gasolina porque no se colocó un medidor en el sitio apropiado desde un principio para vigilar el progreso realizado” [5]

Los sistemas de medición deben cumplir con ciertas características que hagan más valiosa su aplicación, y precisamente las metodologías aquí mostradas pretenden ser una opción importante para las empresas que deseen utilizar un sistema de medición que les permita dar seguimiento y controlar el desarrollo de su Sistema de Aseguramiento de Calidad.

Este trabajo tiene el propósito de desarrollar una metodología para dar seguimiento cuantitativo y controlar el nivel de avance de un sistema de aseguramiento de calidad durante el

proceso de documentación e implantación, en función del plan general de actividades del proyecto y/o de requerimientos específicos. La metodología a desarrollar debe tener las siguientes características: ser flexible para poderse adecuar a cualquier sistema de aseguramiento de calidad, enfocarse a puntos estratégicos del sistema de aseguramiento de calidad, proporcionar información suficiente para conocer el área y/o personal que está cumpliendo o incumpliendo con su parte del proyecto, utilizar lenguaje gráfico para mostrar el estatus del proyecto y arrojar datos numéricos.

2. Metodología

Partiendo de tópicos de Planeación, Recursos Humanos y Control, se definieron los siguientes pasos de un modelo genérico para más adelante desarrollar metodologías de monitoreo y control que sirviera de guía para ejecutar proyectos de desarrollo e implantación de Sistemas de Aseguramiento de Calidad, abarcando desde la planeación del mismo hasta la ejecución de las actividades en cumplimiento con las estrategias establecidas de tal forma que permita al líder del proyecto dirigir esfuerzos de manera estratégica para que el proyecto sea un éxito:

Planeación del Proyecto: Requisito previo y fundamental para el éxito en la ejecución de los proyectos. Consiste en que una vez que se ha tomado la decisión de desarrollar un sistema de aseguramiento de calidad, se tiene que realizar la planeación, para lo cual el Director General y/o el líder del proyecto deben fijar los objetivos y las metas a lograr, así como el tiempo, los recursos que se invertirán y la organización que se tendrá para la ejecución del plan.

Establecimiento y ejecución de estrategias: Definición de acciones y actividades a realizar como parte de una estrategia de planeación, a través de la cual se sigue un procedimiento sistemático que conduce al logro de los objetivos planeados.

Definición de variables críticas: Inicia el sistema de monitoreo y control. Consiste en la definición de variables por etapa del proyecto, por área o departamento, por requerimiento del sistema de aseguramiento de calidad, entre otros. Dicha variable debe ser representativa y cuantificada para facilitar su seguimiento y así otorgar información objetiva del estatus del proyecto.

Medición del desempeño: Determinar el valor de cada variable crítica, de tal forma que permite fingir como instrumento de supervisión, obligando a cumplir planes o a fundar nuevos planes de uso futuro.

Análisis del desempeño vs. plan: Revisión del estatus de las variables críticas para identificar las desviaciones entre lo planeado y lo logrado en la ejecución.

Ejecución de acciones correctivas y Continuación de la Implantación: El tomar acciones a tiempo ayuda a que la implantación siga su curso.

3. Resultados y Discusión

Con los pasos anteriores, se obtuvo el siguiente modelo genérico, y se definieron aspectos importantes que ayudan a definir y monitorear cada etapa:

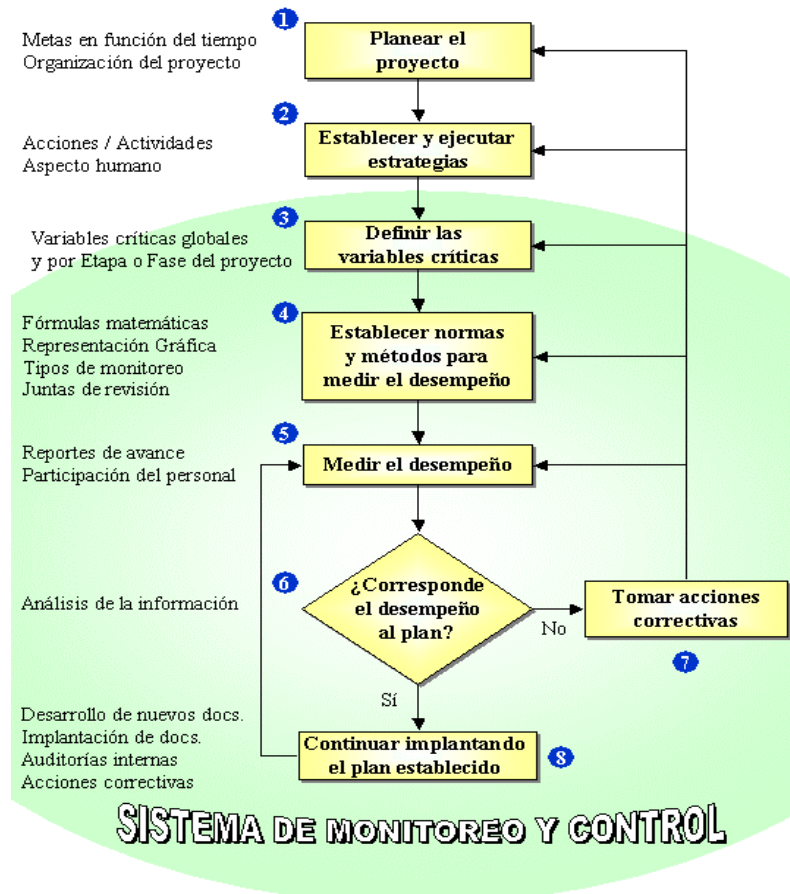


Figura 1. Modelo genérico.

Partiendo del modelo anterior se desarrolló la **primer metodología** que permite obtener gráficos con información cuantitativa relevante al nivel de avance del sistema de aseguramiento de calidad.

Algunas de las gráficas emitidas como parte de la metodología son las siguientes:

- a) Gráfica de barras del nivel de avance por requerimiento de la norma o del sistema de aseguramiento de calidad a desarrollar.
- b) Gráfica de “pastel” del nivel de avance global del proyecto.
- c) Gráfica de barras del nivel de avance por área o departamento de la organización.
- d) Gráfica de barras del nivel de avance por tipo de documento del sistema de aseguramiento de calidad.
- e) Gráfica de barras que compara mensualmente el nivel de avance global planeado vs. el nivel de avance real.
- f) Gráfica de control que compara continuamente el nivel de avance real con respecto al plan.
- g) Gráfica de control que monitorea el nivel de participación mensual del personal.

La **segunda metodología** al igual que la anterior se apoya en representaciones gráficas para desplegar el nivel de avance en el proyecto, pero su fundamento principal consiste en utilizar un código de colores para las principales etapas que son la documentación y la de implantación.

Los criterios para la evaluación se describen en la siguiente tabla de verdad:

DOCUMENTACIÓN		IMPLANTACIÓN		EVALUACIÓN
Rojo	+	Rojo	=	Rojo
Rojo	+	Amarillo	=	Rojo
Rojo	+	Verde	=	Rojo
Verde	+	Rojo	=	Rojo
Verde	+	Amarillo	=	Amarillo
Verde	+	Verde	=	Verde
Amarillo	+	Rojo	=	Rojo
Amarillo	+	Amarillo	=	Amarillo
Amarillo	+	Verde	=	Amarillo

Tabla 1. Criterios para la evaluación.

Como resultado de la aplicación de esta segunda metodología, se pueden obtener gráficas como las que se ilustran a continuación.

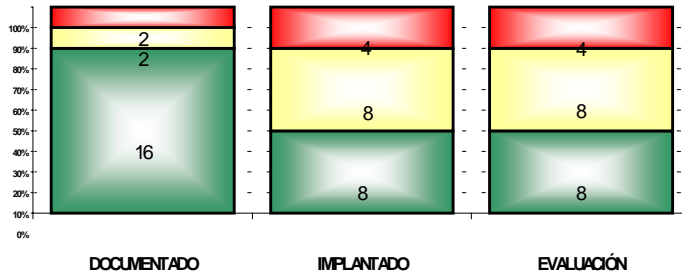


Figura 2. Gráfica que muestra el estatus por sección o área del sistema de aseguramiento de calidad.

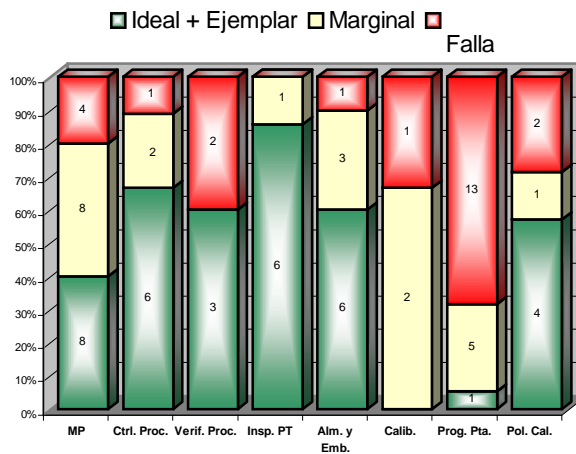


Figura 3. Gráfica que muestra el estatus de las evaluaciones de cada sección o área del sistema de aseguramiento de calidad completo.

Este tipo de gráficos no sólo muestra una forma cuantitativa de presentar a la Dirección los avances de los proyectos, sino que también provee la confianza a los clientes de conocer cuantitativamente el estatus de los sistemas de aseguramiento de calidad en proceso de

implantación, sobretodo considerando que la mayoría de las organizaciones busca implantar un sistema de aseguramiento de calidad debido a exigencias de sus propios clientes.

Algunos aspectos positivos de estas metodologías son:

- a) Flexibilidad, dado que se pueden adecuar a cualquier sistema de aseguramiento de calidad (ISO 9000, QS 9000, AIB, entre otros) y permiten reaccionar con rapidez ante situaciones no previstas.
- b) Se pueden utilizar como instrumentos de supervisión, dado que proporcionan información suficiente para saber la sección, el requerimiento, el área o la persona que está retrasando el proyecto.
- c) Utilizan un lenguaje gráfico para mostrar el estatus del proyecto, con lo cual se facilita el entendimiento del mismo, e incluso en algunos casos permite analizar tendencias.
- d) Permiten tener control de dirección (control anticipatorio), con lo que se pueden descubrir las desviaciones del plan general de actividades o de la meta y facilitan que se hagan correcciones antes de completarse determinada serie de acciones. Este tipo de control es de especial importancia puesto que además de detectar desviaciones del plan o la meta, pueden ser aprovechados por el responsable del proyecto para variar el flujo de los recursos hacia donde serán más provechosos dependiendo del estatus del proyecto.
- e) El costo de implementar ambas metodologías es mínimo.
- f) Metodologías fáciles de entender, que por su sencillez provocan aceptación por los miembros de la organización.
- g) Permiten conocer cuantitativamente en todo momento el nivel de avance del proyecto.
- h) Promueven la comunicación y la retroalimentación a través de informes de control al director, al Comité ISO, a la Fuerza Táctica y a todo el personal de la empresa.
- i) Ambas metodologías pueden usarse como herramientas de diagnóstico de Sistemas de Aseguramiento de Calidad o como herramientas para emitir resultados de auditorías internas.

Se pueden mencionar las siguientes limitaciones:

- a. En la primer metodología existen excesivas mediciones.
- b. Puede darse el caso de que en el % de avance global del proyecto sea menor en un mes determinado en comparación con los meses pasados, esto a pesar de tener la misma o mayor cantidad de documentos elaborados, revisados, aprobados, capacitados, implantados y auditados. Esto es debido a que la *cantidad de documentos* que constituirán el sistema de aseguramiento de calidad puede incrementarse, y esta es una variable muy importante, dado que todos los % de avance del sistema de monitoreo y control se obtienen en función de la cantidad de documentos.
- c. Ninguna metodología garantiza que el proyecto cumpla satisfactoriamente con los requerimientos de algún sistema de aseguramiento de calidad en particular, ya que depende fuertemente de la planeación y del criterio del líder del proyecto para evaluar el cumplimiento. Por lo que una forma de darle mayor valor al sistema de seguimiento y control es mediante una planeación realizada por una persona experta en el sistema de aseguramiento de calidad que se pretenda desarrollar; en otras palabras, para garantizar el éxito del proyecto se requiere de una buena planeación realizada por una persona experta en el tema.

4. Conclusiones

Una planeación adecuada en combinación con un sistema de seguimiento y control eficaz – que sirva para detectar desviaciones oportunamente, indicar responsables y señalar puntualmente la falla, apoyándose en gráficas- facilita el éxito del proyecto, pues da información que permite que se tomen decisiones oportunamente para cumplir en tiempo y forma con lo planeado.

A mayor compromiso mostrado por el personal en las juntas y en la entrega de documentos, se tiene un mayor avance en el proyecto de desarrollo e implantación del sistema de aseguramiento de calidad.

Monitorear la participación y la disciplina del personal motiva fuertemente a cumplir de forma oportuna con los compromisos relacionados al proyecto.

Llevar un sistema de seguimiento y control causan una impresión muy positiva tanto en el director como en el resto del personal de la organización, puesto que el proyecto se desarrolla bajo la certidumbre de saber cuantitativamente el nivel de avance actual, qué es lo que ya se realizó y qué falta por hacer.

Algunas acciones que se pueden considerar para investigaciones futuras son las siguientes:

- a) Desarrollo de un software que integre y automatice ambas metodologías.
- b) Desarrollo de un sistema de seguimiento y control enfocado únicamente a la participación y al compromiso del personal para determinar el grado de correlación que hay entre participación y avance.
- c) Validar ambas metodologías en otros proyectos que no necesariamente sean de sistemas de aseguramiento de calidad.

Bibliografía

1. Barnes, Frank C. "ISO 9000 MYTH and REALITY: A Reasonable Approach to ISO 9000". SAM Advanced Management Journal, Spring 1998.
2. Cleland, David I., "Manual para la Administración de Proyectos", Compañía Editorial Continental, S.A: de C.V. México, 1990.
3. Dent, Eric; Galloway, Susan. "Challenging Resistance to Change". The Journal of applied behavioral science. Vol. 35 No. 1, March 1999.
4. Uman, David B: "Planeación y control de nuevos proyectos". Editorial Técnica, S.A. México, 1971.
5. Voehl, Frank; Jackson, Peter; Ashton David. "ISO 9000 Guía de Instrumentación para Pequeñas y Medianas Empresas". McGraw Hill, México 1997.

DISEÑO ECONÓMICO DEL GRÁFICO DE CONTROL DE PROMEDIOS USANDO MUESTREO ADAPTATIVO

Alberto Caballero Gómez, Humberto Cantú Delgado.

Los gráficos de control son utilizados en la actualidad como la herramienta estadística más importante para el control estadístico de procesos, su uso se fundamenta en considerar aspectos prácticos que facilitan la obtención de datos, sin embargo no se consideran los riesgos relacionados (error tipo I y error tipo II), los costos relevantes y tampoco considera aspectos dinámicos que ocurren dentro del proceso como la aparición de causas especiales de variación. Existen modelos económicos para el diseño de gráficos de control que consideran los riesgos relacionados; así mismo, existen modificaciones al uso tradicional de los gráficos de control que disminuyen el tiempo de detección de una causa especial de variación. Este artículo presenta un modelo económico para el diseño de gráficos de control, modificado por una estrategia de muestreo que mejora la potencia del mismo, se realiza una comparación económica para observar si nos representa ventajas económicas con respecto al uso tradicional.

Palabras clave: Control estadístico de proceso, Diseño económico, Muestreo adaptativo, Modelo de Duncan.

1. Introducción

El Dr. Walter A. Shewhart [1] propuso la utilización de gráficos para mantener un proceso bajo control estadístico, su criterio estuvo basado en los beneficios económicos que se obtendrían al tener un proceso en control estadístico considerando los costos involucrados.

Acheson J. Duncan [2] desarrolló un modelo económico completo para el diseño óptimo de un gráfico de control de \bar{X} ; su diseño consiste fundamentalmente en la determinación de los parámetros como son: tamaño de la muestra (n), frecuencia de muestreo (h) y la distancia entre los límites de control (k). Este diseño propuesto no ha sido utilizado en la práctica debido principalmente a la dificultad por realizar cálculos estadísticos complejos en forma manual.

Trabajos recientes han comprobado que el modelo óptimo para el control de procesos debe ser de tipo dinámico, que responda rápidamente a los cambios en la aparición de causas especiales de variación que se presentan en la realidad. Runger y Pigniatello [3] desarrollaron un concepto de muestreo dinámico del tipo probabilístico, al que llamaron " Muestreo Adaptativo" . Ellos proponen un proceso de muestreo adaptable, el cual hace variar el tiempo de espera (intervalo de muestreo h) para tomar muestras en base al comportamiento histórico del proceso. Este tipo de muestreo presenta características importantes que disminuyen el tiempo para encontrar una causa asignable, por lo tanto tiene repercusiones en el modelo económico del proceso.

El propósito de este artículo consiste en incorporar los conceptos de muestreo adaptativo en el modelo económico de Duncan para el diseño de gráficos de control comparando los resultados obtenidos y observando las ventajas ofrecidas por este procedimiento.

MC Alberto Caballero Gómez, Departamento de Ingeniería Industrial, ITESM Campus Monterrey.

acaballe@campus.mty.itesm.mx

Dr. Humberto Cantú Delgado, Director del Centro de Calidad, ITESM Campus Monterrey. hcantu@campus.mty.itesm.mx

2. Teoría general de gráficos de control

De acuerdo al Dr. Shewhart se debe de entender que un proceso está controlado cuando a través de los datos obtenidos de las mediciones a las variables del proceso, se puede predecir al menos dentro de ciertos límites, su comportamiento en el futuro; entendiéndose por predicción como la probabilidad de que los datos que se observarán aparezcan dentro de los límites dados. Diseñar un gráfico de control consiste en especificar los límites de control, determinar el tamaño de la muestra y la frecuencia del muestreo.

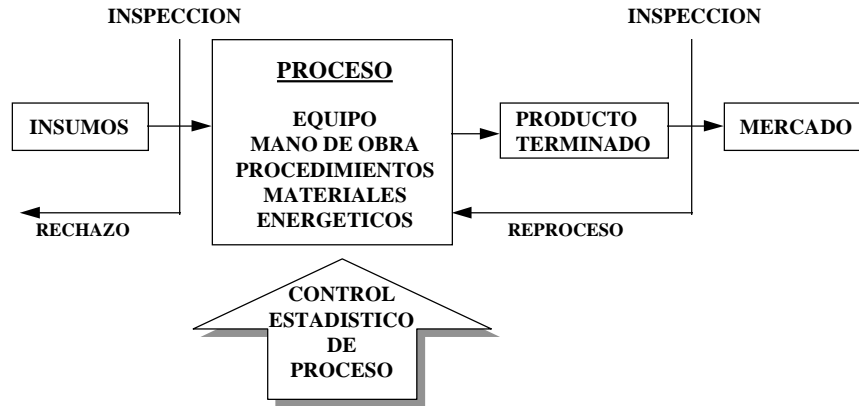


Figura 1. Diagrama de un proceso de producción típico.

Límites de control: Los límites de control nos indican la probabilidad de que los datos caigan fuera de ellos debido a causas comunes de variación. Para su diseño se le relaciona con el error TIPO I (α), a través de la ecuación:

$$\alpha = 2\Phi(-k),$$

donde Φ representa la función de distribución acumulada de la distribución normal estándar. Tradicionalmente se ha escogido el valor de $k=3$, lo que nos representa una probabilidad de 0.0027 de que un punto caiga fuera de los límites de control debido a causas comunes, esto es la probabilidad de cometer el error TIPO I.

Tamaño de la muestra: El tamaño muestral está referido a la potencia o el poder de la gráfica ($P=1-\beta$) para detectar un cambio en particular en el promedio de los datos obtenidos. Esto se relaciona a través de la siguiente ecuación:

$$1 - \beta = \Phi[\delta\sqrt{n} - k] + \Phi[-\delta\sqrt{n} - k]$$

Para valores de $k=3$ y un tamaño de muestra $n=5$ proporciona una baja probabilidad de cometer el error TIPO II (β), para cambios en la media de magnitud $\delta \geq 2$.

Frecuencia de muestreo: El diseño de la frecuencia de muestreo no se trata analíticamente. Para diseñar esta variable se consideran diferentes factores como: la tasa de producción, horario del personal de producción, la frecuencia esperada de los estados fuera de control. La determinación de este parámetro también está relacionada con el tamaño de la muestra y su diseño conjunto depende principalmente de la magnitud del cambio, siendo la mejor opción tomar muestras grandes a intervalos cortos, pero no es económicamente factible, por lo que dependiendo de la magnitud de cambio se toman muestras pequeñas a intervalos cortos o muestras grandes a intervalos largos. En procesos de manufactura con grandes volúmenes de producción es común utilizar muestras pequeñas a intervalos cortos.

Largo de corrida promedio: El largo de corrida promedio (ARL) es el tiempo promedio que se pasa antes que el gráfico de control indique un estado fuera de control, dado que ya ocurrió el cambio. El largo de corrida promedio es una medida del desempeño de la gráfica. El cálculo de este valor se realiza por medio de la ecuación:

$$ARL = \frac{1}{1 - P}$$

3. Modelo económico propuesto por Duncan

A. J. Duncan [2] desarrolló el modelo económico para un gráfico de control de \bar{x} , éste trabajo propone un criterio de optimización que consiste en maximizar el ingreso neto esperado por unidad de tiempo de un proceso. El modelo tiene el siguiente desarrollo. Un proceso está bajo control estadístico supervisado por un gráfico de control de \bar{x} , con media μ_0 y desviación estandar σ , es afectado al azar por una causa asignable única de magnitud δ que provoca un cambio en la media del proceso de μ_0 hacia $\mu_0 + \delta\sigma$ o $\mu_0 - \delta\sigma$.

Se toman muestras de tamaño n a intervalos h (horas). Se considera la existencia de una causa asignable cuando un punto cae fuera de los límites $\mu_0 \pm k(\sigma/\sqrt{n})$ y se procede a la búsqueda, durante la cual el proceso no se detiene sino hasta que se encuentra la causa. Los parámetros μ_0 , δ y σ se consideran conocidos y las variables de diseño son n , h y k .

La ocurrencia de la causa atribuible sigue un proceso Poisson con una tasa de ocurrencia λ por hora, por lo tanto el período esperado bajo control es $1/\lambda$. El tiempo esperado de ocurrencia de la falla entre las muestras j y $j+1$ es τ .

El modelo divide el ingreso neto en el ciclo de producción entre el tiempo esperado del ciclo. El ciclo de producción inicia cuando el proceso está bajo control y termina cuando se ha efectuado un ajuste debido a la eliminación de una causa asignable. El ciclo está dividido en cuatro partes: período bajo control, período fuera de control, tiempo para tomar una muestra e interpretar los resultados y tiempo para encontrar la causa atribuible. También usa una función de costos integrada por: el ingreso neto por operación en estado de control, el ingreso neto por operación en estado fuera de control, costo de muestreo y costo de encontrar una causa asignable y de buscar falsas alarmas. A partir de estas dos funciones genera una función que representa la pérdida esperada por hora del proceso y la optimización del modelo consiste en minimizar ésta función de pérdida por hora del proceso.

Duncan realizó una comparación del diseño económico con un diseño arbitrario de valores $n=5$, $h=1$ y $k=3$, para varios conjuntos de parámetros del sistema, obteniendo penalizaciones costosas para el criterio arbitrario [2].

4. Muestreo adaptativo para el control de procesos.

El proceso del Muestreo Adaptativo consiste en disminuir la frecuencia de muestreo si se observan puntos cercanos a la media del proceso, y aumentar la frecuencia si se encuentran cercanos a los límites de control, esto producirá una reducción importante para la detección de los cambios del proceso.

La forma de comparar este tipo de frecuencia de muestreo con una prueba de un gráfico de control (con intervalo de muestreo fijo) es a través de la eficiencia ó el ARL. Runger y Pigniatello [3] muestran valores comparativos para los dos tipos de muestreo variable con el proceso común de un gráfico de control y concluyen que se puede disminuir considerablemente tiempo de detección de una causa especial de variación.

Descripción del muestreo adaptativo: Un número de funciones $s(Z_i)$ de tiempo de espera pueden ser utilizadas para el esquema del control adaptativo (Z_i representa la media de la muestra normalizada), sin embargo la opción óptima para este procedimiento consta de dos niveles, uno mínimo (m) y otro máximo (M). Esto nos representa una gran simplicidad de cálculos en su implantación, ya que solo divide el gráfico de control en tres zonas.

Sea ' m ' el mínimo tiempo posible entre muestras. Este valor es el tiempo más corto entre subgrupos, que pudiera ser el tiempo necesario para tomar una muestra, inspeccionarla, analizar los resultados y cualquier otra demora propia del proceso para muestrear.

Sea ' M ' la cantidad máxima de tiempo en que el ingeniero de control de proceso indica que puede operar sin muestreo. Esta cantidad puede variar dependiendo de las necesidades de operación del proceso.

Sea ' w ' la línea que delimita la zona de intervalo de muestreo, por simetría w - limitará en el otro lado de la gráfica, donde $w \leq k$.

La función de tiempo de espera para muestrear tendrá la siguiente operación:

- Si $LIC \leq Z_i \leq -w$, entonces la muestra se toma al mínimo tiempo de espera.
 - Si $-w \leq Z_i \leq w$, entonces la muestra se toma al máximo tiempo de espera.
 - Si $w \leq Z_i \leq LSC$, entonces la muestra se toma al mínimo tiempo de espera.
- La función del tiempo de espera está dada por:

$$s(Z) = \begin{cases} m & \text{si } LIC < Z < -w \\ M & \text{si } -w \leq Z \leq w \\ m & \text{si } w < Z < LSC \end{cases}$$

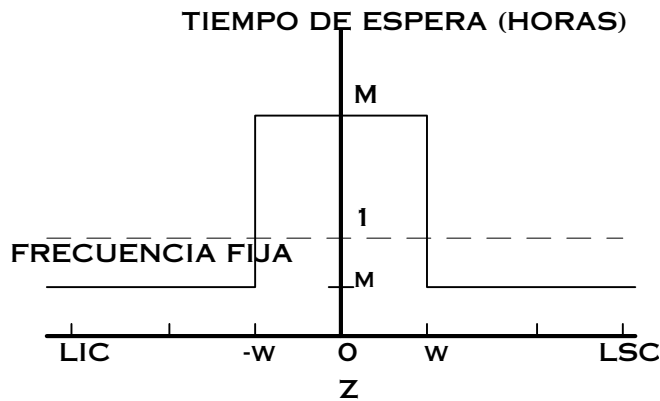


Figura 2. Ilustración de la función del tiempo de espera para el muestreo adaptativo.

El Muestreo Adaptativo tiene como objetivo minimizar el tiempo de encontrar una señal de cambio en el proceso, manteniendo el mismo nivel cuando no existen causas asignables. Sea T la cantidad de tiempo transcurrido entre el inicio del proceso y la señalización de la existencia de una causa asignable, entonces T es una variable aleatoria con valor esperado $(ARL-0.5)h$. En general la función objetivo se puede escribir como:

$$\text{Minimizar } E[T|\delta = \delta_1; \delta_1 \geq 0]$$

Sujeto a:

$$E[T|\delta = 0] = ARL(\delta = 0) - 0.50$$

Sea N el número de muestras promedio para señalar una causa asignable, dado que $\bar{h}=1$, entonces:

$$E[N|\delta = 0] = ARL(\delta = 0)$$

Runger y Pigniatello [3] presentan una tabla para mostrar valores la disminución en el tiempo esperado para señalar una causa asignable, lo que puede traer beneficios económicos en modelo de Duncan.

5. Modelo económico propuesto.

Este modelo se fundamenta en el modelo de Duncan, descrito en el inciso 3, modificando el proceso de muestreo, para el cual usa el muestreo adaptativo descrito en el inciso 4 de este mismo artículo. Con el objetivo de aumentar la potencia del gráfico de control y observar su impacto económico en su desempeño. A continuación se describe el modelo:

El tiempo de ciclo está dividido en cuatro partes:

1. Período bajo control. El tiempo esperado para el proceso bajo control tiene un variable aleatoria exponencial con media: $1/\lambda$.
2. Período fuera de control. El tiempo esperado del período fuera de control depende de la potencia ($P=1-\beta$) de la prueba y del tiempo esperado de ocurrencia de la falla en el último intervalo (τ). El tiempo esperado es: $\bar{h}[1/P - 0.5]$, donde la potencia de la prueba está dada por:

$$P = \Phi(\delta\sqrt{n} - k_{\text{mod}})$$

donde

$$k_{\text{mod}} = \Phi^{-1}(1 - 1/ARL) + \delta$$

3. Tiempo para tomar una muestra é interpretar los resultados. El tiempo para este período es una constante g que depende del tamaño de la muestra n . El tiempo esperado de este período es: gn
4. Tiempo para encontrar la causa atribuible. El tiempo necesario para encontrar una causa asignable se supone constante: D

El tiempo esperado en un ciclo es:

$$E(T) = \frac{1}{\lambda} + \frac{\bar{h}}{P} - \frac{\bar{h}}{2} + gn + D$$

La función de costos está integrada por:

1. Ingreso neto por operación en estado de control. El ingreso neto por hora de operación en el estado bajo control es V_0 , el ingreso será: $V_0(1/\lambda)$
2. Ingreso neto por operación en estado fuera de control. El ingreso neto por hora de operación en el estado fuera de control es V_1 , el ingreso será:

$$V_1 \left[\frac{\bar{h}}{P} - \frac{\bar{h}}{2} + gn + D \right]$$

Costo de muestreo. Este costo está compuesto por: costo fijo de muestreo (a_1), costo variable de muestreo (a_2), por lo tanto el costo de muestreo es de la forma: $a_1 + a_2n$. El número esperado de muestras tomadas en el ciclo es la división de la duración del ciclo por el intervalo. Por lo que el costo de muestreo es:

$$(a_1 + a_2n) E(T) / \bar{h}$$

3. Costo de encontrar una causa asignable y de buscar falsas alarmas. Este costo está compuesto por el costo de encontrar una causa asignable (a_3), costo de investigar una falsa alarma (a_3'), el número esperado de falsas alarmas durante el ciclo es α veces el número esperado de muestras tomadas antes de la ocurrencia de la causa asignable. Para este valor se usa la aproximación: $\alpha / \lambda \bar{h}$. El costo será:

$$a_3 + \frac{a_3' \alpha}{\lambda \bar{h}}$$

El ingreso neto esperado por ciclo es:

$$E(C) = V_0 \frac{1}{\lambda} + V_1 \left[\frac{\bar{h}}{P} - \frac{\bar{h}}{2} + gn + D \right] - a_3 - \frac{a_3' \alpha}{\lambda \bar{h}} - (a_1 + a_2n) \frac{E(T)}{\bar{h}}$$

El ingreso neto esperado por hora se obtiene dividiendo el ingreso neto esperado por ciclo entre el tiempo esperado por ciclo, lo que nos representa la función objetivo:

$$E(A) = \frac{E(C)}{E(T)} = \frac{V_0 \frac{1}{\lambda} + V_1 \left[\frac{\bar{h}}{P} - \frac{\bar{h}}{2} + gn + D \right] - a_3 - \frac{a_3' \alpha}{\lambda \bar{h}} - (a_1 + a_2n) \frac{E(T)}{\bar{h}}}{\frac{1}{\lambda} + \frac{\bar{h}}{P} - \frac{\bar{h}}{2} + gn + D}$$

Sea a_4 el costo por hora de penalización al proceso por operar en estado fuera de control:

$$a_4 = V_0 - V_1$$

Sustituyendo esto, la función anterior se puede escribir como:

$$E(A) = V_0 - E(L)$$

donde,

$$E(L) = \frac{a_1 + a_2 n}{\bar{h}} + \frac{a_4 \left[\frac{\bar{h}}{P} - \frac{\bar{h}}{2} + gn + D \right] - a_3 - \frac{a_3' \alpha}{\lambda h}}{\frac{1}{\lambda} + \frac{\bar{h}}{P} - \frac{\bar{h}}{2} + gn + D}$$

La función E(L) representa la pérdida esperada por hora del proceso utilizando el modelo propuesto. Por lo tanto el objetivo es encontrar los valores óptimos del modelo de Duncan, compararlo con el modelo propuesto y evaluar si existe una mejora considerable.

Montgomery [4] realizó un programa computacional para obtener los valores óptimos de las variables del modelo de Duncan, se modificó el programa para que incluyera la evaluación de del modelo propuesto,

Duncan realizó un exhaustivo análisis de sensibilidad de su modelo [2], comparó los valores obtenidos para la pérdida esperada por hora con valores arbitrarios de $n=5$, $h=1$ y $k=3$. A continuación se muestra la Tabla 1 donde se comparan los valores obtenidos por Duncan, con los valores obtenidos con la modificación propuesta. De acuerdo a los datos observados en la Tabla 1 y de los que la generaron, se obtienen los factores que afectan a esta prueba. A continuación se enlistan las conclusiones:

1. La prueba reduce considerablemente la pérdida esperada para valores de δ mayores que 1.0.
2. La superficie de costos presenta variaciones mínimas para diferentes valores de m y M .
3. La pérdida esperada disminuye para esta prueba, cuando el valor del costo asignable al proceso (a_4) es alto.
4. Valores altos de los costos de muestreo (a_1 y a_2) disminuyen los efectos de la prueba.

6. Algoritmo propuesto para el diseño económico de un gráfico de control.

Debido a lo anteriormente expuesto se propone el siguiente algoritmo para el diseño de un gráfico de control, utilizando el modelo de Duncan mejorando la prueba a través del muestreo adaptativo. En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo para este algoritmo. A continuación se describen las etapas del algoritmo:

Obtener los datos de entrada. Esta etapa consiste en la obtención de los datos (δ, λ) del proceso, estos valores son estimados a partir de la historia registrada del proceso. Así mismo, se obtienen los costos: a_1, a_2, a_3, a_3' y a También se estiman los tiempos de espera, muestrear y para buscar fallas: m, M, g y D .

Cálculo del gráfico de control con el Modelo de Duncan. En esta etapa se obtiene el diseño óptimo del modelo, siendo los datos de salida: n^*, h^*, k^* y Pérdida esperada mínima.

No.	Datos del proceso		Factores de costos							Diseño óptimo fijo			Pérdida esperada por hora de operación		
	δ	λ	a_1	a_2	a_3	a_3'	a	g	D	n	h	k	$n=5, h=1$ $k=3$	Modelo Duncan	Modelo Propuesto
1	2	.01	0.50	0.10	25	50	100	.05	2	5	1.37	3.08	4.12	4.01	3.93
2	2	.02	0.50	0.10	25	50	100	.05	2	5	.97	3.08	6.95	6.95	6.79
3	2	.03	0.50	0.10	25	50	100	.05	2	4	.73	2.94	9.64	9.60	9.23
4	2	.02	0.50	0.10	25	50	50	.05	2	5	1.37	3.08	4.27	4.16	4.07
5	2	.01	0.50	0.10	25	50	1000	.05	2	4	.40	2.95	28.86	26.98	26.15
6	2	.01	0.50	0.10	25	50	10000	.05	2	2	.09	2.70	276.27	228.81	223.88
7	2	.01	0.50	0.10	25	50	100	.50	2	2	.90	2.69	6.20	5.40	4.70
8	2	.01	0.50	0.10	25	50	100	.05	20	5	1.39	3.04	18.55	18.39	18.34
9	2	.01	0.50	0.10	2.5	5.0	100	.05	2	3	1.23	2.21	3.79	3.61	3.50
10	2	.01	0.50	0.10	250	500	100	.05	2	6	1.40	3.67	7.49	6.37	6.26
11	2	.01	0.50	0.10	2500	5000	100	.05	2	8	1.54	4.27	41.19	28.31	28.27
12	2	.01	5.00	0.10	25	50	100	.05	2	6	3.33	2.88	8.62	5.87	5.93
13	2	.01	0.50	1.00	25	50	100	.05	2	3	2.51	2.43	8.62	5.64	5.66
14	2	.01	0.50	10.00	25	50	100	.05	2	1	4.39	1.46	53.62	9.92	13.62
15	2	.01	0.50	1.00	25	50	1000	.05	2	3	.79	2.43	33.36	31.76	30.23
16	1	.01	0.50	0.10	25	50	12.87	.05	2	14	5.13	2.68	2.12	1.42	1.67
17	1	.01	0.50	0.10	25	50	128.7	.05	2	12	1.49	2.62	8.93	6.28	6.27
18	1	.01	0.50	0.10	250	500	12.87	.05	2	21	6.00	3.40	5.38	3.65	3.9
19	1	.01	5.00	0.10	25	50	12.87	.05	2	18	10.19	2.56	6.62	1.96	2.37
20	1	.01	0.50	1.00	25	50	12.87	.05	2	8	11.06	1.91	6.62	2.44	4.66
21	0.5	.01	0.50	0.10	25	50	2.25	.05	2	39	18.95	2.20	1.87	.85	1.96
22	0.5	.01	0.50	0.10	25	50	225	.05	2	21	1.24	2.11	50.43	13.57	13.59
23	0.5	.01	0.50	0.10	250	500	2.25	.05	2	71	25.77	2.95	4.43	2.80	4.06
24	0.5	.01	5.00	0.10	25	50	2.25	.05	2	48	29.33	2.11	6.37	1.00	2.37
25	0.5	.01	0.50	1.00	25	50	2.25	.05	2	12	36.74	1.10	6.37	1.38	11.81

Tabla 3. Diseños óptimos de de diferentes gráficos de control.

Cálculo de los parámetros para el muestreo adaptativo. Consiste en calcular los valores de w , T , a partir de las fórmulas obtenidas anteriormente.

Cálculo de la pérdida esperada por muestreo adaptativo. Calcular la pérdida esperada de acuerdo a la función.

Comparar las pérdidas. Determinar la opción que ofrece una pérdida esperada mínima del modelo de Duncan normal y con muestreo adaptativo.

Monitoreo del proceso. De acuerdo a la comparación realizada en la etapa anterior se obtiene cuál diseño resulta con menor pérdida.

- (a) Si el modelo de Duncan normal ofrece la pérdida mínima, se utilizará un modelo fijo de muestreo.
- (b) Si por el contrario, es el modelo con muestreo adaptativo el que ofrece la pérdida esperada mínima, se utilizará un modelo dinámico de muestreo, conforme a lo que se obtuvo por el muestreo adaptativo.

Detección y corrección de una causa asignable. Es el tiempo que tarda la prueba en detectar una causa asignable, dado que ésta ocurrió, más el tiempo de corregirla.

Análisis de datos del ciclo anterior. Debido a que se completó un ciclo, se pueden calcular de los datos observados los valores estimados para δ_i y λ_i del ciclo que terminó. Esto se realiza mediante el análisis del ciclo; se debe determinar el momento en que ocurrió la falla; esto se puede obtener del análisis de dos fuentes.

- (a) De la evidencia gráfica que captó el gráfico de control. Se puede observar el punto en el que los datos cambian cuando la curva tiene un comportamiento no aleatorio.
- (b) De lo observado durante la corrección de la falla.

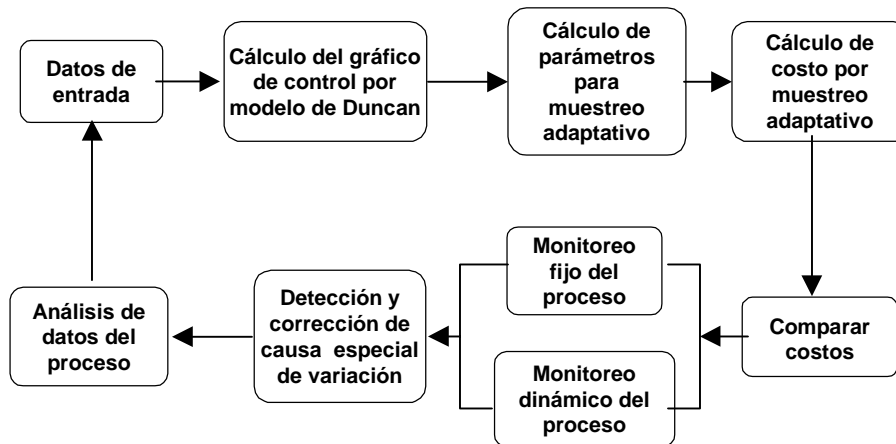


Figura 3. Diagrama de flujo para el diseño y operación de un gráfico de control.

Recomendaciones.- En base a lo observado se presentan a continuación algunas recomendaciones para el mejor desempeño de la prueba.

Los valores de m y M deben ser escogidos de acuerdo al proceso, ya que los cálculos propuestos lo modifican para utilizar un valor en función del intervalo de muestreo óptimo. Es decir el promedio del intervalo de muestreo es el h óptima. También la prueba no muestra mejoría significativa con valores diferentes de m y M .

7. Conclusion

Se presenta un algoritmo para llevar a cabo el diseño de gráficos de control que puede estar directamente en el piso de producción, esto representa ventajas significativas, ya que le proporciona al personal de control de producción el dominio de las herramientas del control. Este algoritmo presenta una gran ventaja para su implantación, ya que, un diseño óptimo por el modelo de Duncan no presenta ventaja sobre un modelo tradicional y al establecer tiempos mínimos y máximos de muestreo, independiente del diseño óptimo y posteriormente relacionarlo con su promedio, dá como resultado una prueba de control con parámetros óptimos como promedio, facilitando la operación.

Los resultados obtenidos de reducción de las pérdidas esperadas, representan además una mejoría importante en la reducción de costos de la empresa.

Al realizar la implantación, se facilita la operación del modelo mediante el desarrollo de un software de acuerdo a los necesidades de cada organización, reduciendo al mínimo los cálculos del personal de control, eliminando posibles errores en el diseño y también disminuyendo la resistencia normal del personal para utilizarlo.

8. Referencias.

1. Shewart, Walter A. (1931). " Economic Control of Quality of Manufactured Product" *ASQC Quality Press*. Reimpresión 1980.
2. Duncan, Acheson J.(1956), " The Economic Design of \bar{X} Chart Used to Mantain Current Control of a Process" *Journal of the American Statisticians Association*. Vol. 51.
3. Runger, G., Pignatiello j.,(1991). " Adaptative Sampling for Process Control" *Journal of Quality Technology*. Vol 23, No. 2.
4. Montgomery, Douglas C. (1982), " Economic Design of an \bar{X} Control Charts," *Journal of quality Technology*. Vol 14, No. 1, Enero de 1982.
5. Duncan, A. " Control de Calidad y Estadística Industrial" *Alfaomega Ed.* 1976.
6. Gibra, Issac N. (1975). " Recent Developments in Control Charts Techniques" *Journal of Quality Technology*. Vol 7, No. 4.
7. Montgomery, Douglas (1980). " The Economic Design of Control Charts: A Review and Literature Survey" *Journal of Quality Technology*, Vol. 12, No. 2, Abril 1980, pp.75-87.
8. Montgomery, Douglas. (1991). " Control Estadístico de la Calidad" *Grupo Editorial Iberoamericana*. Capítulos 6 y 7.

SÍNTESIS DE MECANISMOS DE CUATRO BARRAS PARA N PUNTOS DE PRECISIÓN CON RESTRICCIONES DE ESPACIO EMPLEANDO EL ALGORITMO DE RECOCIDO SIMULADO

Horacio Martínez Alfaro*

José Armando J. de Valle Galván†

Se desarrolla un método para la síntesis de mecanismos de cuatro barras, Grashof y No-Grashof, generadores de trayectoria, para “N” puntos de precisión con varias restricciones adicionales respecto a los métodos clásicos, tales como la longitud de los eslabones especificando la razón de la longitud máxima del eslabón a la distancia total de la trayectoria deseada, o el espacio de operación especificando su dimensión y forma mediante “n” vértices del polígono deseado. El problema de síntesis se transforma en uno de optimización, y para su solución se emplea el algoritmo de Recocido Simulado. De esta manera, la trayectoria deseada se puede especificar mejor al proporcionar más puntos de los cinco permitidos en los métodos clásicos de síntesis de díadas. Aunque los mecanismos obtenidos por esta técnica no cumplen exactamente con la trayectoria deseada en todos los puntos especificados, se logra un mejor control sobre el mecanismo solución y de la trayectoria global que genera.

Palabras Clave: Mecanismos, Síntesis, Recocido Simulado, Optimización.

1. Introducción

Existen métodos sistemáticos para realizar la síntesis de mecanismos a partir de los métodos clásicos: gráfico y analítico, ambos de una manera más reciente, auxiliados por computadora. Así también con el desarrollo de las computadoras, se han desarrollado técnicas alternativas como Rectificación de la Solución o la síntesis basada en Optimización [2, 3, 4].

Un mecanismo sencillo, pero de gran uso por su versatilidad y poco mantenimiento es el mecanismo de cuatro barras. El criterio de Grashof [8] es una relación que predice el comportamiento del mecanismo de cuatro barras basado en la longitud de sus eslabones y establece que *la suma de los eslabones más corto y más largo de un mecanismo de cuatro barras no puede ser mayor que la suma de los dos eslabones restantes* ($S + L \leq P + Q$) para que se tenga una rotación relativa continua entre dos eslabones. Los posibles movimientos de un mecanismo de cuatro barras dependen de la condición de Grashof y de la inversión del mecanismo seleccionada.

2. Análisis de posición.

Considerando a los eslabones del mecanismo de cuatro barras como vectores y siguiendo la notación mostrada en la Figura 2 se puede establecer la siguiente relación:

$$l_2 + l_3 - l_1 - l_4 = 0 \quad (1)$$

* Dr. Horacio Martínez Alfaro, Centro de Inteligencia Artificial, ITESM, Campus Monterrey, hma@campus.mty.itesm.mx

† M.C., José Armando J. de Valle Galván, Maestría en Ing. Mecánica, ITESM, Campus Monterrey

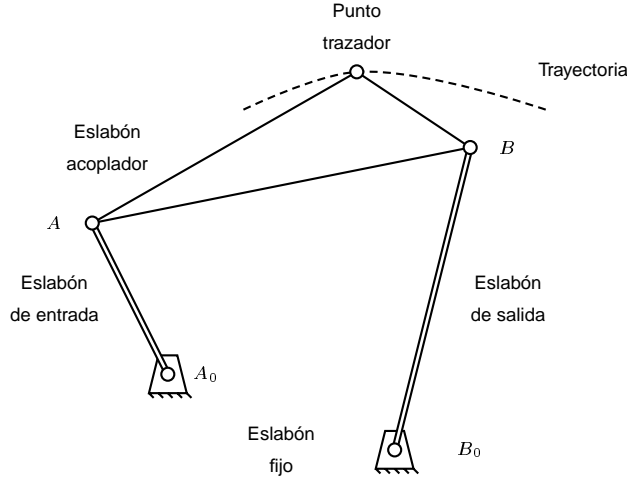


Figura 1. Mecanismo de cuatro barras.

Utilizando notación de números complejos para los vectores de posición y la identidad de Euler en la ecuación 1 para expresarla en sus componentes cartesianas y separando la parte real de la imaginaria se tiene [7]:

Parte real:

$$l_2 \cos \theta_2 + l_3 \cos \theta_3 - l_1 \cos \theta_1 - l_4 \cos \theta_4 = 0 \tag{2}$$

Parte imaginaria:

$$l_2 \sin \theta_2 + l_3 \sin \theta_3 - l_1 \sin \theta_1 - l_4 \sin \theta_4 = 0 \tag{3}$$

Resolviendo las ecuaciones 2 y 3 se obtiene:

$$\theta_3 = 2 \arctan \left(\frac{-B_1 \pm \sqrt{A_1^2 + B_1^2 - C_2^2}}{C_2 - A_1} \right) \tag{4}$$

$$\theta_4 = 2 \arctan \left(\frac{-B_1 \pm \sqrt{A_1^2 + B_1^2 - C_1^2}}{C_1 - A_1} \right) \tag{5}$$

donde:

$$A_1 = l_1 \cos \theta_1 - l_2 \cos \theta_2 \tag{6}$$

$$B_1 = l_1 \sin \theta_1 - l_2 \sin \theta_2 \tag{7}$$

$$C_1 = \frac{l_4^2 - l_3^2 + A_1^2 + B_1^2}{2l_4} \tag{8}$$

$$C_2 = \frac{l_4^2 - l_3^2 - A_1^2 - B_1^2}{2l_3} \tag{9}$$

Cada pareja de valores resultantes de la solución negativa y positiva de θ_3 y θ_4 se refiere a las configuraciones **abierta** y **cruzada** del mecanismo.

Por tanto las coordenadas de las uniones revolutas y del punto trazador del mecanismo en el sistema coordenado global xy quedan determinadas por:

$$R_{2_x} = R_x + l_2 \cos \theta_2 \tag{10}$$

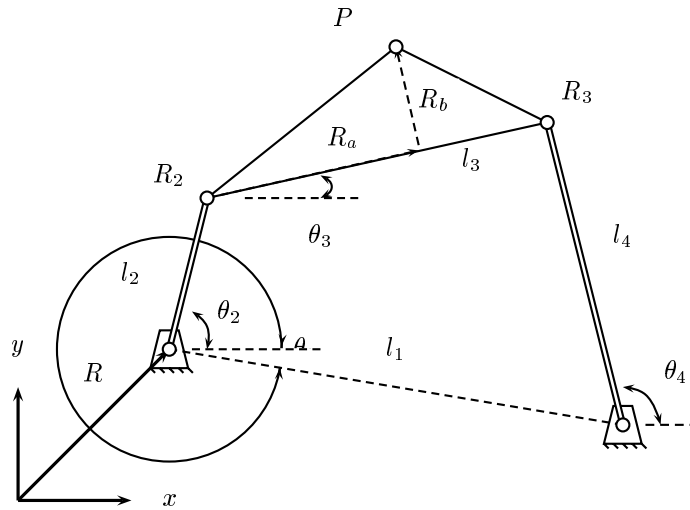


Figura 2. Notación del Mecanismo de cuatro barras para el análisis de posición.

$$R_{2y} = R_y + l_2 \sin \theta_2 \tag{11}$$

$$R_{3x} = R_x + l_2 \cos \theta_2 + l_3 \cos \theta_3 \tag{12}$$

$$R_{3y} = R_y + l_2 \sin \theta_2 + l_3 \sin \theta_3 \tag{13}$$

$$R_{4x} = R_{3x} - l_4 \cos \theta_4 \tag{14}$$

$$R_{4y} = R_{3y} - l_4 \sin \theta_4 \tag{15}$$

$$P_x = R_x + l_2 \cos \theta_2 + r_a \cos \theta_3 - r_b \sin \theta_3 \tag{16}$$

$$P_y = R_y + l_2 \sin \theta_2 + r_a \sin \theta_3 + r_b \cos \theta_3 \tag{17}$$

3. Síntesis de Mecanismos mediante Recocido Simulado.

La técnica de recocido simulado es básicamente una estrategia de mejoramiento iterativo ampliada por el criterio de ocasionalmente aceptar configuraciones de mayor costo, dependiendo de la cantidad de energía disponible en analogía al proceso físico de recocido [6]. Esta característica, le permite escapar de los mínimos locales de tal manera que se tiene una alta probabilidad de encontrar una solución cercana a la óptima global, haciendo de este método una buena opción de aplicación general.

La correspondencia entre la mecánica estadística empleada para describir el proceso de recocido de un sólido con los problemas de optimización combinatoria fue propuesta por Kirkpatrick, Gellat y Vecchi [5].

El algoritmo de recocido simulado es una analogía entre el proceso físico de recocido y un problema de optimización combinatoria. Por lo tanto, se puede utilizar el algoritmo de Metropolis [5] para generar una secuencia de soluciones para el problema de optimización basado en las siguientes equivalencias [1]:

- Las soluciones en un problema de optimización combinatoria son equivalentes a los estados de un sistema físico.
- El costo de una solución es equivalente a la energía del estado.

El papel de la temperatura del proceso físico de recocido va a desempeñarse en el algoritmo de recocido simulado por un *parámetro de control*. Desde este punto de vista el algoritmo de recocido simulado es entonces una iteración de algoritmos de Metropolis (ciclo interno), evaluados a valores cada vez menores del

parámetro de control (ciclo externo). Esto se logra prácticamente generando una secuencia de cadenas de Markov ¹ a valores descendentes del parámetro de control. Las cadenas de Markov individuales se generan continuamente al transformar la solución actual en una solución subsecuente aplicando un mecanismo de generación y un criterio de aceptación [1].

Por lo tanto, el ciclo interno del algoritmo, dada una función de costo $C(z)$ y un estado inicial z_0 a una temperatura T queda de la siguiente manera:

1. Perturbar aleatoriamente el estado z para obtener un nuevo estado z_n y calcular el cambio de costo correspondiente $\Delta C = C(z_n - z)$.
2. Si $\Delta C < 0$ aceptar estado z_n .
3. si $\Delta C > 0$ aceptar el estado con probabilidad:

$$P(\Delta C) = e^{-\frac{\Delta C}{T}}$$

Para el criterio de aceptación se genera un número aleatorio R en el rango $[0,1]$ y se compara con $P(\Delta C)$; si $R < P(\Delta C)$ se acepta el estado z_0 . El ciclo externo del algoritmo se denomina *cédula de enfriamiento*, y especifica la ecuación que controla el decremento de la temperatura en el proceso. El algoritmo termina cuando la evaluación de la función de costo permanece aproximadamente sin cambio, después de n iteraciones del ciclo externo a especificar dependiendo de la aplicación en particular.

En general cualquier aplicación de recocido simulado requiere de cuatro componentes:

1. La configuración del problema o dominio sobre el cuál se busca la solución.
2. Definición de la función de perturbación de los estados para determinar la naturaleza y magnitud de las perturbaciones permisibles.
3. Una función de costo.
4. Una *cédula de enfriamiento* que controla tanto al decremento de temperatura como el número de iteraciones del ciclo interno del algoritmo.

El dominio del problema es el plano real donde, para nuestro caso en particular, se aplicaran restricciones para los puntos de interés: las uniones revolutas y punto trazador del mecanismo de cuatro barras. La función de costo se describe en la formulación del problema.

La función de perturbación empleada [6] modela una envolvente circular alrededor de cada uno de los puntos de interés. Para determinar la perturbación de cada uno de los puntos de interés se generan cuatro números aleatorios; dos de ellos determinan el signo de la perturbación sobre cada eje coordenado, y los dos restantes especifican la magnitud de la perturbación para cada dirección. La magnitud de la perturbación en función de la temperatura del estado está dada por [7]:

$$\epsilon = 0.1 + 0.9 \left(1 - \frac{\log(T_{actual} - T_{final})}{\log(T_{inicial} - T_{final})} \right) \quad (18)$$

En el ciclo externo del algoritmo de recocido simulado se establece la *cédula de enfriamiento* donde se especifica [1]:

- La secuencia finita de valores del parámetro de control incluyendo:
 - El *valor inicial* del parámetro de control $T_{inicial}$.

¹Una cadena de Markov es una secuencia de estados, donde la probabilidad de transición entre estados depende solamente del estado anterior y no del historial previo.

- La *función de decremento* para disminuir el valor del parámetro de control
- El *valor final* del parámetro de control especificado por el *criterio de paro* seleccionado.
- El número finito de transiciones para cada valor del parámetro de control, es decir, la *longitud* de cada una de las cadenas de Markov.

Las cédulas de enfriamiento se pueden dividir en dos clases: aquellas donde se varía el número de iteraciones del ciclo interno (longitud de las cadenas de Markov) y un decremento fijo de temperatura; y las que tienen un número fijo de iteraciones del ciclo interno y tienen un decremento de temperatura variable [1]. La cédula de enfriamiento utilizada en el algoritmo es *híbrida* donde la temperatura y el número de iteraciones del ciclo interno varían continuamente durante el proceso de recocido [9].

El ciclo externo se determina como un factor de decremento constante:

$$T_{i+1} = \alpha T_i \quad (19)$$

con $\alpha = 0.9$. Además la temperatura durante el ciclo interno se modifica proporcionalmente al valor óptimo actual de la función de costo; por lo que al aceptar un estado en el ciclo interno i , la temperatura se cambia conforme a:

$$T_i = \left(\frac{C_i}{C_{anterior}} \right) T_{anterior} \quad (20)$$

donde $C_{anterior}$ y $T_{anterior}$ son el costo y la temperatura del último estado aceptado respectivamente. Como el estado de equilibrio se logra más rápido a altas temperaturas, es decir con menos iteraciones del ciclo interno, se utiliza la siguiente función para aumentar el número de iteraciones del ciclo interno para cada temperatura:

$$N_{int} = GDL [2 + 8\epsilon] + 0.5 \quad (21)$$

donde ϵ es el factor de decremento dado por la ecuación 18 y GDL es el número de grados de libertad en el sistema para la optimización, igual al producto del número de puntos de interés por la cantidad de números aleatorios que se generan para calcular la perturbación de cada punto de interés.

La temperatura inicial se debe seleccionar de modo que el sistema tenga suficiente energía para visitar todo el espacio de solución. Se puede decir que el sistema tiene suficiente energía si un gran porcentaje de las transiciones entre estados es aceptado, un 80 % por ejemplo. Si con el primer valor propuesto por la temperatura se obtiene un porcentaje de aceptación menor al especificado la temperatura inicial $T_{inicial}$ puede escalar linealmente y repetirse el proceso. El algoritmo de todas formas llegará a una solución aceptable; solamente es menos eficiente en cuanto al uso de los recursos de computo [6].

Como criterio de paro adicional al que indica convergencia a un mínimo global, se puede especificar la temperatura final mediante la expresión:

$$T_{final} = \alpha^{N_{externo}} T_{inicial} \quad (22)$$

donde $N_{externo}$ es el número de iteraciones del ciclo externo.

En cuanto al proceso de solución que sigue el algoritmo de recocido simulado, resaltan las siguientes características: cuando se tienen altos niveles de temperatura, se aceptan grandes cambios en el sistema; conforme el valor de la temperatura disminuye se aceptan estados con cambios más pequeños y por último cuando el valor de la temperatura tiende a cero, ya no se aceptan cambios en el sistema [1].

4. Formulación del problema.

Ya sea de forma gráfica o analítica la principal limitación en la síntesis de mecanismos es el número de puntos de precisión que se pueden especificar. Conforme se especifican más puntos de precisión la solución del problema se vuelve más compleja y no se tiene “control” sobre el mecanismo solución

obtenido; por ejemplo: el orden en que alcanza los puntos de precisión o la imposibilidad de alcanzarlos debido a posiciones de bloqueo o por encontrarse en distintas configuraciones del mecanismo.

La formulación del problema aquí presentado utilizando el algoritmo de recocido simulado, es un método alternativo para la síntesis de mecanismos de cuatro barras generadores de trayectoria para “N” puntos de precisión incluyendo las siguientes restricciones:

- El espacio de operación del mecanismo especificando los vértices del polígono de “N” lados envolvente.
- La longitud máxima de los eslabones del mecanismo en función de la longitud total de la trayectoria discretizada por los “N” puntos de precisión especificados.

La distancia entre los puntos de precisión puede ser variable, no es necesario que cumplan con algún criterio o relación entre ellos. El mecanismo sintetizado aproxima uno a uno los puntos de precisión con paso angular variable para el eslabón de entrada. Esto permite especificar dentro de la trayectoria secciones con mayor resolución, donde se requiera una mayor precisión.

El problema de síntesis se convierte en uno de optimización buscando la minimización de una función objetivo o de costo, mediante el algoritmo de recocido simulado.

Para este caso en particular, la función objetivo está definida por la suma de dos componentes: la que evalúa la aproximación de la trayectoria y la que evalúa el espacio de operación del mecanismo en un estado dado.

$$C_{total} = C_{trayectoria} + C_{espacio} \quad (23)$$

El costo de trayectoria $C_{trayectoria}$, está definido por el error estructural promedio de la trayectoria del mecanismo, dado por:

$$C_{trayectoria} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\mathbf{p}_i - \mathbf{p}'_i)^2 \quad (24)$$

donde N es el número de puntos de precisión prescritos, \mathbf{p}_i es la posición del i -ésimo punto de precisión y \mathbf{p}'_i es la posición del punto correspondiente de la trayectoria generada por el mecanismo.

El costo por espacio $C_{espacio}$, se calcula mediante la siguiente relación:

$$C_{espacio} = KN_{pf} \quad (25)$$

donde N_{pf} es el número de puntos de interés del mecanismo que se encuentran fuera del espacio definido y K es un factor de peso para equilibrar la penalización entre la aproximación de la trayectoria y cumplir con el espacio de operación especificado.

La generación de cada estado dentro del algoritmo de recocido simulado comprende los siguientes pasos:

1. La generación de un mecanismo de cuatro barras a partir de cinco puntos de interés: cuatro uniones revolutas y el punto trazador. En el estado inicial las coordenadas x y y de cada uno de estos puntos se generan aleatoriamente. Para obtener un nuevo estado a partir del anterior las coordenadas de los puntos de interés en el estado original se perturban aleatoriamente para cambiar su posición. La magnitud de la perturbación está en función de la temperatura del estado. En el caso de restringir el espacio de operación todos los puntos de interés generados y/o perturbados se deben encontrar dentro del área especificada.
2. Una vez que se tiene la posición de los puntos de interés se calculan las longitudes de los eslabones, y en el caso de restringir su longitud se revisa si cumplen con el criterio establecido. De no cumplir se perturban nuevamente los puntos de interés hasta que el criterio de longitud este satisfecho.

3. Posteriormente se determina si el mecanismo generado es Grashof o no, y se revisa cuál de los eslabones es el más pequeño para determinar el tipo de movimiento que presenta el mecanismo: rotatorio-oscilatorio, doble rotatorio o doble oscilatorio.
4. Se calculan los vectores necesarios para representar el mecanismo de cuatro barras generado y poder realizar su análisis de posición. Si el mecanismo es no-Grashof o Grashof doble oscilatorio, se calculan los ángulos para el eslabón de entrada para los que el mecanismo presenta una posición límite o de bloqueo. Con esto se determina la carrera angular efectiva del eslabón de entrada y con ella se calculan los incrementos en el ángulo de entrada para realizar el análisis de posición.
5. Si el mecanismo es rotatorio-oscilatorio se toma como eslabón de entrada al eslabón más pequeño. De esta manera se puede especificar la carrera angular en la que se desea el mecanismo cubra la trayectoria especificada, por ejemplo 180° para cumplir con la trayectoria y los restantes 180° para regresar a su posición inicial. Además se calcula el ángulo del eslabón de entrada para el cuál, el eslabón de salida (eslabón oscilatorio) se encuentra en la posición extrema mínima y se toma como posición inicial del mecanismo. También se verifica si el mecanismo generado es abierto o cruzado.
6. Se realiza el análisis de posición y se evalúa la función objetivo para el estado.

5. Implementación.

Para la implementación del algoritmo se escribió un programa en lenguaje C. Los datos de entrada necesarios son el número de puntos de precisión "N" y sus coordenadas x y y . Si se limita el espacio de operación del mecanismo, se proporciona el número de lados del polígono envolvente y las coordenadas de x y y de sus vértices. Posteriormente se propone un número entero para fungir como valor de semilla para el generador de números aleatorios. En el caso de limitar la longitud de los eslabones se especifica la razón deseada de la longitud del eslabón a la longitud de la trayectoria. El diagrama de flujo se muestra en la Figura 3.

6. Resultados.

Se consideraron como ejemplos representativos la síntesis para una sección de trayectoria circular y una trayectoria en línea recta [9]. Para cada uno de ellas se presentan los resultados para los casos en que solamente se desea cumplir con la trayectoria y para cuando se restringe el espacio de operación del mecanismo.

El mecanismo solución propuesto para la trayectoria circular seleccionada y la comparación entre la trayectorias prescrita y generada se muestran en las Figuras 4 y 5. Para el caso en que además de la trayectoria se limita la longitud de los eslabones (se especificó la razón de la longitud de eslabón a la longitud de la trayectoria igual a *cinco*). Se presenta el diagrama del mecanismo propuesto (Ver Figura 6) y una gráfica comparativa entre las trayectorias prescrita y generada (Ver Figura 7).

Para restringir el espacio de operación del mecanismo se especifico el polígono con vértices en los puntos: $(0, -2.5)$, $(7.5, 0)$, $(10, 0)$, $(10, 7.5)$, $(2.5, 10)$, $(-2.5, 5)$. El diagrama para el mecanismo propuesto dentro del espacio de operación especificado se presenta en la Figura 8 y la comparación entre trayectorias prescrita y generada en la Figura 9. De forma similar se presentan los resultados obtenidos para la síntesis de un mecanismo que cumpla con la trayectoria en línea recta. Las Figuras 10 y 11 muestran el mecanismo propuesto y la trayectoria generada.

El área de operación para el mecanismo se delimitó mediante un rectángulo con vértices en los puntos: $(-10, -10)$, $(20, -10)$, $(20, 20)$, $(-10, 20)$. Las Figuras 12 y 13 muestran el mecanismo propuesto y la trayectoria generada.

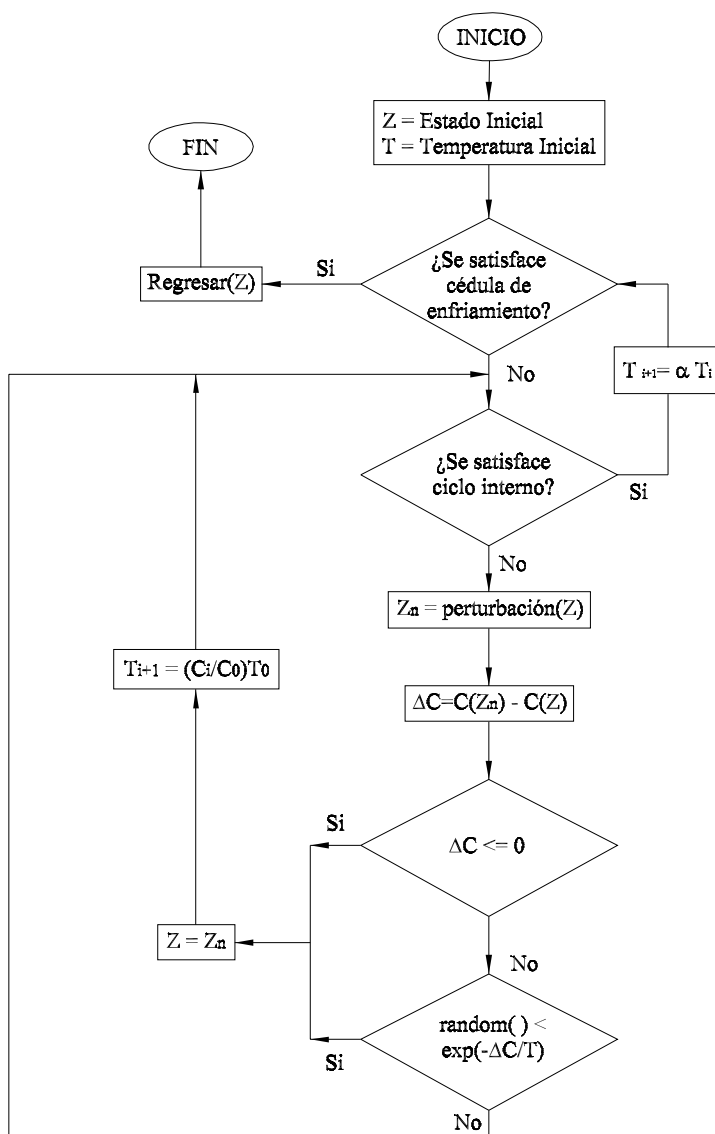


Figura 3. Diagrama de flujo del programa desarrollado para la síntesis de mecanismos empleando el algoritmo de recocido simulado.

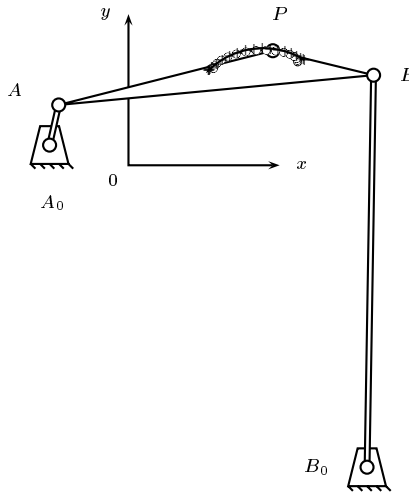


Figura 4. Mecanismo sintetizado para 20 puntos de precisión.

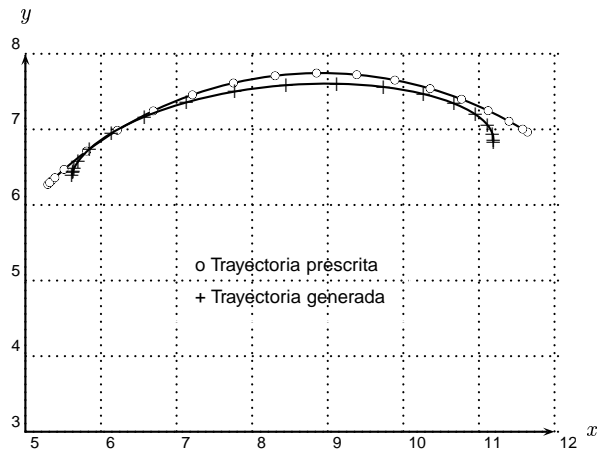


Figura 5. Detalle de las trayectorias prescrita y generada para la síntesis de 20 puntos de precisión.

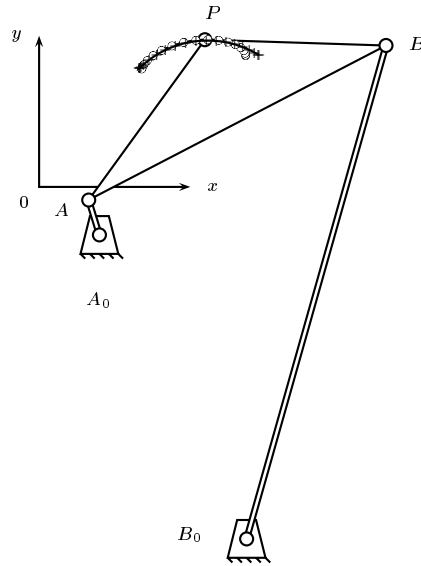


Figura 6. Mecanismo sintetizado para 20 puntos de precisión restringiendo la longitud máxima de los eslabones.

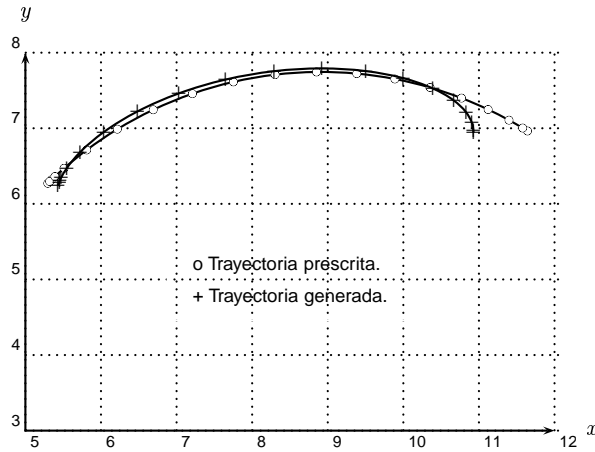


Figura 7. Detalle de las trayectorias prescrita y generada. El mecanismo aproxima uno a uno los puntos prescritos.

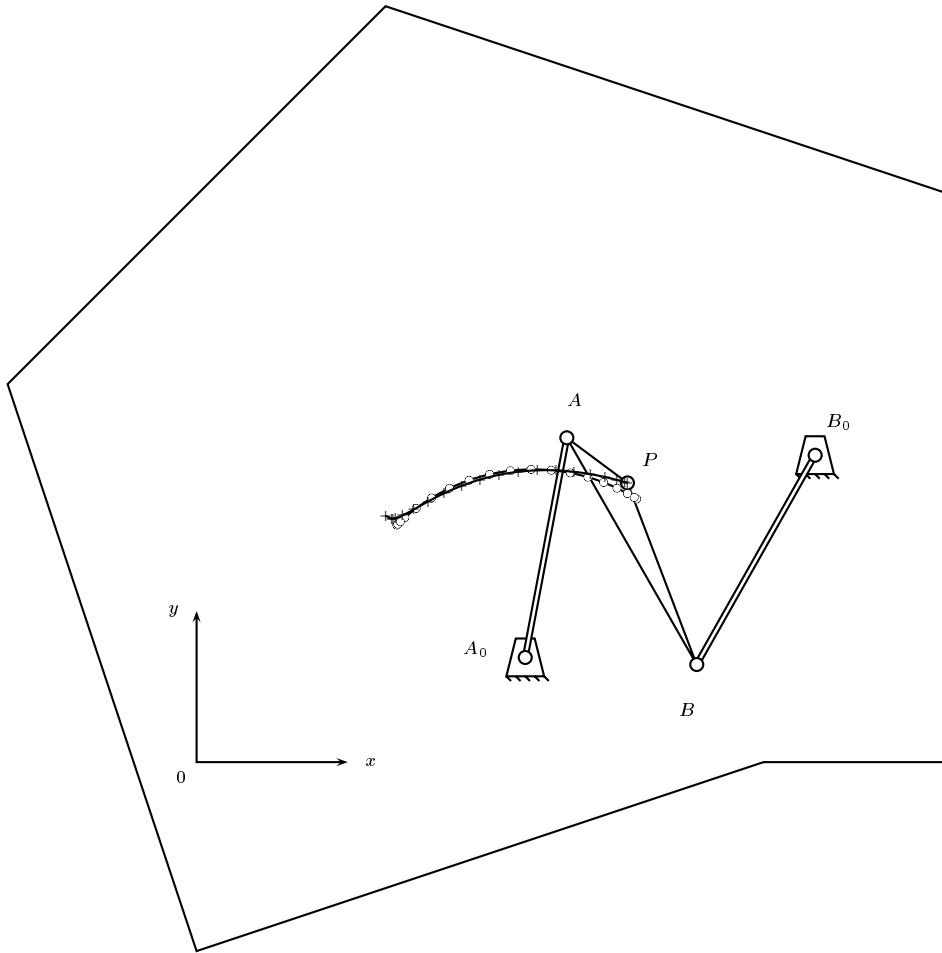


Figura 8. Mecanismo sintetizado para 20 puntos de precisión de trayectoria circular con restricciones de espacio.

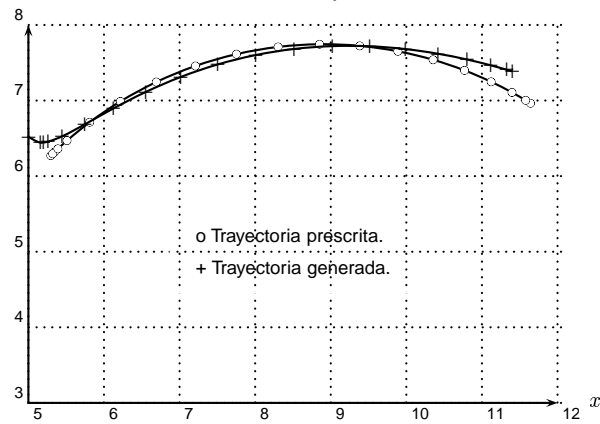


Figura 9. Detalle de las trayectorias circulares prescrita y generada por el mecanismo con restricciones en el espacio de operación.

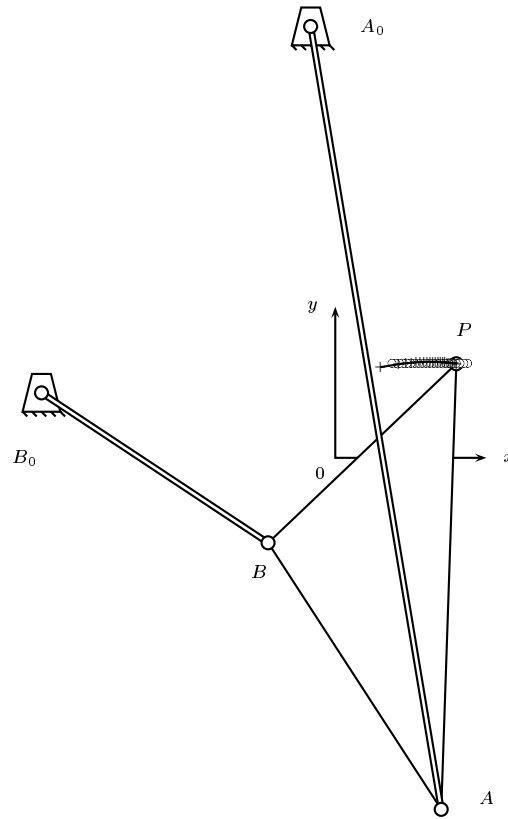


Figura 10. Mecanismo sintetizado para 21 puntos de precisión de una trayectoria lineal con restricciones de espacio.

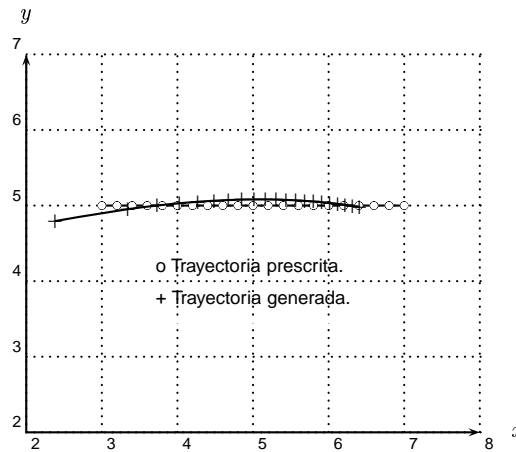


Figura 11. Detalle de las trayectorias lineales prescrita y generada por el mecanismo para 20 puntos de precisión.

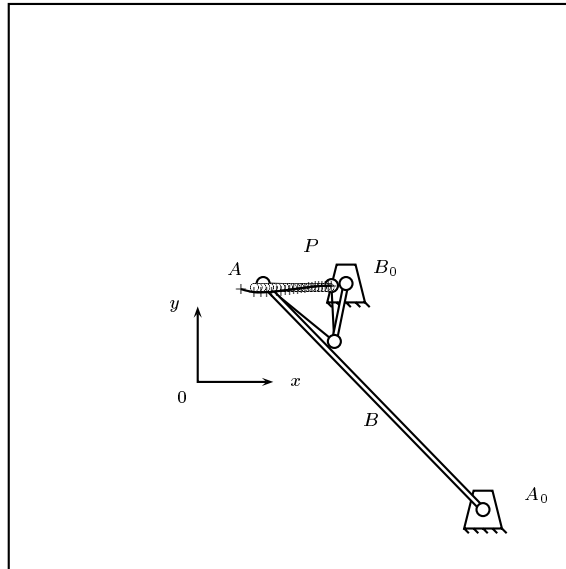


Figura 12. Mecanismo sintetizado para 21 puntos de precisión de una trayectoria lineal con restricciones de espacio.

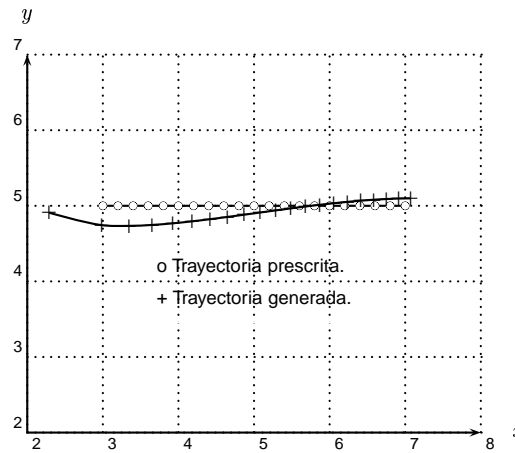


Figura 13. Detalle de las trayectorias lineales prescrita y generada por el mecanismo para 21 puntos de precisión restringiendo su espacio de operación.

7. Síntesis mediante díadas: Tres puntos de precisión.

Para la síntesis de ambas trayectorias (circular y lineal) se especificó la localización de los pivotes fijos del mecanismo, por lo que las coordenadas de los puntos de precisión se refirieron a cada uno de ellos.

Para la sección de trayectoria circular el diagrama del mecanismo propuesto y la trayectoria generada se presentan en las Figuras 14 y 15. La solución para la trayectoria en línea recta se presenta en las Figuras 16 y 17 donde se muestran el mecanismo propuesto y la trayectoria generada respectivamente.

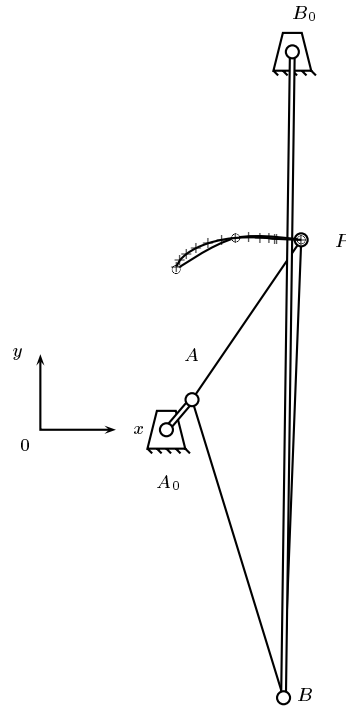


Figura 14. Mecanismo de cuatro barras sintetizado para 3 puntos de precisión de la trayectoria circular, especificando los pivotes fijos.

8. Comparación entre los resultados obtenidos por los métodos de síntesis de Recocido Simulado y Díadas para tres puntos de precisión.

A continuación se presentan las gráficas comparativas, para cada uno de los casos presentados, entre la trayectorias especificadas y las trayectorias generadas por los mecanismos sintetizados por los métodos de recocido simulado desarrollado y por díadas para tres puntos de precisión.

Se utilizará el indicador *Desviación* para evaluar el desempeño para cada uno de los mecanismos, definiéndolo como la razón máxima de la distancia entre la trayectoria prescrita y la generada a la longitud total de la trayectoria especificada. En la Tabla 1 se presenta la *Desviación* que se presenta en cada uno de los casos presentados.

Los porcentajes máximos de *Desviación* obtenidos de los mecanismos generados mediante el algoritmo de recocido simulado para los ejemplos mostrados, son comparables al valor del límite menor obtenido en la síntesis empleando díadas para el caso de tres puntos de precisión. Los porcentajes máximos

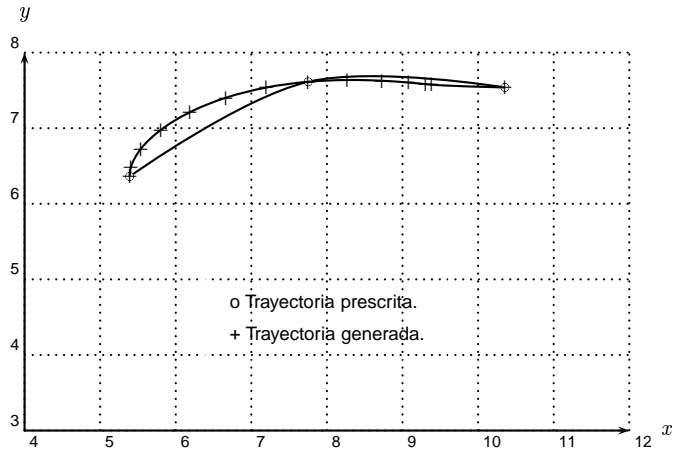


Figura 15. Detalle de las trayectorias circulares prescrita y generada por el mecanismo para 3 puntos de precisión especificando los pivotes fijos.

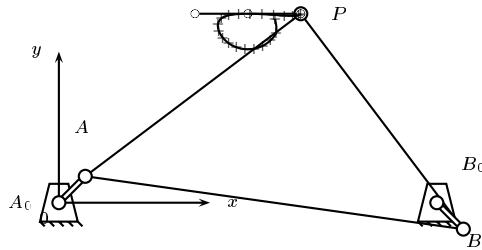


Figura 16. Mecanismo de cuatro barras sintetizado para 3 puntos de precisión de la trayectoria lineal, especificando los pivotes fijos.

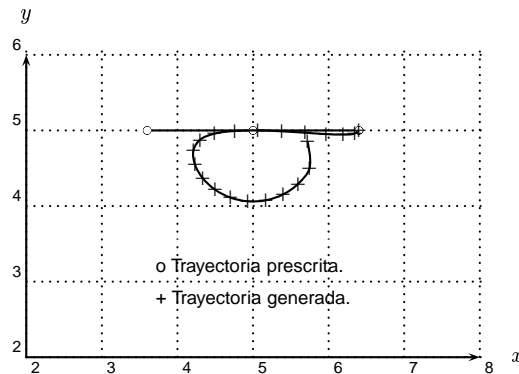


Figura 17. Detalle de las trayectorias prescrita (lineal) y generada por el mecanismo para 3 puntos de precisión especificando los pivotes fijos.

Tabla 1. Desviación generada por los mecanismos obtenidos para los resultados presentados.

Trayectoria circular	Trayectoria lineal	Caso
7.13%	5%	R.S. Generación Tray.
4.74%	3.57%	20 p. precisión
		3 p. precisión
4.28%	7.5%	R.S. Espacio Operación..
3.57%	3.57%	20 p. precisión
		3 p. precisión
6.63%	100%	Díadas 3 puntos precisión.

de *Desviación* obtenidos en estos mecanismos se deben a la diferencia que se presenta en los puntos de inicio y final de la trayectoria generada respecto a la trayectoria especificada.

Las Figuras 18, 19 y 20 muestran la comparación para la trayectoria circular y para cada uno de los criterios desarrollados dentro del algoritmo de recocido simulado: generación de trayectoria solamente, limitando la longitud máxima de los eslabones y cuando se limita el área de operación del mecanismo respectivamente.

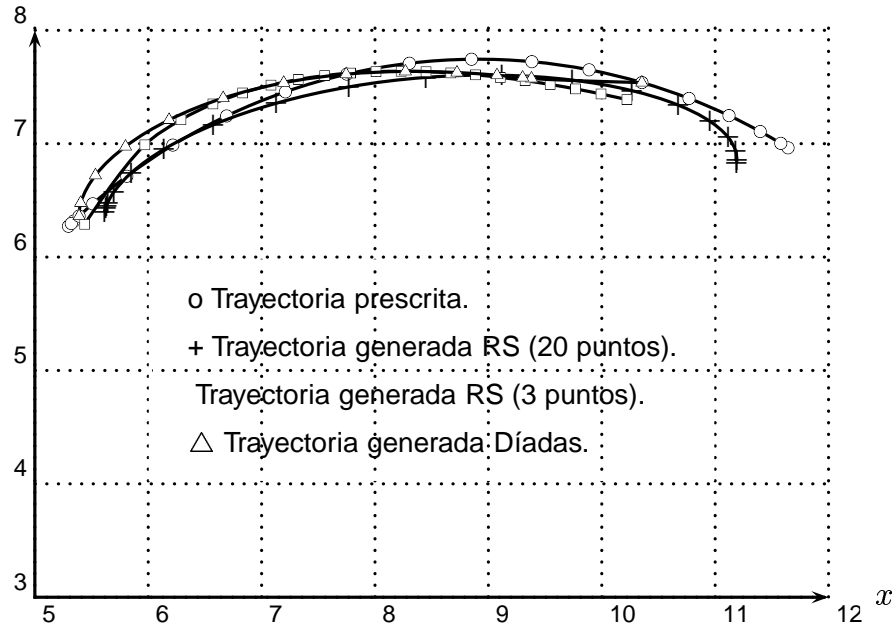


Figura 18. Comparación entre las trayectorias circular prescrita y las generadas por los mecanismos sintetizados. Caso generación de trayectoria.

Las Figuras 21 y 22 muestran la comparación para la trayectoria en línea recta y las generadas por los mecanismos generados mediante recocido simulado y por síntesis con díadas para los resultados presentados: generación de trayectoria solamente y cuando se limita el área de operación del mecanismo respectivamente.

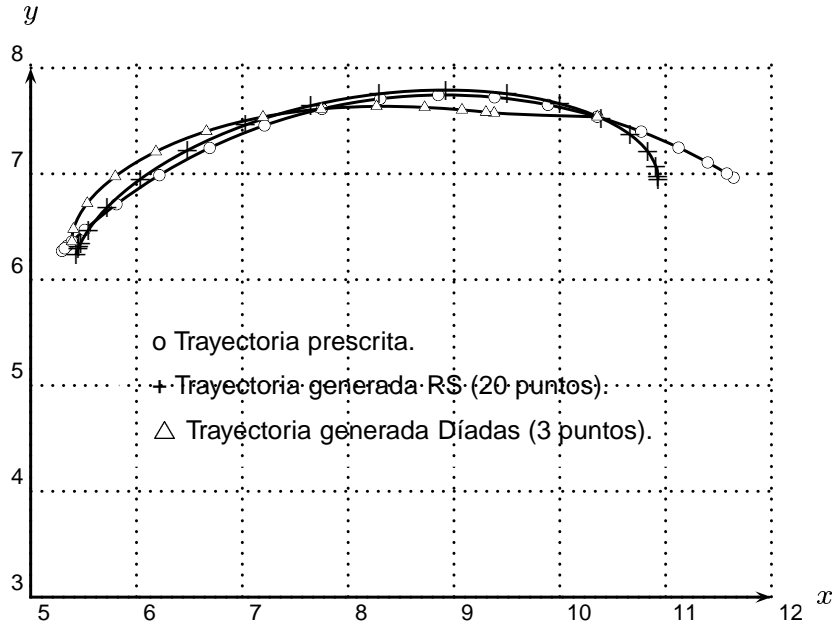


Figura 19. Comparación entre las trayectorias circular prescrita y las generadas por los mecanismos sintetizados. Limitando la longitud de los eslabones.

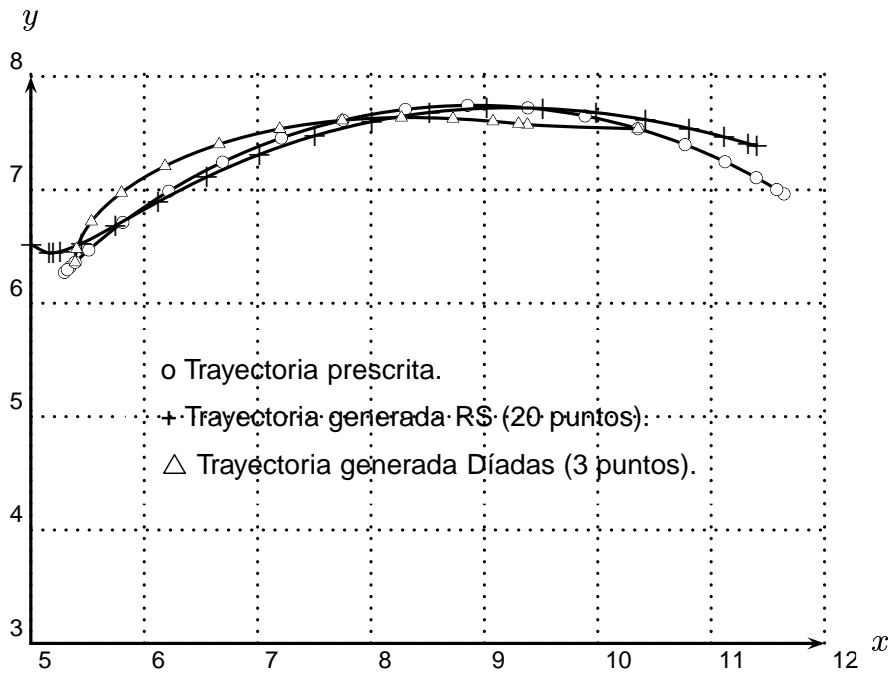


Figura 20. Comparación entre las trayectorias circular prescrita y las generadas por los mecanismos sintetizados. Limitando el espacio de operación del mecanismo.

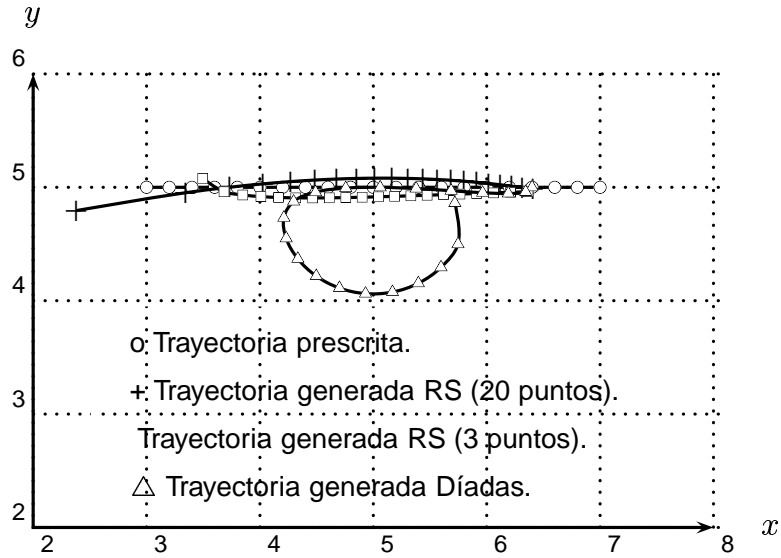


Figura 21. Detalle de las trayectorias lineales prescrita y generadas por los mecanismos generados mediante recocido simulado y mediante diádas. Caso de generación de trayectoria solamente.

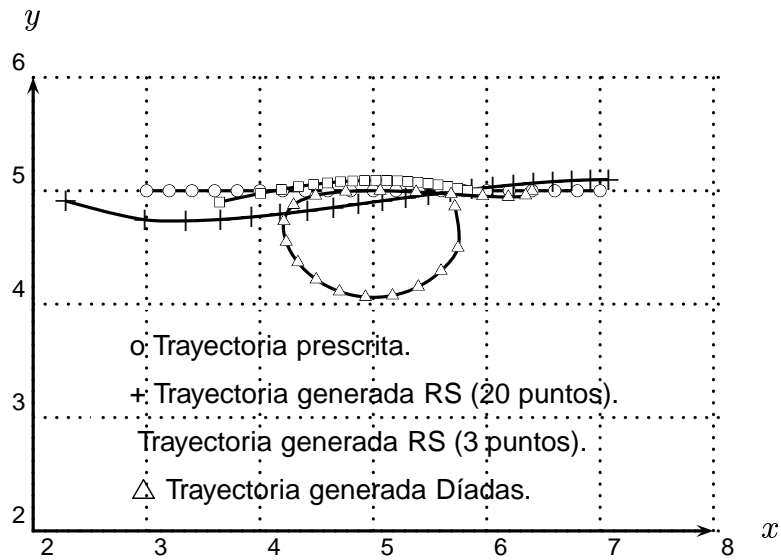


Figura 22. Detalle de las trayectorias lineales prescrita y generadas por los mecanismos generados mediante recocido simulado y mediante diádas. Caso: limitando el espacio de operación del mecanismo.

9. Discusión de Resultados.

Conforme se incluyen restricciones adicionales al cumplimiento de la trayectoria y aumenta su complejidad es necesario variar la temperatura inicial para el algoritmo de recocido simulado para tener la certeza de obtener una solución mínima global y no correr el riesgo de quedar atrapado en un mínimo local. Así también se debe variar el factor de peso K para evaluar el costo del espacio de operación $C_{espacio}$ (Ecuación 25) dependiendo del número de puntos de precisión especificados. Esto se hace con el fin de obtener un buen ajuste a la trayectoria deseada cumpliendo con las restricciones en el espacio de operación.

Cuando se restringe demasiado el espacio de operación del mecanismo o la longitud máxima de sus eslabones (se sobre-restringe el problema), es decir no existe una solución física, el algoritmo proporciona una solución que no cumple con los requerimientos establecidos debido a su inexistencia.

En los casos mostrados:

- Se logra una buena aproximación a la trayectoria deseada con una *Desviación* máxima del 7.5% comparable al límite inferior de *Desviación* obtenido mediante la síntesis con díadas para tres puntos de precisión.
- Se tiene la certeza de que el mecanismo cumplirá con la trayectoria generada en toda su extensión y en el orden deseado. Es decir, entre los puntos de precisión generados no se presentan en el mecanismo posiciones de bloqueo ni desviaciones considerables en la trayectoria generada con respecto a la especificada.

Para los casos mostrados, la *Desviación* en la trayectoria que presentan los mecanismos sintetizados mediante el algoritmo de recocido simulado utilizando cualquiera de los criterios desarrollados es menor o igual a la que se obtuvo en los mecanismos que se sintetizaron mediante díadas para tres puntos de precisión.

10. Conclusiones.

- Se presenta un método alternativo, empleando el algoritmo de recocido simulado, para la síntesis de mecanismos de cuatro barras generadores de trayectoria para "N" puntos de precisión en donde se incluyen como criterios adicionales restricciones en el espacio de operación del mecanismo mediante un polígono envolvente de "n" lados; y/o la longitud máxima de sus eslabones en función de la longitud total de la trayectoria especificada.
- El algoritmo desarrollado funciona aún y cuando se especifiquen pocos puntos de precisión como en las técnicas de síntesis clásica. Sin embargo, se obtienen mejores resultados cuando el número de puntos de precisión especificados es adecuado para representar la trayectoria deseada.
- Este método en general proporciona una solución aproximada al problema planteado de generación de trayectorias. Para los casos mostrados, los mecanismos solución propuestos cumplen con la trayectoria deseada con una aproximación que presenta una *Desviación* menor igual a la que se obtiene mediante las técnicas de síntesis con díadas para el caso de tres puntos de precisión.
- Los mecanismos propuestos por el algoritmo de recocido simulado desarrollado aproximan uno a uno los puntos de precisión especificados con un paso angular variable del eslabón de entrada. Aunque no todos los puntos de precisión son alcanzados exactamente por la trayectoria generada del mecanismo propuesto, se tiene la certeza que cumplirá con la trayectoria generada completamente y en el orden deseado.
- El problema de síntesis se resuelve principalmente mediante el uso intensivo del análisis de posición de mecanismos al transformarlo en un problema de optimización.
- En cuanto al desarrollo, este método es susceptible a la precisión manejada por el programa.

11. Trabajo Futuro.

- Ampliar el espacio de solución del problema determinando para cada mecanismo generado la posición inicial óptima para cumplir con la trayectoria especificada.
- Buscar indicadores más precisos para evaluar el cumplimiento de la trayectoria generada y poder realizar una mejor aproximación a la trayectoria deseada.
- Este método de síntesis se puede extender a otro tipo de mecanismos, ya sea en número de barras o de tipo.
- Se pueden incluir además otros criterios de diseño sean cinemáticos y/o cinéticos para obtener una solución a esta tarea de síntesis; como puede ser la especificación de los pivotes fijos, criterios para el ángulo de transmisión, velocidad, aceleración, fuerzas y/o pares del mecanismo.

Referencias

- [1] E. Aarts and J. Korst. *Simulated Annealing and Boltzmann Machines: a Stochastic Approach to Combinatorial Optimization and Neural Computing*. John Wiley & Sons Ltd. U. K., 1989.
- [2] A. G. Erdman. Computer-aided mechanism design: Now and future. *Journal of Mechanical Design*, 117:93–100, 1995.
- [3] R. L. Fox. *Optimization Methods for Engineering Design*. Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, U. S. A., 1971.
- [4] R. E. Garret and A. S. Hall. Optimal synthesis of randomly generated linkages. *Journal of Engineering for Industry*, pages 475–480, Agosto 1968.
- [5] S. Kirkpatrick, Jr. Gelatt, and M. P. Vecchi. Optimization by simulated annealing. *Science*, 220(4598):671–680, 1983.
- [6] A. Malhotra, J. H. Oliver, and W. Tu. Synthesis of spatially and intrinsically constrained curves, using simulated annealing. *Journal of Mechanical Design*, 118:53–61, 1996.
- [7] H. Martínez-Alfaro, H. Váldez, and J. Ortega. Linkage synthesis of a four bar mechanism for “N” precision points using simulated annealing. In *ASME-Design Engineering Technical Conferences/MECH-5942*, number 5942, 1998.
- [8] R. L. Norton. *Design of Machinery, An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines*. McGraw-Hill Inc. Massachusetts, U. S. A., 1992.
- [9] Thiagaraj Subbian. *Use of continuation methods for kinematic synthesis and analysis*. PhD thesis, Iowa State University., 1990.

El modelo de dirección por calidad en las instituciones de asistencia privada

Eliseo L. Vilalta y Perdomo, Ricardo Thierry Aguilera y Arturo de la Torre Díaz • Campus Ciudad de México

Desarrollo evolutivo: Una perspectiva evolutiva sobre el desarrollo para un mundo interconectado

Kathia Castro, Alexander Laszlo, Carlos Romero y Marcia Campos • Campus Monterrey

EL MODELO DE DIRECCIÓN POR CALIDAD EN LAS INSTITUCIONES DE ASISTENCIA PRIVADA

Eliseo L. Vilalta y Perdomo, Ricardo Thierry Aguilera, Arturo de la Torre Diaz

El Modelo de Dirección por Calidad es una herramienta de diagnóstico que propone la Fundación Mexicana para la Calidad para evaluar los esfuerzos de Calidad y creación de valor para los clientes y usuarios, el personal, los accionistas, la comunidad y el grupo social en que se encuentra ubicada una organización. Este Modelo inicialmente tenía dos categorías básicas: uno para el sector de la manufactura y el otro para el de los servicios. Posteriormente, y debido a la participación del ITESM Campus Estado de México en el Premio Nacional de Calidad 1999, se decidió desarrollar una tercera aplicación para las instituciones educativas. En este documento proponemos una cuarta posibilidad centrada en las instituciones de asistencia privadas, propuesta que se está desarrollando en un proyecto que actualmente se lleva a cabo en el Nacional Monte de Piedad.

Esta institución ha decidido impulsar el concepto de calidad en todas sus operaciones, de tal manera que está reorientando sus esfuerzos para ofrecer sus servicios con un mejor desempeño y satisfacción de sus usuarios y clientes. Para ello, el Nacional Monte de Piedad y el Centro Interdisciplinario de Tecnologías para la Industria establecieron, en forma conjunta, tres distintos estudios que se consideraron servirían para confirmar ya fuera: la posibilidad de la implantación del Modelo en su estado original, la emisión de un listado con un conjunto de adecuaciones consideradas necesarias o el dictamen negativo al respecto. En este documento se hace referencia al resultado final que se encaminó a la preparación de un conjunto de adecuaciones que se requirieron hacer al Modelo.

Palabras clave: Calidad, Modelo de Dirección por Calidad, Rediseño Organizacional, Transductor Organizacional, Modelación de Sistemas, Sistemas de Información, Pensamiento Sistémico, Nacional Monte de Piedad.

1. Introducción

El Nacional Monte de Piedad es una institución de gran historia y tradición. Fundada en 1775 por Don Pedro Romero de Terreros, Primer Conde de Regla, ha sobrevivido a varias guerras y revueltas, probablemente gracias a su espíritu altruista y a las necesidades sociales que claramente solventa. Actualmente cuenta con cerca de 2 mil empleados repartidos en la Casa Matriz y 35 sucursales, distribuidas en 17 estados de la República. Estos elementos coordinados realizan más de 12 millones de operaciones anuales por un monto superior a los 4 mil millones de pesos.

· M C Eliseo L. Vilalta Perdomo. Profesor Centro Interdisciplinario de Tecnologías para la Industria, ITESM Campus Ciudad de México. evilalta@lincoln.ac.uk

· Dr. Ricardo Thierry Aguilera Profesor Centro Interdisciplinario de Tecnologías para la Industria, ITESM Campus Ciudad de México. rthierry@campus.ccm.itesm.mx

Aun cuando sigue siendo claramente la institución financiera de asistencia privada mayor de nuestro país, con el fin de no quedarse atrás en la modernización tecnológica que está viviendo nuestro sector productivo en los últimos años, ha decidido impulsar el concepto de calidad en todas sus operaciones, de tal manera que está reorientando sus esfuerzos para ofrecer sus servicios con un mejor desempeño y satisfacción de sus usuarios y clientes.

Para ello su Patronato tuvo el interés inicial de considerar la posibilidad de utilizar el Modelo de Dirección por Calidad, desarrollado por la Fundación Mexicana para la Calidad. Este modelo es una herramienta de diagnóstico, a través de la cual, se evalúan los esfuerzos de Calidad y creación de valor para los clientes y usuarios, el personal, los accionistas, la comunidad y el grupo social en que se encuentra ubicada una organización. Éste es el instrumento utilizado para otorgar el Premio Nacional de Calidad. Es importante señalar que este Premio es el máximo reconocimiento que se da a las empresas destacadas en la aplicación de procesos de calidad en nuestro país.

Con ese objetivo en mente, el Patronato decidió integrar en este proyecto a investigadores del Centro Interdisciplinario de Tecnologías para la Industria (CITI), del Campus Ciudad de México, bajo un esquema que se alejaba del concepto tradicional de consultoría y se acercaba más a una alianza estratégica para el desarrollo de nuevos conocimientos en el área de Calidad. El objetivo se centraba en la construcción de nuevas formas de trabajo más cercanas a la realidad nacional en lugar de la transferencia de formas de trabajo extranjeras que, en algunos casos, han demostrado una falta de conexión con las necesidades de nuestro sector productivo.

De esta manera, el Nacional Monte de Piedad y el Centro Interdisciplinario de Tecnologías para la Industria (CITI) establecieron en forma conjunta tres distintos estudios que consideramos servirían para confirmar la posibilidad de la implantación, las adecuaciones necesarias o un dictamen negativo acerca del Modelo de Dirección por Calidad. Los tres estudios o herramientas de adquisición de conocimiento se centraron en: un diagnóstico de la posibilidad de implantación del Modelo de Dirección por Calidad, una revisión del nivel de satisfacción de los clientes y usuarios del Nacional Monte de Piedad, y un análisis del estado que guarda el clima organizacional en el Nacional Monte de Piedad.

Desde el principio se observó que el Modelo no podía ser implantado tal como se encontraba desarrollado, pues tenía una orientación eminentemente empresarial. De los trabajos realizados en el Nacional Monte de Piedad se gestó, entre otros resultados, este documento donde se hace referencia a las adecuaciones que se tuvieron que hacer al Modelo y que dan como resultado un replanteamiento que le permite ser utilizado adecuadamente dentro de cualquier institución de asistencia privada (IAP) Es importante señalar que esta quizá sea la primera vez que se incluyen conceptos de calidad de corte empresarial en instituciones altruistas con el fin de obtener un mayor impacto social.

2. Metodología

Se utilizó un enfoque de investigación-acción por considerar que éste es un método relevante para investigar sistemas de actividad humana y sus aspectos relacionados [1] Con el fin de desarrollar un sistema funcional que sirviera de base para el diagnóstico organizacional, se decidió conformar un equipo de trabajo interdisciplinario e interjerárquico (ETII), que permitiera el libre tránsito e intercambio de ideas que fluían a través de la organización y que no eran necesariamente del conocimiento de todos. Es importante reconocer que para una adaptación exitosa los individuos y las unidades organizacionales

deben ser capaces de definir sus acciones en términos más amplios y de mayor contexto al que pertenecen [2], esto es, deben entender cuál es el impacto que producen sus acciones sobre las propias de los demás.

Adicionalmente, se buscaba utilizar un método de *reflexión en acción* que como señala Schön [3] permite revisar:

- (a) Los medios, lenguajes y repertorios que los participantes usan para describir la realidad y conducir experimentos.
- (b) Los sistemas apreciativos que cada quien utiliza en la definición de problemas, la evaluación de las investigaciones y la conversación reflexiva.
- (c) Las teorías por las cuales los participantes toman sentido de los fenómenos.
- (d) Las estructuras de roles dentro de las cuales los participantes definen sus tareas y delimitan el marco institucional.

Para ello, los miembros del ETII actuaron como coordinadores de otros grupos de trabajo (GTA). Los grupos se conformaron para cada área funcional, integrándose por tres a seis participantes y siendo auto-regulados, esto es, definían sus propios horarios, roles y reglas de operación. De esta forma se logró la participación de un mayor número de personas y el compromiso interno de lograr desarrollar un diagnóstico compartido. En total, en este proceso de diagnóstico organizacional intervinieron más de 50 personas del Nacional Monte de Piedad.

El proceso se llevó a cabo a través de una serie de sesiones –ocho en total- donde se discutía el estado de avance de cada (GTA) y se aclaraban dudas, que en muchos de los casos eran contestadas entre ellos mismos. Además se trabajaba en la construcción de significados comunes y en la inclusión de algunos conceptos de sistemas. Estos significados compartidos son requisito fundamental para lograr una alineación de metas e intenciones [2] y la visión sistémica ofrece una perspectiva integradora de los temas que deben ser considerados en la solución de problemas organizacionales[4] Del resultado de estas conversaciones y de un intenso trabajo de escritorio resultó un modelo conceptual que fue aprobado y que se presenta a continuación.

3. Resultados y Discusión

Todo modelo pretende ser una razonable descripción de la realidad, tal descripción busca servir como una herramienta para entender mejor el comportamiento de un objeto de estudio sin hacer una labor destructiva sobre el mismo. “Los modelos son más que analogías; son medios para revelar la estructura clave del sistema bajo estudio” [5] Sin embargo, no debemos olvidar que un modelo es una construcción mental compuesta de descripciones acerca de la realidad y no es la realidad en sí misma [6] ya que es imposible reconocer todas las variables que intervienen en una situación problemática y todas las relaciones que se encuentran entre ellas. De todas maneras, la construcción de modelos nos ofrece la posibilidad de generar conversaciones acerca de la realidad y, gracias a ello, la capacidad de coordinar nuestras acciones. Al respecto Russell afirma que “el lenguaje posee dos méritos conectados entre sí: primero, que es social, y segundo, que proporciona expresión pública a los ‘ pensamientos ’ , los que de otro modo seguirían siendo privados” [7] Así pues, podemos considerar que un modelo es útil cuando nos permite adquirir cierta capacidad de predicción y, por ende, de auto-construir nuestro futuro.

Ahora bien, para poder desarrollar un modelo conceptual que capture las principales características de cualquier sistema, es recomendable empezar a desarrollarlo basados en algún

mecanismo de diagramado que facilite la comprensión para todos los participantes de dicho desarrollo [1] En el caso específico del Nacional Monte de Piedad empezamos analizando su misión y, por ende, identificando sus actividades primarias, para después plasmarla en un diagrama (figura 1) La misión del Nacional Monte de Piedad establece que se dedica a:

- (a) Otorgar préstamos prendarios e hipotecarios sin propósitos de lucro, a quienes lo requieren de manera urgente, con tasas de interés fijadas de acuerdo con los fines humanitarios de asistencia, que dieron origen a esta Institución.
- (b) Ayudar a quienes realizan obras asistenciales con fines humanitarios, en beneficio de personas que necesitan el auxilio dentro de la República Mexicana

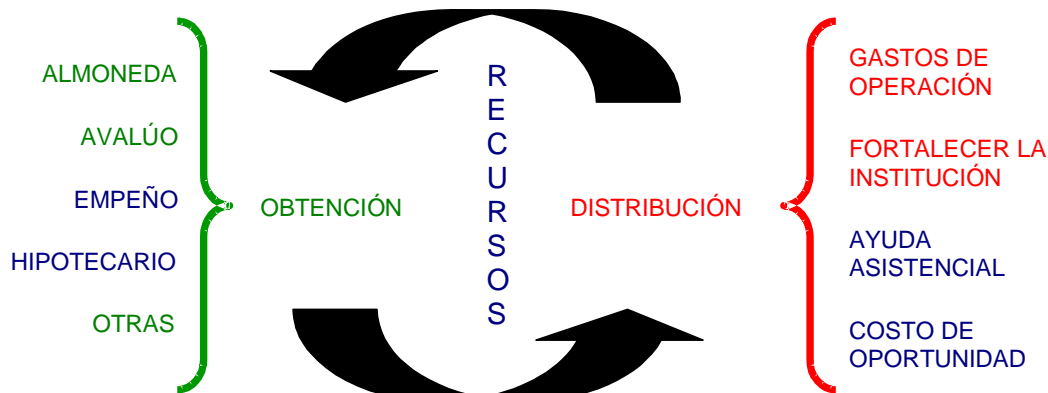


Figura 1. Modelo de actividades del Nacional Monte de Piedad

En el lado izquierdo del diagrama se muestran las fuentes de obtención de recursos del Nacional Monte de Piedad: Almoneda, Avalúo, Empeño y Crédito Hipotecario, además de Otras que permiten su reglamento y pudieran desarrollarse en su momento. Por su parte, en el centro del diagrama se presenta un proceso de manejo de recursos, y a la derecha se indica cómo se distribuyen esos recursos:

- (a) **El Fortalecimiento de la Institución**, a través de acrecentar el patrimonio de la misma en la forma de sus instalaciones y recursos financieros a fin de poder asegurar su permanencia en el futuro. Esta actividad cuenta con la mayor prioridad en la distribución de los recursos institucionales [8]
- (b) **La Ayuda Asistencial**, que se entrega a unas cuatrocientas Instituciones de Asistencia Privada quienes, a su vez, actúan como un elemento multiplicador en las tareas altruistas del Nacional Monte de Piedad.
- (c) **El Costo de Oportunidad**, que representa el ofrecer créditos a tasas inferiores de las que se encuentran en el mercado.
- (d) **Los Gastos de Operación**, que se erogan para permitir que la Institución funcione en forma adecuada.

Estas actividades de distribución pudieran parecer contradictorias en una organización altruista, ya que unas buscan el beneficio interno y otras el externo; sin embargo, también pueden verse dentro de una función de complementariedad, dado que si bien el Nacional Monte de Piedad nació con la idea de auxiliar a personas necesitadas a través de créditos blandos, también requiere de administrar cuidadosamente el uso de sus recursos para mantener su salud financiera. De particular interés es el concepto de transparencia en la administración de los recursos en virtud de el litigio sostenido por autoridades del Distrito Federal por medio de la Junta de asistencia Privada con el H. Patronato del

Nacional Monte de Piedad El conflicto aunque de orden político-legal es una fuente de tensión dentro de las actividades de la misma Institución. De todas maneras, este modelo simplificado de la operación señala esta situación como una de las fuentes de tensión en la organización a considerarse en la operación diaria.

Para resolver este problema se decidió actuar tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- (a) Primero, que la solución fuera lo suficientemente general como para poder aplicarla prácticamente en cualquier IAP. Para ello se buscó introducir el concepto de **viabilidad** [9] en la visión que el Nacional Monte de Piedad ha decidido perseguir: “*Ser la Institución asistencial privada financiera de vanguardia más importante del país*” [10] Cumplida esta visión el Nacional Monte de Piedad podría servir de referencia en el actuar de cualquier otra institución altruista. Es importante señalar que esta viabilidad sólo se presenta en un sistema cuando éste es auto-referenciado, y ello sucede cuando el sistema tiene capacidad de mantener su identidad, poder auto-repararse, ser consciente de sí mismo y ser recursivo en sí mismo [11]
- (b) Segundo, remover de la conciencia del personal del Nacional Monte de Piedad la incomodidad que les representa el concepto de maximización de recursos, ya que si bien es necesaria, y éticamente correcta, suele generar indisposición de parte de las organizaciones altruistas [12] Para ello se decidió incorporar el concepto de **transformación** [13], esto es, la traducción de ciertos recursos en resultados no necesariamente comparables. Un ejemplo de lo anterior es el proceso de creación de energía eléctrica aprovechando una caída de agua o, dentro de una central nuclear, el aprovechamiento del vapor de agua generado al calentar el fluido que se encuentra dentro del reactor.

Esta analogía de transformación que sirve para cualquier IAP –de hecho para cualquier sistema– permite adecuar ambas visiones aunque para ello es conveniente distinguir los elementos fundamentales que componen al modelo (figura 2):

- (a) Generador de la rotación: Tal como en el caso de la generación eléctrica en una planta hidráulica donde se utiliza una turbina por la que pasa el agua fluyente, en el caso que nos ocupa existe un conjunto de elementos que actúan como generadores de recursos. En términos generales en las Instituciones de Asistencia Privada pueden ser los donadores o los usuarios de ciertos servicios.
- (b) Eje rotor: Este elemento es el transmisor de la torque provista por el Generador. Para ello se requiere una serie de elementos que permiten realizar esta transferencia de energía de giro.
- (c) Aprovechamiento de la rotación: En un salto de agua, el giro del eje rotor se utiliza en un generador eléctrico, que aprovecha la capacidad con que contamos de producir electricidad al mover una serie de imanes dentro de un circuito eléctrico. De manera similar, los recursos pueden ser administrados para propiciar una labor social y multiplicar este esfuerzo apoyados en otros sistemas similares, como podrían ser otras Instituciones de Asistencia Privada.



Figura 2. Modelo de transformación “Recursos-Necesidades”

Ahora bien, este modelo debe reflejar un aspecto fundamental, la capacidad de asegurar la calidad en el servicio. Para ello es fundamental considerar cuáles son los elementos que participan en cada uno de los componentes del modelo y un sistema de adaptación y control que asegure las actividades de esos elementos dentro de ciertos requerimientos establecidos. Nos basamos en que todo sistema de control tiene tres elementos fundamentales: un sistema de entrada de datos, un sistema de salida de los mismos y una red que conecta a ambos [5] Este proceso de retroalimentación permite la aparición de dos tipos de ciclos de modificación de las prácticas. En primer lugar, el ciclo de adaptación y control que permite modificar el comportamiento del personal a la hora de ejecutar tareas específicas, esto es que elimina los patrones defensivos de actuación dentro de la institución [2] En segundo lugar, el ciclo de mejora continua que aparece cuando se presenta la posibilidad de generar nuevas prácticas, lo que implica identificar una oportunidad y compararla con las mejores en el sector.

En el caso del Nacional Monte de Piedad, se procedió a identificar un conjunto de **transductores** que permitieran controlar los flujos de ingresos y egresos, tanto en aspectos administrativos como de satisfacción de necesidades, para después generalizarlos hacia cualquier institución de asistencia privada (figura 3)

- (a) Para el proceso de Administrar Recursos se consideraron: Los recursos que ofrecen generalmente los donadores, aunque éstos también se pueden obtener a través de usuarios de algunos servicios que se ofrecen, o de clientes que pueden adquirir ciertos productos generados por la Institución; y los recursos que se destinan a los empleados, y a la operación en sí misma.
- (b) Para el proceso de Satisfacer Necesidades se tomaron en cuenta: El proceso de identificación de las necesidades de la Comunidad y los Usuarios, para poder atacar las deficiencias sociales con mejor precisión; y el mecanismo de medición del valor creado. Esto con el fin de maximizar el beneficio social que generan las actividades de la Institución.



Figura 3. Modelo de calidad propuesto para una institución de asistencia privada

Sistema de Administración de Recursos.

En el sistema Administrar Recursos hacemos referencia al conjunto de procesos que usualmente se realizan para poder generarlos, distribuirlos y controlarlos de forma tal que se logre garantizar una operación transparente y eficiente; es por ello que si queremos implicar el concepto de calidad en este

sistema, tenemos que asegurar que esos procesos cuenten con la capacidad de ser administrados y mejorados. [14] Esto hace necesario que además de considerar las entradas y salidas del sistema, tenemos que agregar un sistema de administración y mejora de procesos. Este mecanismo es el que garantizará que las operaciones de administración cuenten con la capacidad de adecuación y mejoramiento continuo indispensables en cualquier sistema de aseguramiento de calidad.

Por lo tanto, este sistema examina los elementos fundamentales que debieran participar en la administración de los recursos de cualquier institución de asistencia privada: Las entradas, los procesos en sí y las salidas. Así pues, pone especial atención en los sistemas de creación de relaciones de largo plazo con donadores, usuarios y clientes, la administración y mejora de los procesos, y la construcción de acuerdos benéficos para ambas partes con los empleados y los proveedores. En específico, cada uno de estos elementos fue diseñado para tener en cuenta los siguientes aspectos:

Recursos (Donadores, Usuarios y/o Clientes): Este subcriterio examina la forma en que la organización construye y conserva las relaciones con donadores actuales y potenciales.

Administración y Mejora de Procesos: Este subcriterio examina la forma como la organización estructura sus procesos en cadenas de valor para cumplir con su misión y lograr sus objetivos estratégicos, así como la forma en que administra y mejora continuamente los procesos clave y de apoyo para crear valor a sus usuarios, clientes y mercados.

Empleados y Proveedores: Este subcriterio examina la forma como la organización diseña, desarrolla y estructura sus gastos operativos y construye cadenas de mutuo beneficio con sus proveedores, siguiendo sus metas y planes estratégicos y operativos.

Sistema de Satisfacción de Necesidades

En el caso de Satisfacer Necesidades, el sistema debe centrarse en un elemento que logre la transformación deseada de recursos en beneficio social: el conocimiento organizacional, que incluye los conocimientos implícito, explícito y cultural [15] Este conocimiento corresponde al “saber hacer” (“know-how”) de la Institución y es ese conjunto de prácticas y políticas que resultan de la muy personal manera de hacer las cosas en cada organización. Nace tanto de la experiencia como de la capacitación y puede ser administrado, almacenado, distribuido y hasta vendido como si fuera un producto físico. Este conocimiento organizacional es lo que se compra cuando se solicita una franquicia. En una IAP representa la manera como se traducen intenciones altruistas en hechos concretos. Es por ello que, en este caso, es el conocimiento organizacional el que permite la construcción aterrizada del concepto de altruismo o beneficio social..

Este criterio examina los elementos fundamentales que participan en la satisfacción de necesidades que ofrece cualquier IAP: La identificación de las necesidades, los procesos en sí y la medición del valor. Por lo tanto, pone especial atención en los sistemas de creación de relaciones de largo plazo con la comunidad y los usuarios, la administración del conocimiento organizacional, y la medición adecuada del beneficio social logrado. Así pues, esta variable utiliza tres elementos para su revisión:

Identificación de las Necesidades de la Comunidad y los Usuarios: Este elemento analiza la forma en que se identifican y conocen los requerimientos y necesidades completas de la comunidad a quien sirve la institución y los usuarios que pertenecen a ella en el corto y el largo plazo.

Conocimiento Organizacional: Examina la forma como se fortalecen y conservan las experiencias y conocimientos adquiridos por la organización. Se evalúa hasta qué punto es una institución con capacidad de aprendizaje. Tal evaluación se realiza por medio de la determinación de las relaciones entre las distintas áreas funcionales de la organización, así como la comunicación entre los distintos niveles jerárquicos. “La inteligencia de la organización es la propiedad que emerge de la red de procesos del uso de la información a través de la cual la organización construye significados compartidos sobre sus acciones e identidad; descubre, comparte y aplica nuevo conocimiento, e inicia patrones de acción a través de la búsqueda, evaluación y selección de opciones.” [15]

Medición del Valor Creado: Examina la forma en que la institución revisa y evalúa los niveles de satisfacción de la comunidad a quien atiende la institución y de los usuarios que pertenecen a ella. Compara los recursos invertidos contra los resultados que la institución obtiene de su operación.

Sistema de Transferencia.

El proceso de Transferencia es el eje rotor que permite trasladar los esfuerzos que realiza el sistema de Administrar Recursos, al sistema de Satisfacer Necesidades. En otras palabras, transfiere los recursos con que la Administración cuenta a las actividades altruistas de la Institución. En ambos casos lo que se busca es cumplir con la operación de maximización, ya sea de generación de recursos como de transformación en bienestar social.

Este proceso de Transferencia se ejerce a través de los elementos fundamentales de cualquier sistema social: los individuos y la comunicación. Es por ello que al hablar de este sistema, nos enfocamos en el ser humano y los procesos de comunicación, enfocándonos en el concepto de redundancia, para identificar dónde se localiza la información y donde se almacena el conocimiento en la organización [16]

Para facilitar esta tarea, construimos una diferencia ciertamente artificial. Por una parte, se preservó el concepto de Liderazgo, que tiene una función de guía y comunicación, y por la otra el Desarrollo de Personal, que incrementa la eficiencia del proceso mismo de la transferencia.

Este criterio estudia el mecanismo de transferencia del valor económico en valor social. Para ello se centra en los actores de dicha transformación, pues son ellos los que generan con su labor el efecto multiplicador que se pretende maximizar. El análisis dedica especial atención a la efectividad de los sistemas de capacitación en Habilidades, Actitudes y Valores:

- (a) Habilidades, para que cada quien cumpla con conocimiento de causa y responsabilidad las actividades que tenga asignadas.
- (b) Actitudes, por ser elemento fundamental de todo servicio.
- (c) Valores, por ser la razón por la que se hacen las actividades de la organización.

Los elementos que componen este sistema son presentados a detalle a continuación:

Liderazgo: Examina cómo la Alta Dirección impulsa con su actuación personal la creación de valor y desarrollo sostenido en el largo plazo, basándose en una cultura de calidad.

- (a) Habilidades Administrativas
- (b) Actitud Comunicativa
- (c) Valores Humanos

Desarrollo de Personal: En este criterio se analizan los mecanismos y las políticas con que cuenta la institución para identificar, estimular y optimizar la participación y el potencial del personal.

- (a) Habilidades Operativas
- (b) Actitud Comunicativa
- (c) Valores Humanos

Sistema de Adaptación y Control

Para considerar este modelo de Calidad completo faltaría el Sistema de Adaptación y Control que ya se había mencionado anteriormente. Es el conjunto de válvulas a través de las cuales se puede modificar la actuación de la Institución.

Este Sistema de Adaptación y Control cuenta con tres elementos constitutivos:

- (a) La Planeación Estratégica, en la que se definen la misión, la visión, los objetivos y las políticas.
- (b) La Planeación Operativa, en la que se aterriza la planeación estratégica y se convierte en una serie de planes operacionales que garanticen el cumplimiento de lo deseado.
- (c) Los Sistemas de Información, con cuya existencia se crea un foro donde los conocimientos, experiencias, instrucciones y definiciones conviven, y permite la construcción de una organización inteligente, capaz de aprender y de adaptarse a una realidad tan cambiante.

Este criterio examina los mecanismos disponibles tanto para definir los objetivos estratégicos de la institución como para operacionalizarlos en las actividades cotidianas. Adicionalmente, estudia las herramientas con las que se da seguimiento al desempeño organizacional. Para ello, analiza las estrategias y tácticas aplicadas en la administración de los recursos con que cuenta la organización: los ingresos y los egresos, fuentes y destinos. Para ello, esta variable utiliza tres elementos para su revisión.

Planeación Estratégica: En este punto se examina la mecánica con la que la institución diseña sus estrategias para mejorar su desempeño global, su posición competitiva y asegurar su permanencia en el largo plazo.

Planeación Operativa: En este punto se analiza la forma en que la organización operacionaliza su planeación estratégica así como la forma en que se da seguimiento a su cumplimiento.

Sistemas de Información: En este punto se revisa la manera en que se seleccionan y administran los datos y la información por ellos generada, así como los procesos de adaptación y control que se utilizan para la planeación, la definición de indicadores, la evaluación y las oportunidades de mejora y/o innovación, en todos los procesos, sistemas y niveles.

4. Conclusiones:

El Nacional Monte de Piedad está reorientando sus esfuerzos para ofrecer sus servicios con un mejor desempeño y mayor satisfacción de sus usuarios y clientes, y por ello ha decidido impulsar el concepto de calidad en todas sus operaciones. Para ello decidió analizar la posibilidad de implantar el Modelo de Dirección por Calidad propuesto por la Fundación Mexicana para la Calidad. Este Modelo es una herramienta de diagnóstico que para evaluar los esfuerzos de Calidad y creación de valor para los clientes y usuarios, el personal, los accionistas, la comunidad y el grupo social en que se encuentra ubicada una organización. Es importante señalar que el Modelo inicialmente ofrecía dos categorías básicas: uno para el sector de la manufactura y el otro para el de los servicios. Posteriormente, y debido a la participación del ITESM Campus Estado de México en el Premio Nacional de Calidad 1999, se decidió desarrollar una tercera aplicación para las instituciones educativas. Sin embargo, este Modelo no puede ser aplicado en ninguna de sus categorías dentro de las Instituciones de Asistencias Privadas por tener un corte demasiado empresarial y, por ende, no considerar a las actividades altruistas con la suficiente importancia. En este documento proponemos una cuarta posibilidad centrada en las instituciones de asistencia privadas.

Reconocemos que las Instituciones de Asistencia Privada (IAP) tienen dos distintas actividades que pueden ser fuente de tensión y falta de entendimiento entre sus colaboradores: por un lado, las orientadas a labores administrativas, donde la eficiencia es el principal patrón de medición; y las altruistas, donde la eficacia prima sobre las demás medidas de desempeño. Utilizando una analogía de una central generadora de electricidad, planteamos como sistemas a evaluar: Administrar Recursos, Transferencia, Satisfacer Necesidades y el Sistema de Adaptación y Control. Cada uno de ellos con diversos criterios a evaluar. De esta manera, y apoyados en la metodología de evaluación del Modelo de Dirección por Calidad que utiliza la Fundación Mexicana de la Calidad, se puede evaluar de una manera más adecuada el nivel de madurez o calificación que en materia de calidad tienen las actividades de cualquier Institución de Asistencia Privada.

Es de importancia señalar que este modelo ha logrado ser lo suficientemente general como para poder utilizarlo en procesos de interrelación que el Nacional Monte de Piedad tiene de manera continua con otras Instituciones de Asistencia Privada, como es por ejemplo el mecanismo de asignación de donativos que mediante este modelo permite definir con mayor precisión los montos y el valor social esperado en esta inversión. Además, es uno de los primeros esfuerzos para incorporar conceptos de administración integral, transparentes para cualquier foro, a instituciones que generalmente actúan con parámetros de evaluación por cantidad (v.g. cantidad de personas beneficiadas) para llevar a estas instituciones al uso de parámetros de evaluación por generación de valor (v.g. generación de recursos) que a últimas fechas han sido cuestionados en el sector público, el ámbito político y el social. El caso de AMBA (Asociación Mexicana de Bancos de Alimentos) es paralelo ya que de enfoques dirigidos a la cantidad de alimentos distribuidos se está pasando a evaluar parámetros de contenido nutricional [17].

5. Referencias:

- [1] Checkland, P. & Howell, S. Information, Systems and Information Systems. Ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK (1998)
- [2] Espejo R, Schuhmann W, Schwaninger M & Bilello U. Organisational Transformation and Learning. Ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK (1996)
- [3] Schön, D. The Reflective Practitioner: How professionals think in action. Ed. Arena, Aldershot, Hanst, UK (1991)
- [4] Senge, P. La Quinta Disciplina. Ed. Granica/Vergara, Buenos Aires (1990)
- [5] Beer, S. Brain of the Firm. The Stafford Beer Classic Library, Ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK (1972)
- [6] Checkland, P. Systems Thinking, Systems Practice: Includes a 30-year retrospective. John Wiley & Sons, Chichester, UK. (1999)
- [7] Russell, B. Human Knowledge: Its scope and limits (1948) Traducido al español El Conocimiento Humano Ed. Planeta-Agostini, Barcelona, España (1992)
- [8] De La Torre, Arturo. Minutas de las reuniones de trabajo. Documentos del CITI no publicados. (2000)
- [9] Beer, S. Platform for Change. The Stafford Beer Classic Library, Ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK. (1975)
- [10] Centro Interdisciplinario de Tecnologías para la Industria, Taller de Expectativas del Nacional Monte de Piedad, 1-2 de junio del 2001. Documentos no publicados del CITI. (2001)
- [11] Beer, S. Diagnosing the System for Organization. The Stafford Beer Classic Library, Ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK (1985)
- [12] De La Torre, Alan Junta de evaluación del programa. Documentos del CITI no publicados. (2001)
- [13] Checkland, P. & Scholes, J. Soft Systems Methodology in Action, Ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK (1990)
- [14] Beer, S. Decision and Control: The meaning of operational research and management cybernetics. The Stafford Beer Classic Library, Ed. John Wiley & Sons, Chichester, UK (1966)
- [15] Choo, Ch. W. The Knowing Organization: How organizations use information to construct meaning, create knowledge and made decisions. Ed. Oxford University Press, New York, USA (1998)
Traducido al español La Organización Inteligente: El empleo de la información para dar significado, crear conocimiento y tomar decisiones. Ed. Oxford University Press, México. Choo, C.W. La Organización Inteligente. Ed. Oxford University Press, México (1999)
- [16] Nonaka, I. & Takeuchi, H. The Knowledge-Creating Company. Oxford Press University. New York, USA (1995) Traducido al español La Organización Creadora de Conocimiento: Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. Ed. Oxford Press University, México (1999)
- [17] Navarro Guillermo, Junta de trabajo con el ITESM-CCM y la Universidad de Guadalajara para la generación de un proyecto de mejora continua en la AMBA. Documentos del CITI no publicados (Febrero, 2001).

ANEXOS

I. Glosario de Términos

Almoneda. Tienda, Casa de remate, o sección de venta de las prendas empeñadas que no han sido recuperadas por sus originales dueños.

Calidad. Aquel Proceso por el cual una empresa busca la mejora continua de sus procesos de generación de valor, también se aplica para las unidades funcionales de una empresa encargadas de certificar el cumplimiento de las características de diseño en la producción de bienes o servicios.

Metodología de la Fundación Mexicana de la Calidad o del Modelo de Dirección por Calidad. La sucesión de pasos para el eficaz monitoreo, control y evaluación de aquellos esfuerzos de las empresas participantes en la obtención del premio nacional de calidad y que consta de 8 aspectos principales a saber: 1. Valor superior para el cliente, 2. Liderazgo mediante el ejemplo Coordinación de Calidad, 3. Desarrollo del personal, 4. Conocimiento Organizacional, 5. Planeación, 6. Cadenas de valor, 7. Impacto en la Sociedad, 8. Valor Creado Resultados

Modelación de Sistemas. Técnica asociada en principio con los esfuerzos del Club de Roma y Forrester para la descripción de sistemas complejos de actividad económica, demográfica y social, que aplicada en los sistemas administrativos ayuda a ejercer de forma más acertada las funciones administrativas en las organizaciones

Modelo de Dirección por Calidad. El modelo conceptual creado por la Fundación Mexicana de la Calidad y bajo el cual son analizadas las organizaciones que buscan el reconocimiento de sus esfuerzos para la mejora continua.

Nacional Monte de Piedad. Institución de Asistencia Privada, fundada por el Conde de Regla Pedro Romero de Terreros en 1775 en la capital de la Nueva España (hoy la ciudad de México) con el fin ayudar a toda gente en necesidad por medio de prestamos prendarios.

Pensamiento Sistémico. Corriente de pensamiento administrativo de corte filosófico que comúnmente reconoce a Ludwig Von Bertalanffy como su iniciador y que incorporando conceptos de tipo biológico busca explicar la complejidad de las actividades y relaciones humanas dentro del ámbito de su competencia.

Pignorante. Dicese de aquella persona que empeña sus prendas a cambio de un préstamo y que se obliga a pagar el préstamo y una cantidad adicional con el fin de allegarse recursos en el corto plazo.

Rediseño Organizacional. Técnica perteneciente a la corriente administrativa del Desarrollo Organizacional impulsada por Henry Mintzberg.

Sistemas Suaves. Todo sistema de actividad humana que se caracteriza por tener mayor valor en términos conceptuales que en términos físicos.

Sistemas de Información. Dicese de todo aquel sistema capaz de transformar datos en formas útiles para ser utilizados por el ser humano en alguna actividad que le atañe. Se compone generalmente de la creación de bases de datos, manuales o electrónicas que son capaces de recuperar, procesar y analizar datos para generar reportes de Información.

Transductor Organizacional. Componente de comunicación que hace las veces de facilitador de cambio y que es utilizado ampliamente en la aplicación de conceptos de Cibernética Organizacional a las organizaciones con vocación de servicios.

Viabilidad. La característica de todo aquel sistema que puede generar sus propios recursos y por tanto tiene posibilidades de subsistir por si mismo sin la intervención de terceros. Muy deseable en el ámbito de las Instituciones de asistencia privada a fin de evitar esquemas viciados de corte paternalista por parte de los filántropos y los altruistas.

DESARROLLO EVOLUTIVO: UNA PERSPECTIVA EVOLUTIVA SOBRE EL DESARROLLO PARA UN MUNDO INTERCONECTADO

Kathia Castro Laszlo, Alexander Laszlo, Carlos Romero y Marcia Campos

Este documento es el resultado de una investigación interdisciplinaria entre los autores, motivada por el interés directo en el tema del desarrollo, *per se*, y en particular, en el desarrollo de México. El propósito general de nuestra investigación es práctico: la articulación de un modelo accionable de desarrollo, concebido como praxis evolutiva que integre diversas dimensiones disciplinarias en la generación de planeación de políticas y toma de decisiones informadas para guiar la participación directa y consciente de los ciudadanos en el desarrollo de sus sociedades. La creación de tal modelo exige bases sólidas en la teoría, filosofía, epistemología y metodología apropiadas y claramente representa una tarea ambiciosa y compleja. Para ser congruentes con nuestras hipótesis, valores y base de conocimiento sobre los cuales se basa nuestra investigación, nuestro estudio toma la forma de una conversación disciplinada, abierta y evolutiva.

Palabras clave: Desarrollo, evolución, sustentabilidad, conocimiento, aprendizaje, innovación.

1. Introducción

La pregunta inicial con la que comenzó nuestra investigación fue: “¿Qué es el desarrollo?” No el desarrollo económico, desarrollo social, desarrollo humano, o desarrollo sostenible... sino simplemente, desarrollo. ¿Por qué se ha vuelto necesario calificar el término tan inconsistentemente? ¿Cuáles son las interconexiones entre estas diferentes concepciones de desarrollo? ¿Qué implicaciones surgen de la aplicación de las ciencias de complejidad para un análisis riguroso de la dinámica del desarrollo? Este es el tipo de preguntas que han surgido de nuestra investigación colaborativa. Nuestra investigación parte de nuestras diversas áreas de conocimiento y experiencia, incluyendo: teoría de sistemas, teoría general de la evolución, desarrollo económico, transferencia de tecnología, innovación social, desarrollo sustentable, comportamiento ambiental, diseño de sistemas sociales y educación. La creación, administración y evolución del conocimiento requerido para lo que estamos llamando *desarrollo evolutivo* es tremendamente desafiante. Desafortunadamente, con demasiada frecuencia, los seres humanos tienen la arrogancia de pensar que ya conocen todas las respuestas a los retos del cambio. Esto representa el reto educativo de crear sistemas que pasen de producir conocedores a crear aprendices de por vida. La relación entre el aprendizaje –y en particular el aprendizaje social- y el desarrollo no es un tema nuevo. Sin embargo, la perspectiva evolutiva ofrece nuevas posibilidades para el diseño de sistemas de aprendizaje y conocimiento como parte de una estrategia de desarrollo más completa.

1. Desarrollo – una perspectiva evolutiva

1.1 Una revisión de enfoques

El término desarrollo connota una mejoría de las condiciones actuales y como tal, implica progreso. En muchas instancias, el desarrollo es igualado con el crecimiento o la evolución. Y sin embargo, el desarrollo es un término que se relaciona más con el mundo de los asuntos humanos y es parte de nuestra realidad socialmente construida en términos de lo que consideramos que son objetivos

Kathia Castro Laszlo, Ph.D. Profesor-Investigador, EGADE, Monterrey. kcastro@egade.sistema.itesm.mx
Alexander Laszlo, Ph.D. Profesor-Investigador, EGADE, Monterrey. alaszlo@egade.sistema.itesm.mx
Carlos Romero, Ph.D. Profesor-Investigador, EGADE, Monterrey. cromero@campus.mty.itesm.mx
Marcia Campos, MSc., MBA. Profesor-Investigador, Centro de Estudios Estratégicos, Monterrey.
mcampos@campus.mty.itesm.mx

“deseables” para nosotros o para otros – y por lo tanto nos permite hacer aseveraciones muy subjetivas y relativistas sobre qué y quién es desarrollado vs. aquellos que no lo son. En este sentido, desarrollo no debe ser confundido con crecimiento. El crecimiento es algo que podemos medir cuantitativamente en unidades definibles de tamaño o escala y se relaciona con las ideas de tamaño físico o cantidad numérica. El crecimiento proporciona una métrica que puede ser aplicada a muchos procesos de cambio, pero no a aquellos que son cualitativos o condicionales en naturaleza. Aunque distintos uno del otro, ni crecimiento ni desarrollo deben ser confundidos con evolución. La evolución, como lo veremos más detalladamente, involucra un proceso de cambio direccional (pero no dirigido) que lleva de estados más cercanos al equilibrio termodinámico y químico hacia aquellos más apartados de éste. Expresado de manera más simple, es “una manera general de conceptualizar el proceso auto-organizado de selección del universo desplegado en ..creciente complejidad” [1]. En resumen,

Crecimiento	= un incremento en tamaño o cantidad
Desarrollo	= una mejoría de condiciones o de calidad
Evolución	= una tendencia hacia los estados complejos más alejados del equilibrio termodinámico y químico

La mayoría de las definiciones de desarrollo están relacionadas al concepto de bienestar y tienen relaciones directas con dinámicas económicas. Por ejemplo, el significado de desarrollo frecuentemente está sesgado hacia “desarrollo económico” [2] e igualado con industrialización. Autores como Mathur [3] correlacionan el desarrollo económico con el cambio en el empleo y con el ingreso auto-sostenido de capital, el cual implica crecimiento en el ingreso per capita así como en la riqueza y en los movimientos de población. El Consejo de Desarrollo Económico [4] define el término como el proceso de creación de riqueza a través de la utilización de todo tipo de recursos. Sin embargo, éstas son definiciones limitantes de desarrollo porque restringen sus causas a variables como acumulación de capital.

Para responder a la pregunta de por qué persiste la distancia entre los países desarrollados y no desarrollados, se han formulado enfoques teóricos utilizando instrumentos empíricos tales como la tasa anual de crecimiento y el ingreso per capita. Utilizados como criterios, estos enfoques tendieron a reducir el bienestar humano a medidas numéricas.

Los modelos económicos fueron diseñados para proporcionar una vía rápida para cambiar las condiciones económicas. Los modelos basados en el esquema Marxista o en la teoría liberal ortodoxa asumen precondiciones de las que depende el desarrollo. La mayoría de los modelos implican una abstracción rigurosa, simplificación y cuantificación para analizar y evaluar condiciones de estructura. En general, estas teorías asumen que existe un conjunto de variables económicas que pueden ser estimuladas para promover crecimiento, mientras que todas las demás condiciones sociales, como marco legal, contexto cultural y ambiente natural, por mencionar algunas, son excluidas de los modelos. Generalmente, la experiencia de los países desarrollados fue tomada como punto de partida de estos modelos, asumiendo que condiciones similares pudieran existir en países menos desarrollados. Adicionalmente, un factor único es definido frecuentemente como la clave para promover el desarrollo al igual que en la teoría neoclásica de crecimiento económico, como propone Solow [2], donde la producción total de un país es una función de mano de obra, capital y una tecnología provista exógenamente. En este enfoque, el punto principal es el mecanismo de mercado y las respuestas a diferencias en precios de insumos como capital, mano de obra, energía, materias primas e información. Variables como el conocimiento, habilidades, aptitudes y el papel de la innovación son vistas como exógenas, evitando que tengan una influencia crítica en el proceso de desarrollo. Una característica principal de los modelos ortodoxos es la preocupación por cómo incrementar la producción prestando poca atención a la distribución. El modelo Nurkse intentó establecer la relación entre la falta de acumulación de capital y la falta de medios eficientes para distribuir riqueza postulando un círculo vicioso de pobreza que inhibía la capacidad de la gente pobre para ahorrar y, por lo tanto, reduciendo la acumulación de capital.

Una de las principales ideas propuestas por el modelo de desarrollo económico de Myrdal [5] fue que los gobiernos deberían promover una distribución equitativa del ingreso para incrementar la producción y superar el subdesarrollo, afirmando que esto puede lograrse por medio de la planeación económica. Pero a pesar de que Myrdal reconoció la necesidad de justicia social paralela al incremento

de los niveles de producción, el punto principal siguió siendo la forma de promover las variables económicas. Las teorías sobre las etapas económicas del desarrollo iniciaron con el modelo de Rostow [6] basado en etapas de desarrollo nacional. Esto enfatizó el enfoque de los primeros economistas, como Adam Smith [7], respecto a los diferentes pasos que un país tiene que dar antes de llegar a una etapa superior de bienestar. Rostow contempló cinco etapas de crecimiento económico: la sociedad tradicional; las precondiciones para el despegue; el avance a la madurez y la era del consumo en masa. La línea que separa estas etapas es la existencia de una ciencia y tecnología pre-Newtonianas y la promoción de factores económicos que marcan el dominio de la ciencia Newtoniana. Por lo tanto, de acuerdo a Rostow, el desarrollo económico está basado en la capacidad para crear una sociedad económica avanzada. Previo a la introducción del enfoque basado en etapas de Rostow, el concepto de ciclos de desarrollo ha sido desarrollado por Joseph Schumpeter [8]. Schumpeter construyó un sistema económico para explicar los ciclos de negocios y el desarrollo económico capitalista. De acuerdo al modelo de Schumpeter, el factor clave en el cambio económico es la introducción de la innovación, definida como cambios en los métodos de suministro de mercancías. Aquí, el empresario juega un papel central en el desarrollo, sirviendo como el actor principal que busca ganancias a través de la innovación. De esta manera, el desarrollo económico resulta de un proceso dinámico impulsado por las fluctuaciones económicas que reflejan el proceso de adaptación a la innovación.

Los principios primordiales descritos arriba fueron aplicados durante más de setenta años del siglo veinte. Posteriormente, los países en desarrollo alcanzaron niveles altos de crecimiento económico aun y cuando estos fueron caracterizados por altos niveles de desigualdad en el ingreso.

En años recientes se ha estado desarrollando un creciente interés alrededor de las implicaciones del factor humano como tema central en el desarrollo económico. Empezando con el trabajo de Backer [2], el capital humano se ha convertido en otro elemento de inversión en el camino al desarrollo económico. A través de su modelo de la economía estadounidense, Schultz [9] considera que, hasta cierto punto, el crecimiento exitoso de Estados Unidos hasta 1960 puede ser explicado por la alta productividad de la mano de obra. Posteriormente, Lucas [10] utiliza la interacción entre la productividad del capital humano y otros recursos para explicar la tasa de crecimiento en regiones con acumulación de capital humano. A partir de esto, el concepto de regiones de aprendizaje ganó popularidad, reforzado por el éxito de áreas como el Silicon Valley en California y Route 128 en las afueras de Boston. La teoría de las regiones de aprendizaje (LRT) se ocupa de aquellos factores intangibles de capital intelectual que hacen de una región económicamente dinámica y competitiva. Se enfoca en conceptos como la naturaleza de la innovación y las condiciones para intensificarla. Estas regiones están caracterizadas por la presencia de una fuerza laboral con un alto grado de educación, universidades y gente muy creativa y emprendedora. De acuerdo a la LRT, la principal causa del desarrollo es la interacción social entre los agentes que promueven la innovación y el cambio tecnológico. De manera que según la LRT, el desarrollo económico depende de la capacidad del sistema para acumular conocimiento, "know how" y habilidades.

El modelo de Schumpeter fue tomado como una referencia teórica en nuestra búsqueda de un marco para estos conceptos relacionados con la innovación. Ideas como la de cambio dinámico y progreso fueron adoptadas para integrar la llamada teoría económica evolutiva basada hasta cierto grado en una analogía evolutiva biológica (en el sentido de que un sistema se tiene que transformar y trascender con la finalidad de alcanzar una etapa superior de desarrollo). En esta teoría, el desarrollo económico se basa en una idea de cambio continuo donde diferentes fuerzas se combinan para construir una dinámica red de interacciones. Los agentes económicos se comportan en un campo sistémico de una manera que aclara el hecho de que cada miembro de una sociedad tiene un papel que desempeñar. Y lo hace exponiendo los procesos por medio de los cuales las fuentes de energía mantienen la viabilidad funcional y operacional del sistema a través de la generación y transmisión de conocimiento. En años recientes, esto se ha vuelto imperativo para comprender mejor los caminos del desarrollo abiertos al progreso humano constructivo. Específicamente, debe reconocerse que la innovación sucede dentro de los marcos económicos y culturales existentes, y por lo tanto debe integrarse con normas establecidas e interactuar con valores arraigados para estimular el cambio social efectivo con un mínimo de agitación cultural.

Con la finalidad de obtener una imagen más clara del desarrollo, es esencial adoptar una nueva orientación. En su discurso en la sesión 131 del Consejo Ejecutivo de la UNESCO en París, Federico Mayor expresó de la siguiente manera la necesidad de tal cambio de mentalidad:

El nuevo concepto de desarrollo incluye no sólo el desarrollo económico sino también todos aquellos parámetros que reflejan la calidad de vida, el disfrute total de la capacidad creativa y la observancia de los derechos humanos, los cuales deben ser tomados en cuenta por los principales responsables de la toma de decisiones para que el desarrollo no sea poseído y distribuido por unos cuantos sino que sea una empresa común a una escala internacional y multilateral, con el ser humano como su centro, su agente único y su beneficiario. *Todo lo que se necesita es una nueva visión del mundo y premisas diferentes.* [énfasis agregado].

1.2.1 El reto para México

Como país en desarrollo México ha buscado una estrategia económica efectiva durante las últimas cuatro décadas. Varios altibajos han caracterizado a la economía mexicana desde 1940, cuando, como resultado de la Segunda Guerra Mundial, México tuvo la oportunidad de participar fuertemente en la más amplia economía estadounidense. La mayoría de las teorías económicas de moda han sido aplicadas en México –desde las estrategias de sustitución de importaciones hasta el sólido neoliberalismo. Después de 50 años de teorías neoclásicas, el producto interno bruto ha observado un crecimiento que se ha multiplicado por veinte, pero el ingreso per capita sólo se ha cuadruplicado. Durante este tiempo, la población total ha pasado de 50 millones a casi 100 millones de habitantes y la mano de obra se ha incrementado de 5 millones a 34 millones de trabajadores [11].

Aun y cuando la esperanza de vida se ha incrementado de 46 a 72 años de edad y la tasa de analfabetismo ha disminuido al 10% de la población total, más de 6 millones de mexicanos son analfabetas. Hoy, 2 millones de niños no tienen acceso a la educación y el 40% de los que asisten a la escuela eventualmente la abandonan sin terminar la preparatoria. Naturalmente, la pobreza es una de las principales preocupaciones del gobierno mexicano dado que 14 millones de personas en este país no pueden satisfacer sus necesidades humanas básicas porque viven en comunidades sin viviendas o infraestructura pública adecuadas.

La inequidad en el ingreso es una característica con fuerte presencia en la sociedad mexicana, hecha evidente por grandes grupos de bajos ingresos y pequeños grupos de altos ingresos. Como Federico Mayor exhortó, condiciones como estas exigen un enfoque radicalmente nuevo para el desarrollo – uno que eduque y de poder a la gente para mejorar su propia calidad de vida y contribuir al mejoramiento de sus comunidades. El diseño y coordinación de un sistema nacional de innovación podría presentar un camino viable hacia el desarrollo evolutivo para este país, especialmente dado que al menos tres de las diez regiones de México podrían servir como motor de una actividad económica nacional innovadora. Estas regiones abarcan el área central – donde se ubica la capital (con más de 15 millones de habitantes); la parte norte -con la ciudad de Monterrey como su eje de desarrollo regional; y la parte sur – donde se localizan importantes reservas petroleras. En estas tres regiones existen importantes acumulaciones de capital humano y de empresarios creativos.

En México, así como en otros países en desarrollo, se requiere diseñar nuevos caminos de desarrollo con el fin de responder a las nuevas realidades globales. El camino hacia una mayor industrialización, más comercialización y más materialismo ha demostrado ser insostenible y nada significativo. El desarrollo necesita promover los incrementos en la calidad de vida, medida por la presencia de un sentido holístico de bienestar individual y colectivo, en lugar de incrementos en los estándares de vida, en las medidas por la acumulación de posesiones materiales externas y de logros que podrían o no contribuir a la sustentabilidad y realización del potencial humano. El nuevo marco para las iniciativas de desarrollo encuentra sus raíces en avances recientes en la teoría general de la evolución.

2. Fundamentos del desarrollo evolutivo

2.1 Teoría: El paradigma evolutivo emergente

Para la mayoría de la gente, evolución simplemente significa Darwin. Inconfundiblemente, Darwin es importante como una figura histórica que legitimó una teoría de la evolución tanto científica como popularmente. Sin embargo, el entendimiento científico ha avanzado más allá incluso de las interpretaciones neo-Darwinianas y aún así las concepciones populares de la evolución permanecen sólidamente asociadas al Darwinismo clásico. El Darwinismo clásico ve la evolución como un proceso de prueba y error; algo así como el trabajo de un relojero ciego. “No es probable que una serie de mutaciones genéticas aleatorias hayan producido todas las especies complejas indicadas por la observación y registro de fósiles en el tiempo disponible para la evolución biológica en este planeta... En cualquier caso, si una mutación aleatoria y selección natural necesitan más tiempo para producir especies viables del que indican los registros fósiles, entonces la teoría de Darwin, si no es bastante equivocada, por lo menos está incompleta” [12].

En años recientes, un enfoque de sistemas orientados a la acción para el desarrollo de los sistemas humano y natural ha surgido del estudio de los procesos evolutivos en la naturaleza y en la sociedad. Se le conoce como la Teoría General de los Sistemas Evolutivos (o en resumen, Teoría General de la Evolución [GET]). Esta teoría postula que la tendencia evolutiva en el universo constituye “un proceso cósmico” especificado por un flujo universal fundamental hacia la siempre creciente complejidad. Ahora se entiende que esta dinámica de la complejización se manifiesta a través de eventos particulares y secuencias de eventos que no están limitados al dominio del fenómeno biológico sino que se expanden para incluir todos los aspectos del cambio en los sistemas dinámicos abiertos con un intercambio de información y energía. En otras palabras, la evolución se relaciona con la formación de estrellas a partir de átomos, del Homo sapiens a partir de los simios antropoides, así como de la formación de sociedades complejas a partir de sistemas sociales rudimentarios.

La promesa de la teoría general de la evolución es captada sucintamente por Ervin Laszlo, Ignacio Masulli, Robert Artigiani y Vilmos Csányi de la siguiente manera:

La teoría general de la evolución... transmite un entendimiento sólido de las leyes y dinámica que gobiernan la evolución de los sistemas complejos en los diversos terrenos de investigación ... Las ideas básicas de esta nueva disciplina pueden ser desarrolladas para también dar una explicación adecuada de la evolución dinámica de las sociedades humanas. Una explicación así podría proporcionar la base de un sistema de conocimiento más capaz de orientar a los seres humanos y sociedades en su rápidamente cambiante medio ambiente. [13]

Al aplicar GET al fenómeno social, puede interpretarse que los sistemas humanos sociales evolucionan mediante un proceso de convergencia hacia niveles organizacionales progresivamente más altos. Cuando el flujo de personas, información, energía y bienes se intensifica, éstos trascienden los límites formales del sistema social. Por lo tanto las tribus y poblaciones vecinas convergen en comunidades étnicas o estados integrados, estos a su vez se convierten en colonias, provincias, estados, cuarteles, o regiones de imperios más grandes y finalmente en estados-nación. Hoy en día, estamos siendo testigos de un nivel de convergencia e integración aún mayor a medida que los estados-nación se unen en la creación de diversas comunidades y bloques regionales económica y políticamente funcionales, tanto en Europa como en Norte América y en el resto del mundo.

A través de la noción de “bifurcaciones” (transiciones no lineales y frecuentemente indeterminadas entre los estados de un sistema), la Teoría General de la Evolución puede aplicarse a las condiciones que prevalecen cuando se desestabilizan las sociedades en un momento y lugar en particular. Las bifurcaciones sociales pueden ser fluidas y continuas, explosivas y catastróficas, o abruptas y totalmente inesperadas. Sin embargo, siempre describen el punto en el cual un sistema social atraviesa un periodo de indefinición al explorar y seleccionar respuestas alternativas a las perturbaciones desestabilizadoras. Las bifurcaciones son transformaciones revolucionarias en el desarrollo de la sociedad. Las riendas del poder cambian de manos, los sistemas de leyes y orden son derrocados, y surgen nuevos movimientos e ideas y ganan fuerza. Cuando se reestablece el orden, el caos de la transformación da paso a una nueva era de estabilidad comparativa. La GET explica cómo las sociedades en una bifurcación o reconocen sus estructuras para establecer un nuevo régimen dinámico que pueda lidiar con las perturbaciones iniciales,

o se desintegran en sus componentes estables individuales. La GET proporciona una base conceptual para el desarrollo evolutivo. Sugiere que el destino humano puede ser colocado en las manos de los humanos, dado que indica la posibilidad de moverse hacia la creación consciente de estrategias evolutivas por medio de las cuales guiar el desarrollo sustentable de nuestras sociedades.

Tenemos mucho que aprender de la naturaleza sobre la auto-organización y liderazgo evolutivo, entre otras cosas. Como señalan Augros y Stanciu [14], “sus atributos de simplicidad, economía, belleza, sentido y armonía la convierten en un modelo para la ética y la política”. Este modelo es uno con el cual nuestra especie debería familiarizarse... Implica aprender o re-aprender lo que significa ser parte de una comunidad natural. Fritjof Capra [15] destaca esto como “el reto más grande de nuestro tiempo: el crear comunidades sustentables – esto es, ambientes sociales y culturales en los cuales podamos satisfacer nuestras necesidades y aspiraciones sin reducir las oportunidades para las generaciones futuras”.

El grado en el cual informemos sobre nuestras acciones a través de una teoría de la evolución transdisciplinaria y universalmente trascendente marcará el grado en el cual las consecuencias de nuestras acciones y las implicaciones de nuestros pensamientos contribuirán a caminos de desarrollo que sean más o menos sustentables. Mihaly Csikszentmihalyi [16] lo expuso de manera bastante simple: “Para poder tomar decisiones que lleven a un futuro mejor, ayuda estar consciente de las fuerzas que están en acción en la evolución”. El incipiente paradigma evolutivo trae consigo un nuevo sentido de posibilidades humanas – y responsabilidades. “Lleva consigo una dimensión psíquico-espiritual así como una dimensión físico-materialista. De otra manera, la conciencia humana surge de la nada... un apéndice (sin) ningún lugar real en la historia del universo” [17].

2.2 Filosofía : La perspectiva de los sistemas de vida sustentable

En 1987, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU publicó el reporte “Nuestro Futuro Común” en el cual el término Desarrollo Sustentable se definió como el desarrollo que podría estar al servicio de las necesidades de las generaciones actuales sin poner en peligro las necesidades de las generaciones futuras. La noción de desarrollo sustentable es, dentro de una perspectiva evolutiva, un paso en la dirección correcta. Mucho de lo que se ha dicho sobre el desarrollo sustentable se basa en la sabiduría de civilizaciones indígenas antiguas y contemporáneas que han demostrado la posibilidad de vivir en un balance con la naturaleza (e.g. los Indios Cogi de Colombia) .

Al evaluar la situación global, encontramos que existe todo un espectro de etapas de sustentabilidad, y estas etapas se correlacionan con las etapas de desarrollo económico. Por ejemplo, los países europeos occidentales, Estados Unidos y Canadá, implementan políticas y prácticas ambientales más efectivas que los países menos desarrollados como México y el resto de América Latina. ¿ Implica esto que “la protección ambiental” es un lujo que sólo los países ricos pueden tener? [18]. O ¿ es el tema más complejo y en realidad ligado a algo como los niveles de educación y la manera en que la gente de diferentes culturas perciben la naturaleza y su relación con ésta?

Se requiere de un cambio fundamental en las maneras de pensar y formas de valorar para poder responder a los retos del desarrollo evolutivo. Los sistemas de pensamiento y las ciencias de la complejidad forman una base transdisciplinaria que enfatiza la dinámica y patrones no lineales de las relaciones requeridas tanto para comprender como para vivir de una manera evolutiva. Necesitamos volvernos a conectar con la naturaleza y crear una sociedad con el planeta tierra. Las posibilidades para el desarrollo evolutivo y para el surgimiento de culturas sustentables son ilimitadas. En las palabras de Thomas Berry [17], “estamos sólo comenzando a explorar lo que significa ser parte del universo que está vivo”.

La biomímica ha sido definida por Janine Benyus [19] como la innovación inspirada en los procesos de los sistemas vivos. Benyus explica que “lo que es consistente con la vida, es sustentable”. Por ejemplo, en la naturaleza no existe el desperdicio. Todos los productos derivados de un sistema vivo son nutrientes para otro. ¿ Por qué deben los sistemas industriales ser diferentes? ¿ Podemos crear una economía que siga los principios de la competencia y colaboración que se manifiesta en los ecosistemas

vivos? El conocimiento derivado de los sistemas vivos complejos y en desarrollo puede catalizar la siguiente revolución industrial y facilitar el surgimiento de la era sustentable [20].

La clásica – y equivocada – imagen de la naturaleza como un drama de competencia despiadada en una lucha violenta por la supervivencia y el dominio ha sido reemplazada por el más reciente entendimiento de los sistemas naturales complejos y en desarrollo. El biólogo Lewis Thomas expresa sus puntos de vista sobre la dinámica de la cooperación de animales y plantas de la siguiente manera:

Una cuestión importante que requiere ser examinada es la actitud general de la naturaleza. Hace un siglo existía un consenso sobre esto; la naturaleza era “ruda y despiadada”, la evolución era un registro de una lucha abierta entre especies en competencia, los más aptos eran los agresores más fuertes, etc. Ahora todo comienza a verse diferente... La urgencia de crear sociedades, de crear acuerdos colaborativos, es quizá la fuerza más antigua, fuerte y fundamental en la naturaleza. No existen criaturas solitarias y autónomas, cada forma de vida depende de otras formas [21].

El patrón de asociación y dependencia que se encuentra en la naturaleza forma un tipo de relación que, en palabras de Lynn Margulis, “es más que la suma de sus partes” [22]. Lo que surge puede ser llamado comunidad. En la naturaleza, comunidad significa que “cada especie... directamente o indirectamente, proporciona los materiales o servicios esenciales a uno o más de sus socios” [23]. Dicho concepto de comunidad trae consigo ideas más profundas, tales como “...la noción de la vida como un movimiento auto-dirigido. La naturaleza no está en guerra, un organismo contra el otro. La naturaleza es una alianza basada en la cooperación” [14]. La comunidad en la naturaleza ocurre en muchas diferentes escalas y enfoques. Igual que podemos pensar en poblaciones de varias especies viviendo en una determinada área geográfica dentro de un ecosistema biótico más grande conformando una comunidad, de igual manera podemos pensar sobre un organismo como una forma de comunidad altamente integrada, diferenciada y coordinada. Por supuesto que esto significa que existen miles de niveles de comunidad desde el organismo individual hasta la comunidad de vida en este planeta, todos albergados como sub y supra comunidades los unos de los otros.

El desarrollo evolutivo implica consideraciones normativas. Sin embargo, la norma es la naturaleza, no la idiosincrásica propensión humana. Es nuestro reto fomentar procesos individuales y colectivos que manifiesten una consonancia evolutiva. Una teoría de la evolución auto-orientada sugiere que los seres humanos tengan la opción consciente de participar en la creación del futuro. Y sin embargo no busca predecir ni contruir ingenierilmente el futuro. Más bien, aspira a crear las condiciones para el surgimiento de futuros evolutivos sustentables. El enfoque del desarrollo evolutivo está en su inicio, y como tal, fielmente imita la estrategia del desarrollo evolutivo natural en el terreno de lo químico, físico, biológico, social, y posiblemente incluso transpersonal.

2.3 Epistemología: Conocimiento y aprendizaje evolutivo

El crecimiento exponencial en el campo de la administración del conocimiento y sus implicaciones para la cada vez más global economía del conocimiento, es una nueva realidad que necesita ser completamente incorporada en cualquier modelo de desarrollo. No sólo se está incrementando la producción del conocimiento, la misma tasa de producción del conocimiento está creciendo y acelerando. Sin embargo, preguntas sobre qué tipo de conocimiento es apropiado para el desarrollo evolutivo, quién debería participar en su creación y cómo debe ser creado, administrado y posicionado para evolucionar todavía no son frecuentemente consideradas en todo lo que concierne al desarrollo.

Cuando una persona se vuelve parte de un sistema social, mucho del conocimiento requerido para llevar a cabo sus funciones tiene que ser adquirido y aprendido progresivamente en interacciones diarias, así como por medio de procesos educativos diseñados para transmitir valores y prácticas culturales. Sin embargo, la historia muestra que no existe suficiente aprendizaje de experiencias pasadas, ni tampoco una preservación eficiente de conocimiento vital del presente, para que las sociedades evolucionen con un propósito determinado. Esto implica nuevos retos tanto para el aprendizaje de la sociedad como para la administración del conocimiento.

McElroy [24] describe dos generaciones de administración del conocimiento (KM), que aunque enfocadas principalmente en el nivel organizacional, tienen implicaciones importantes para los sistemas socio-culturales. La primera generación de KM se enfoca en la distribución del conocimiento – cómo distribuir el conocimiento organizacional existente, usualmente a través de la tecnología - mientras que la segunda generación de KM se concentra en la creación de conocimiento – cómo satisfacer las necesidades para el conocimiento nuevo, usualmente a través de procesos de aprendizaje e innovación.

El conocimiento es un producto de la reflexión y experiencia humanas. Dado que este es dependiente de contexto, el conocimiento es un recurso que puede ser encontrado en un individuo o en un grupo, o integrado en una rutina o proceso. Dado que el conocimiento puede ser explícito o tácito, este puede ser integrado en el lenguaje, en relatos, en reglas y herramientas y resulta en una capacidad incrementada para la toma de decisiones y en una acción para lograr algún propósito [25]. El conocimiento explícito puede ser claramente articulado, comunicado en lenguajes o códigos formales y sistemáticos y asentado en documentos escritos [26]. El conocimiento tácito es demostrado a través de acciones, integrado en experiencias personales y es difícil de transferir [27]. Ambos tipos son esenciales para el desarrollo evolutivo.

De Longa y Fahey [28] distinguen entre el conocimiento humano, el conocimiento social y el conocimiento estructurado. El conocimiento humano es tanto explícito como tácito –esto es lo que los individuos saben (cognitivamente) o saben cómo hacer (procesalmente o cinestéticamente). El conocimiento social existe en las relaciones entre individuos y grupos. Este comprende un conocimiento sinérgico, es ampliamente tácito y es el resultado del trabajo y aprendizaje en conjunto. Finalmente, el conocimiento estructurado está integrado al proceso e infraestructura de un sistema social. El conocimiento en esta forma es explícito y basado en reglas; existe independientemente de los conocedores humanos y representa un recurso organizacional.

El desarrollo evolutivo requiere de una administración efectiva del conocimiento. Además de incorporar conocimiento tácito e implícito, humano, social y estructurado, el desarrollo evolutivo necesita responder al tipo de preguntas de qué, cómo y por qué. Con demasiada frecuencia los procesos de administración de educación y de conocimiento están enfocados exclusivamente en la transmisión de información, más que en el desarrollo de habilidades y, de manera más importante, en la creación de las condiciones para el entendimiento y la sabiduría. Las preguntas del tipo por qué involucra juicios de valores y como tal, no puede ser respondida de manera correcta o incorrecta sino sólo con respuestas que son más o menos útiles y apropiadas para circunstancias específicas dadas. Este nivel de administración de conocimiento representa el reto principal para el desarrollo evolutivo ya que los enfoques de enseñanza tradicional proceden con dificultad aquí. El desarrollo evolutivo exige un aprendizaje autodirigido que sea activo, participativo y colaborativo.

Aunque necesario, no es suficiente aprender exclusivamente del pasado. También debemos inventar el futuro y hacerlo realidad a través de nuestros sueños de lo que debería ser. El desarrollo evolutivo exige la innovación de nuevas formas de aprender, de hacer y vivir. Banathy [29] diferencia entre el aprendizaje de mantenimiento y el aprendizaje evolutivo. El primero es adaptativo. Involucra la adquisición de puntos de vista, reglas y métodos fijos para lidiar con los eventos conocidos y recurrentes. Este mantiene el status quo y es apropiado durante periodos de estabilidad socio-cultural. En contraste, el aprendizaje evolutivo es innovador. Permite al aprendiz lidiar con la incertidumbre y el cambio, renovar perspectivas y diseñar creativamente sistemas humanos co-evolutivos. Este representa una estrategia de aprendizaje más apropiada durante puntos de bifurcación social. En mucho, los sistemas educativos contemporáneos están enfocados principalmente en el aprendizaje de mantenimiento y en la creación de “conocedores” – esto es, personas que saben mucho sobre un campo existente o área de especialización. Pero las nuevas realidades y cambios globales exigen el aprendizaje evolutivo y la preparación de “aprendices” – esto es, personas capaces de generar nuevos conocimientos y procesarlos como respuestas apropiadas para los cambiantes ambientes socio-culturales y bio-físicos. Evidentemente, el conocimiento es un subproducto esencial del aprendizaje – y el aprendizaje evolutivo, un componente esencial del desarrollo evolutivo.

2.4 Metodología: Diseño de sistemas evolutivos

Como especie, nuestras acciones e intervenciones en este planeta han sido ampliamente impulsadas por la casualidad y, en el mejor de los casos, por una “percepción 20/20”. Sin embargo, como alguna vez señalara Margaret Mead, estamos en un punto en el que por primera vez en la historia humana, somos capaces de explicar lo que está sucediendo mientras está sucediendo [30]. El Diseño de Sistemas Evolutivos (ESD), como enfoque meta-metodológico del desarrollo evolutivo, se basa en esta relativamente nueva competencia meta-reflexiva. Sirve como instrumento para el desarrollo evolutivo al sugerir que nuestra especie puede dejar de navegar a la deriva en las corrientes del cambio y comenzar a ajustar sus velas ante futuros evolutivamente sustentables al capitalizar el nuevo entendimiento de la dinámica evolutiva y los enfoques efectivos para el diseño participativo de sistemas sociales.

ESD es un enfoque de sistemas humanísticamente orientado que facilita la aplicación crítica de varias perspectivas de sistemas sobre situaciones reales [31]. Se basa en el Diseño de Sistemas Sociales, la Teoría General de la Evolución y orientaciones sobre aprendizaje evolutivo [29, 32]. Comunidades que enfrentan retos prácticos para el desarrollo socio-ecológico deben aprender a moverse “hacia lo que funcionará para proporcionar respuestas donde no existan guías confiables” [33]. Al facultar a los agentes de cambio evolutivo, no como activistas ni como teóricos, pero como una síntesis de ambos, ESD ofrece una manera – un camino integral – para el desarrollo evolutivo.

Esencialmente, ESD es un proceso participativo que busca facultar a la gente por su compromiso en el desarrollo de sus comunidades. El marco operativo del ESD guía el desarrollo de las competencias necesarias para una práctica enfocada en el desarrollo evolutivo. Este marco consiste en cuatro etapas que son las siguientes [34]

- *Conciencia evolutiva*: La creación de una conciencia de la historia evolutiva, de las cambiantes condiciones del cambio, y de los retos que implica una co-habitación humana sustentable con la vida en la Tierra.
- *Alfabetización evolutiva*: El desarrollo de un entendimiento científico básico (basado en sistemas de pensamiento y las ciencias de la complejidad) y una apreciación de los retos que enfrenta la humanidad que sea tanto personalmente significativa como socialmente armónica.
- *Competencia evolutiva*: El obtener un sentido de responsabilidad que sea combinado con la competencia del manejo del cambio de manera que podamos crear un cambio propositivo, positivo y evolutivo en las comunidades dentro de las que trabajamos, vivimos y aprendemos.
- *Práxis evolutiva*: El entendimiento de cómo convertirnos en catalizadores del cambio al aprender cuáles modos, métodos y medios son mejores para más claramente articular y efectivamente comunicar a los demás la necesidad y medios del cambio.

Es esta última etapa la que completa la facultad de los individuos para participar y facilitar el desarrollo evolutivo. Como se indica en este trabajo, la evolución es un proceso que emerge – crea las condiciones correctas y cosas interesantes suceden. Esta es también la esencia del ESD. Lo mejor que podemos hacer es involucrarnos en el proceso de fomentar las condiciones bajo las cuales el desarrollo evolutivo sustentable puede ocurrir.

Los procesos de desarrollo evolutivo deben ser capaces de proporcionar maneras de “hacer más con menos” - al incrementar las capacidades de los individuos de adaptarse ingeniosamente a sus medios ambientes en formas que cambien a medida que sus medios ambientes cambien – pero que permanezcan constantes en el mantenimiento de ambientes viables en los cuales funcionar. Para que este concepto del desarrollo evolutivo sea útil a la humanidad, debe asegurar que tanto los productos como los procesos del cambio sean:

- Socialmente deseables
- Psicológicamente estimulantes
- Económicamente sostenibles
- Tecnológicamente factibles
- Operacionalmente viables
- Ambientalmente amigables
- Generacionalmente sensibles
- Capaces de un aprendizaje continuo

Al monitorear todos estos aspectos simultáneamente, un proceso de desarrollo (individual, social o global) puede decirse que es evolutivo si involucra una estrategia co-adaptable que asegure el mantenimiento continuo de un ambiente cada vez más robusto y de apoyo. Esta es la esencia del desarrollo evolutivo. Las estrategias sustentables deben buscar identificar oportunidades para incrementar la estabilidad dinámica y auto-suficiencia de los individuos y grupos que interactúan con un conjunto más amplio de componentes en su lugar y tiempo en particular. Estas estrategias deben siempre indicar áreas de potencial evolutivo a ser desarrolladas para beneficio de los sistemas dinámicos complejos involucrados en la interacción del ecosistema, ahora y en el futuro.

Conclusión

El diseño de estrategias que promuevan el desarrollo evolutivo es una actividad humana, y como tal, siempre será el resultado de un particular Weltanschauungen. La mayoría de los esfuerzos de desarrollo bien intencionados que responden por gran parte del “progreso” alcanzado en el pasado, tanto en los países desarrollados como el los en desarrollo, son responsables de un importante daño ambiental y la ampliación de la brecha entre ricos y pobres a nivel mundial. Nuestra investigación del desarrollo evolutivo busca hacer explícitos e incorporar los valores, perspectivas, supuestos, y conocimiento requerido para mover a los sistemas sociales humanos hacia una fase de innovación social – esto es, una en la cual la revitalización y generación de sistemas sociales adecuados para una sociedad global sustentable sean posibles. ¿Cómo puede el desarrollo ser localmente relevante y globalmente armónico? ¿Cómo puede el desarrollo evolutivo promover una calidad de vida más alta – no sólo estándares más altos de vida? ¿Cómo puede nuestra especie aprender a vivir simplemente, significativamente, y aún así productivamente? Estos son los verdaderos retos del desarrollo, aún sin atender, y a los cuales nuestra investigación está dedicada.

La sustentabilidad es una rica fuente de innovación. Mientras que los países desarrollados enfrentan el reto de transformar sus sistemas industriales y económicos para responder a los retos de la sustentabilidad, los países en desarrollo como México tienen la oportunidad, en vez de intentar alcanzar a las naciones más industrializadas, de diseñar sistemas de aprendizaje e innovación que puedan ayudar a “saltar” hacia una etapa más avanzada de desarrollo evolutivo. El hacer más con menos, incrementando la calidad de vida en vez de los estándares de vida, y crear una economía sustentable donde las necesidades humanas presentes y futuras puedan satisfacerse sin comprometer el medio ambiente natural – estos son algunos de los pasos concretos que cualquier sociedad interesada en moverse hacia una etapa evolutiva puede tomar en este momento. A través de más investigación sobre los temas presentados en este trabajo, confiamos que caminos viables hacia el desarrollo evolutivo puedan ser expuestos, clarificados y puestos en marcha. Como tales, son elementos de un sistema evolutivo guía para la continua auto-organización de nuestra especie, junto con las demás especies con las cuales compartimos este maravilloso planeta, y en armonía con los sistemas vitales de los cuales todo depende.

Referencias

- [1] Reeves, W.W. 1992. Meta-cognition and complexity. Proceedings of the ISSS Meeting, Denver. P. 1102
- [2] Meier, Gerald (1970). *Leading Issues in Economic Development*. Studies in International Poverty. Oxford University Press..
- [3] Mathur, Vijay.(1999). Human Capital-Bases Strategy for Regional Economic Development. *Economic Development Quarterly*, Vol. 13.
- [4] United Nations (1987). *Our Common Future*. Environment and Development World Commission.
- [5] Myrdal, Gunnar (1968). *Asian Drama: An Inquiry into Poverty of Nations*. New York: The Twenty Century Fund.
- [6] Rostow, W.W. (1960). *The Process of Economic Growth*. New York: Oxford University Press.

- [7] Kaldor, Nicholas (1961). *Ensayos sobre Desarrollo Económico*. México: Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.
- [8] Harris, Seymour (1965). *Schumpeter, científico social*. Colección "Libros de Economía OIKOS". Barcelona: Ediciones de Occidente.
- [9] Schultz, Theodore (1961). *Education and Economic Growth: Social Forces Influencing American Education*. Chicago.
- [10] Todaro, Michael P. (1992). *Economía para un mundo en desarrollo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- [11] Consejo Nacional de Población (CONAPO). www.conapo.gob.mx. Desarrollo Social, Mexico.
- [12] Laszlo, E. (2000) *Holos — The Fabulous World of The New Sciences: Explorations at the leading edge of contemporary knowledge*. Trade Book Version.
- [13] Laszlo E., Masulli, I., Artigiani, R., and Csányi V. (1993). *The Evolution of Cognitive Maps*. New York: Gordon & Breach..
- [14] Augros, Robert and Stanciu, Goerge (1987). *The New Biology: Discovering the Wisdom in Nature*. Boston, Mass: Shambhala.
- [15] Capra, Fritjof (1996). *The Web of Life: A new scientific understanding of living systems*. New York: Anchor books.
- [16] Csikszentmihalyi, Mihaly (1993). *The Evolving Self: A psychology for the third millennium*. New York: Harper Collins.
- [17] Berry, Thomas (1990). *The Dream of the Earth*. San Francisco: Sierra Club Books.
- [18] Wescott II, W. (1995). "The Influence of Organizational Factors on the Effectiveness of Environmental Management" A Ph.D. Dissertation in Engineering and Public Policy. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- [19] Benyus, Jeanine B. (1997) *Biomimicry*. New York: William Morrow and Company.
- [20] Senge, Peter M.; Carstedt, Goran; Porter, Patrick L. (2001). Innovating our way to the next industrial revolution. *MIT Sloan Management Review*. Cambridge: MIT Press.
- [21] Thomas, L. (1980). "On the Uncertainty of Science." *Phi Beta Kappa Key Reporter*, (6): 1.
- [22] Margulis, L. (1981). *Symbiosis in Cell Evolution*. San Francisco: Freeman.
- [23] Dice, L. (1962). *Natural Communities*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- [24] McElroy, Mark W. (2000). Managing for Sustainable Innovation. Manuscript.
- [25] Wong, W L P; Radcliffe, D F. (2000). The tacit nature of design knowledge. *Technology Analysis & Strategic Management*. Vol. 12, No. 4, pp. 493-512.
- [26] Nonaka, I. (1994) A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organizational Science*, (5), pp. 14-37.
- [27] Polanyi, M. (1966). *The Tacit Knowing*. London: Routledge & Kegan Paul.
- [28] De Long, David W; Fahey, Liam (2000). Diagnosing cultural barriers to knowledge management. *The Academy of Management Executive*. Vol. 14, No. 4, pp. 113-127.
- [29] Banathy, Bela H. (1996). *Designing Social Systems in a Changing World*. New York: Plenum.
- [30] Montuori, Alfonso (1989). *Evolutionary Competence: Creating the future*. Amsterdam: J.C. Gieben.
- [31] Laszlo, Alexander and Krippner, Stanley (1998). Systems Theories: Their origins, foundations, and development. Jordan, J. S. (Ed.) *Systems Theories and A Priori Aspects of Perception*. Amsterdam: Elsevier.
- [32] Laszlo, Ervin (1996). *Evolution: The general theory*. New Jersey: Hampton Press.
- [33] Salner, Marcia (1996). A new framework for human science. *Saybrook Perspectives*. San Francisco: Saybrook Institute.
- [34] Laszlo, Kathia and Laszlo, Alexander (2000). Learning to Become: Creating Evolutionary Learning Community through Evolutionary Systems Design. In Miller, Ron (Ed.) *Creating Learning Communities*. New York: Solomon Press, 2000.

Un modelo de regresión lineal múltiple para el reconocimiento de caracteres

David Cotera, Alejandro Fernández, Einer Velázquez y Víctor de la Cueva • Campus Veracruz

Reconocimiento visual de ademanes dinámicos empleando redes bayesianas dinámicas

Héctor Hugo Avilés Arriaga y Luis Enrique Sucar Succar • Campus Cuernavaca

Aplicación de técnicas de inteligencia artificial en la modelación del conocimiento y monitoreo de un proceso industrial multivariable

Francisco Palomera Palacios, Francisco Cantú y Patricio Murga • Campus Monterrey y Empresa de Conductores

UN MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES

David Cotera, Alejandro Fernández, Einer Velázquez, Víctor de la Cueva¹

Resumen

Los sistemas de reconocimiento de patrones han incrementado cada vez más su importancia debido a sus múltiples aplicaciones en diversas áreas productivas tales como: la medicina, la biología y desde luego la industria. En este trabajo se presenta un sistema de reconocimiento de patrones basado en un modelo de regresión lineal múltiple. La idea principal de este sistema es reconocer caracteres escritos en una malla de 48 celdas repartidas en 8 filas y 6 columnas. Para el reconocimiento de las letras se definió un vector de características \mathbf{X} de seis elementos que funcionan como regresores del modelo. Para cada carácter se calculan los valores de estos regresores y posteriormente se les asigna un número ascendente consecutivo a cada letra, para lo cual el conjunto de caracteres se ordena por su forma. El ajuste del modelo se hace usando un procedimiento de mínimos cuadrados. El sistema resulta ser muy sencillo y muy rápido en el reconocimiento de los caracteres, así como sensible al ruido. Este problema se maneja agregando algunas variantes de las letras al conjunto total de caracteres a reconocer y comparando la salida con un pequeño rango y no directamente con un valor entero.

Palabras Clave: Regresión Lineal, Reconocimiento de Caracteres.

1. Introducción

El reconocimiento automático de patrones es un conjunto de técnicas, normalmente relacionadas con las matemáticas y la computación, cuyo objetivo es proporcionar métodos eficientes para que una máquina sea capaz de tomar decisiones basadas en información gráfica recibida por algún medio. Esta rama del conocimiento tiene un desarrollo muy reciente y este se ha debido a la gran cantidad de aplicaciones que se le han encontrado en áreas como: la ingeniería, la medicina, la industria, etc.

El reconocimiento de patrones constituye la base de la llamada Visión Artificial o Visión Computacional, una de las especialidades más importantes de la Inteligencia Artificial por su vinculación con la robótica, y las aplicaciones de esta con la automatización, normalmente industrial, aunque incorporándose rápidamente a una gran cantidad de otras actividades incluso recreativas.

Una forma para proceder al reconocimiento automático de patrones individuales es realizar una transformación de los mismos a un vector \mathbf{X} , cuyas componentes se denominan características o rasgos discriminatorios. El vector \mathbf{X} es un vector columna definido como:

$$\mathbf{X}^T = (X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

en donde X_1, X_2, \dots, X_n son números reales que cuantifican, para un patrón específico, sus distintas características discriminatorias.

¹ David Cotera, Alejandro Fernández y Einer Velázquez ({ 00392630, 00392729, 00393139} @academ01.ver.itesm.mx), son alumnos del 6o semestre de IIS en el Tec de Monterrey Campus Veracruz.
Dr. Víctor de la Cueva (vcueva@campus.ver.itesm.mx), es profesor de la carrera de IIS en el Tec de Monterrey Campus Veracruz.

Todas las funciones discriminatorias utilizadas tendrán que ser una función del vector X para poder clasificar y reconocer un patrón dado.

En este trabajo se presenta un método para el reconocimiento de caracteres escritos basado en un modelo de regresión lineal múltiple. La idea principal del método propuesto es aumentar la velocidad en el reconocimiento, sin perder la exactitud en el mismo.

1.1 Antecedentes

El problema de reconocimiento de patrones se puede definir, en una forma muy simple, como sigue. Dado un patrón particular decidir a qué clase, de las N disponibles, pertenece. En otras palabras, un sistema de reconocimiento de patrones se puede considerar como un clasificador que asigna a un patrón específico una clase.

El sistema de reconocimiento normalmente opera con un conjunto de patrones previamente definido. Este conjunto, también conocido como Universo de Trabajo, está formado por todos los patrones que el sistema debe reconocer [1].

Existen varios enfoques en el reconocimiento automático de patrones. Las técnicas básicas utilizan funciones discriminantes. En [2] se realiza un análisis muy completo de los distintos tipos de funciones discriminantes. Estas funciones se utilizan para establecer regiones en el Universo de Trabajo donde se encuentran las clases a las que pertenecen los patrones. También se utilizan para establecer la clase a la que pertenece cierto patrón en base a la distancia mínima (puede usarse cualquier medida de distancia) del patrón a cada uno de los patrones prototipos (patrón medio) de cada una de las clases. Otros tipo de enfoques realizan reconocimiento por medio de métodos estadísticos [3]. Estos sistemas utilizan el Teorema de Bayes como base. Existe también una serie de enfoques que utilizan el aprendizaje supervisado para realizar el entrenamiento de un sistema, para hacerlo capaz de realizar el reconocimiento de patrones en poco tiempo [4]. El proceso de aprendizaje en este tipo de sistemas es el que más consume tiempo aunque, una vez entrenado el sistema, el reconocimiento es muy eficiente en lo que a tiempo se refiere. Las llamadas redes neuronales artificiales, de no reciente creación [5] pero sí de reciente alta utilización, son un enfoque que cae dentro de esta clasificación. En [6] se realiza un estudio a fondo de los distintos tipos de redes neuronales que existen y se dan algunos ejemplos de sus usos más comunes. Actualmente han tenido mucho auge las técnicas de reconocimiento invariante del objeto (IOR por sus siglas en Inglés), en las cuales se trata de reconocer el objeto independientemente de la posición en la que se encuentre, como en [7]. Finalmente, se pueden encontrar un conjunto de enfoques de reconocimiento de patrones que usan búsquedas o métodos de optimización basados en heurísticas, por ejemplo mediante el uso de algoritmos genéticos, como en [7].

El método presentado en este trabajo puede ser clasificado como un método de clasificación utilizando distancia, aún y cuando está basado en un procedimiento estadístico, éste simplemente se utilizó para obtener la función de discriminación. El procedimiento utilizado fue el cálculo de un modelo de regresión lineal múltiple que se ajustó utilizando como datos los vectores característicos de los caracteres alfabéticos en mayúsculas, a ser reconocidos.

2. Metodología

Las etapas que se deben realizar en un sistema de reconocimiento automáticos de patrones son [1]:

1. Establecimiento de las clases, es decir, se debe definir el universo de trabajo. Desde luego que se puede dar el caso de que las clases sean desconocidas y se deberán recurrir a algunos métodos de agrupación de patrones en clases.
2. Elección del vector de características. Esta etapa es crítica y la eficiencia del sistema final estará completamente determinada por las características seleccionadas. Sin embargo, es

la etapa en la que no existen reglas y todo dependerá de la experiencia e ingenio del diseñador.

3. Cálculo de funciones de decisión.
4. Implementación y pruebas.

Una vez seleccionado el vector de características la etapa final es completamente mecánica para la realización de los puntos 3 y 4. Sin embargo, este no es un procedimiento lineal sino iterativo ya que dependiendo de la evaluación realizada en la implementación se puede regresar al punto 1 o 2 para realizar una nueva definición. A continuación se describe el procedimiento específico desarrollado en este trabajo.

2.1 Descripción del sistema

El sistema consiste en la utilización de una función lineal del tipo:

$$f(\mathbf{X}) = \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X} \quad (2)$$

donde \mathbf{X} es el vector de características definido por:

$$\mathbf{X}^T = (1, X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (3)$$

donde las X_i son los valores característicos definidas en (1) y el 1 es una ampliación del vector para poder usar una notación matricial que resulta más compacta. $\boldsymbol{\beta}$ es el vector de parámetros por ser determinados y que se encuentra definido como:

$$\boldsymbol{\beta}^T = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n) \quad (4)$$

Los caracteres se forman en una rejilla de 8X6 celdas como la que se muestra en la Figura 1.

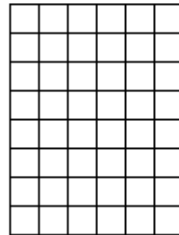


Figura 1. Rejilla de 8X6 celdas para dibujar los caracteres.

Cada una de las celdas de la rejilla puede estar encendida o apagada, y de esta manera se forman los caracteres. Por ejemplo, para dibujar la letra "O" se tendrán que encender todas las celdas que se encuentran en el contorno de la rejilla, tal y como se muestra en la figura 2.

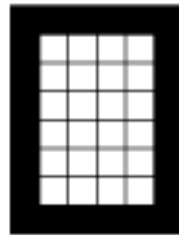


Figura 2. Ejemplo de la letra "O" formada dentro de la rejilla.

La función $f(\mathbf{X})$ se manejó como un modelo de regresión lineal múltiple. Esto significa que el vector de características es el vector de regresores, y el vector β es el vector de pendientes del hiperplano definido por dicha función.

El principal problema para poder establecer la función fue la definición del vector X de regresores. Desafortunadamente, no existe ningún método para decidir cuáles características son las mejores para este vector, por lo que la decisión se hace completamente a prueba y error. Surgieron varias ideas, desde un modelo de regresión lineal simple, es decir, un solo regresor, hasta un modelo de regresión lineal múltiple con más de 16 regresores. La decisión de los regresores finales se realizó haciendo varias pruebas.

Una condición necesaria para la definición de los regresores es que se utilice todo el espacio disponible (toda la rejilla) para dibujar la letra que se desea reconocer. De este modo se definieron 6 regresores con los que se obtuvieron los mejores resultados:

- 1) Regresor relacionado con el número de celdas encendidas en la fila 8 de la malla. Estas celdas se muestran en negro en la Figura 3a.
- 2) Regresor relacionado con el número de celdas encendidas en la fila 1 de la malla. Estas celdas se muestran en negro en la Figura 3b.
- 3) Regresor relacionado con el número de celdas encendidas en la columna 1 de la malla. Estas celdas se muestran en negro en la Figura 3c.
- 4) Regresor relacionado con el número de celdas encendidas en la columna 6 de la malla. Estas celdas se muestran en negro en la Figura 3d.
- 5) Regresor relacionado con el número de celdas encendidas en una columna interior de la malla, la columna 3. Estas celdas se muestran en negro en la Figura 3e.
- 6) Regresor relacionado con el número de celdas encendidas en la diagonal de derecha a izquierda de la malla. Estas celdas se muestran en negro en la Figura 3f.

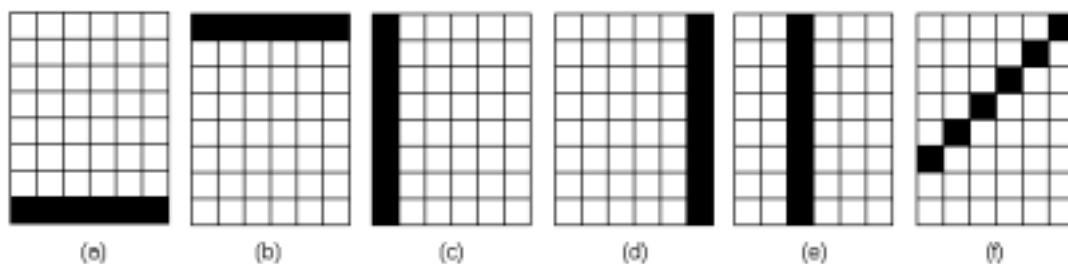


Figura 3. Representación gráfica de los regresores definidos para el vector \mathbf{X} .

Con esta definición de los regresores se logran valores distintos para todas las letras mayúsculas que se manejan.

Ahora se debe definir Y , la variable de salida o de respuesta del modelo, que es el valor dado por la función al evaluarla en \mathbf{X} . También se probaron varias posibilidades y finalmente se decidió dar un valor ascendente partiendo del 1 y llegando hasta el 26. La idea clave para hacer que las letras con esta salida pudieran aproximarse lo más posible a una función lineal múltiple (hiperplano) fue la de ordenarlas de acuerdo a su forma y, una vez ordenadas, asignarles el valor ascendente definido. Bajo esta definición se decidió que, por ejemplo, la primera letra fuera la "X" y la segunda la "Y", debido a que su forma es muy parecida. A la letra "X" se le asignó el número 1 para salida y este mismo valor serviría para su reconocimiento. A la letra "Y" se le asignó el valor de dos para su salida. Estas dos letras se pueden observar en la Figura 4.

Los valores de los regresores para la letra "X" y el valor de su variable de respuesta (se le asignó el 1), obtenidos a partir de su dibujo en la malla, como el que se observa en la Figura 4, son:

$$\mathbf{X}_X^T = (1, 2, 2, 2, 2, 2, 3) \text{ con } Y=1 \quad (5)$$

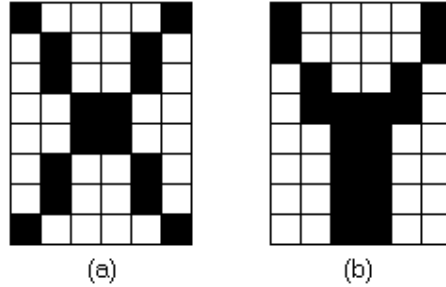


Figura 4. Ejemplos de un par de letras dibujadas en la malla: (a) la letra “X” y (b) la letra “Y”.

Los valores de los regresores para la letra “Y” y el valor de su variable de respuesta (se le asignó el 2), obtenidos a partir de su dibujo en la malla, como el que se observa en la Figura 4, son:

$$X_X^T = (1, 2, 2, 2, 2, 5, 2) \text{ con } Y=2 \tag{6}$$

De esta forma se llevó a cabo el ordenamiento de las 26 mayúsculas letras del alfabeto.

Para manejar el ruido debido a las diferentes formas de dibujar un caracter, se agregó a la lista algunas variaciones de las letras. A estas variaciones también se les asignó una salida secuencial y su lugar en el ordenamiento era inmediatamente después de la letra original. En la Figura 5 se muestran algunas variaciones sobre la letra “A” mayúscula.

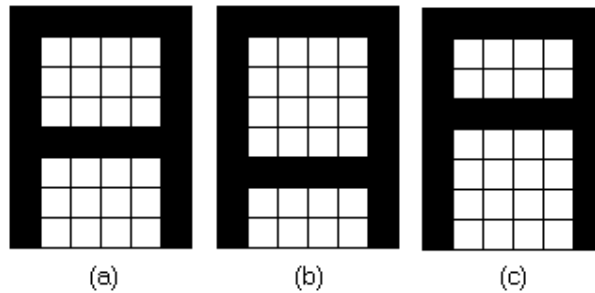


Figura 5. Tres variaciones sobre la letra “A” dibujada en la misma malla. En (a) se muestra la “A” original. (b) y (c) serían consideradas como variaciones.

El paso final fue realizar el cálculo de todos los valores de todos los regresores para cada una de las letras y sus variaciones, las cuales se encontraban ordenadas de acuerdo a su forma. Como ya se comentó, una vez ordenadas se les asignó un número ascendente para su variable de respuesta y una vez hecho esto simplemente se procedió al ajuste de estos datos a un modelo de regresión lineal múltiple con 6 regresores:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 \tag{7}$$

este ajuste se llevó a cabo mediante un procedimiento de Mínimos Cuadrados, obteniéndose el vector β final:

$$\beta^T = (-20.72661, 1.598132, 1.522231, 1.112932, 1.447264, 1.098727, 1.951512) \tag{8}$$

quedando el siguiente modelo de regresión lineal múltiple:

$$Y = -20.72661X_0 + 1.598132X_1 + 1.522231X_2 + 1.112932X_3 + 1.447264X_4 + 1.098727X_5 + 1.951512X_6 \tag{9}$$

el cual se utilizó como función de discriminación.

El modelo encontrado pasó las pruebas estadísticas y resultó ser estadísticamente significativo logrando captar el 97% de las características proporcionadas por los regresores de los datos ($F_0 = 96$ vs. $F = 2.63$).

2.2 Implementación

Se realizó un programa en Visual Basic que efectuara todo el proceso mostrado en el diagrama de flujo de la Figura 6.

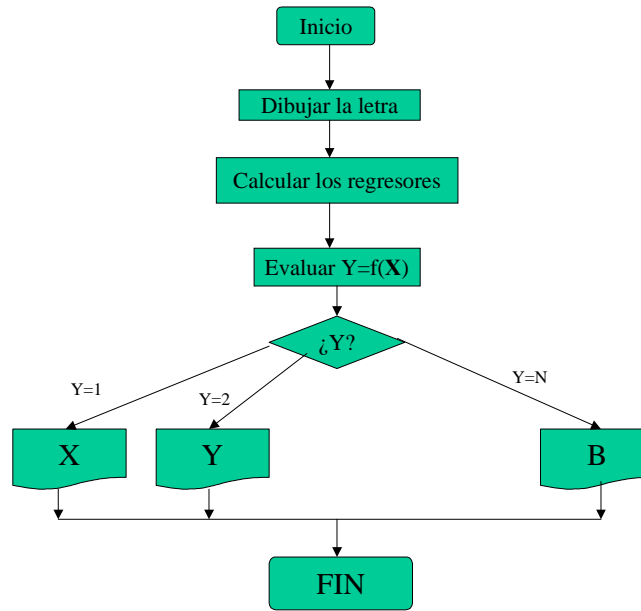


Figura 6. Proceso implementado en el programa para el sistema de reconocimiento.

En el proceso implementado, el valor de Y se verifica por un pequeño rango, en vez de hacerlo directamente con el valor asignado de Y. Esto tiene dos objetivos. El primero es tratar de manejar algo de ruido al recibir información incompleta, y el segundo es evitar errores por redondeo.

La pantalla de entrada del sistema se presenta en la Figura 7.



Figura 7. Pantalla de entrada del sistema de reconocimiento de caracteres.

La letra se dibuja haciendo un clic sobre la celda que se desea encender, la cual se torna color negro. Si se desea apagar bastará volver a hacer clic sobre la celda, la cual regresa a un color gris.

Una vez dibujada la letra se oprime el botón "Calcular" (ver Figura 7) y aparece un letrero en la parte inferior de la malla indicando la letra reconocida. El botón "Limpiar" (ver Figura 7) se utiliza para iniciar el dibujo de una nueva letra.

3. Resultados Obtenidos

El sistema es sumamente rápido tanto para realizar el cálculo del vector β como para realizar el reconocimiento de una letra dibujada (simplemente se evalúa una función). El sistema logra reconocer la mayor parte de las letras dibujadas en la malla siempre y cuando se siga la regla de ocupar el máximo espacio de la malla posible. Un ejemplo del reconocimiento de una letra "A" y una letra "C", mediante la utilización del sistema, se puede ver en la Figura 8. En esta figura sólo se presenta la parte del sistema correspondiente a la malla y el letrero del reconocimiento.

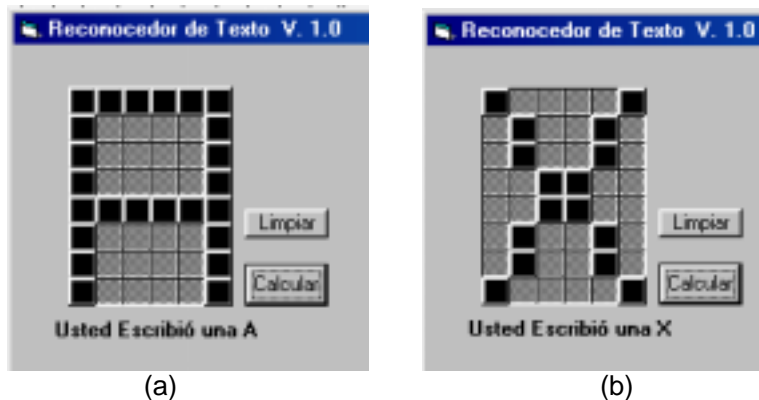


Figura 8. Ejemplos de reconocimiento de caracteres con el sistema presentado. En (a) se reconoce una letra "A" y en (b) se reconoce una letra "X".

El sistema no es completamente exacto. En este trabajo se logró una exactitud del 98%, es decir, logró reconocer el 98% de las letras que fueron dibujadas. Las letras fueron dibujadas por distintas personas. Con algunas letras tiene errores aún y cuando estas varíen poco. Un ejemplo de un error en el reconocimiento se presenta en la Figura 9a, donde se le dibuja una "A" con ruido de un par de celdas y reconoce una "D". Por el contrario, en la Figura 9b se presenta un ejemplo de una letra "A" con ruido (la barra está muy abajo), y el sistema responde correctamente.

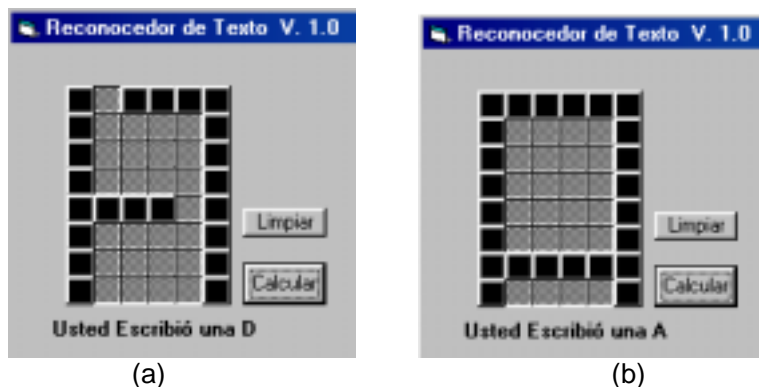


Figura 9. Ejemplo de error y acierto, en el reconocimiento de una letra "A" con ruido. En (a) reconoce una "D" y en (b) reconoce una "A".

En algunos casos el sistema produce error inclusive cuando sólo hay una celda de diferencia. Este error muestra que el sistema es muy sensible al ruido. Tratando de disminuir esta sensibilidad se agregaron más caracteres con variaciones de las letras a ser reconocidas. Este error depende totalmente de la celda que se tenga de diferencia, ya que debido a la forma en la que se seleccionaron los regresores, hay unas celdas con mayor importancia de distinción que otras, por ejemplo, las esquinas, las cuales forman parte de dos regresores cada una y la esquina superior derecha que forma parte de tres regresores. Un ejemplo de este error se puede observar en la Figura 10, donde se dibuja una letra "A" que le falta una celda para estar completa (ruido) y el sistema reconoce una "E". Este problema es causado por que el sistema es sumamente dependiente de la celda que falta debido a que dicha celda pertenece a tres regresores al mismo tiempo.

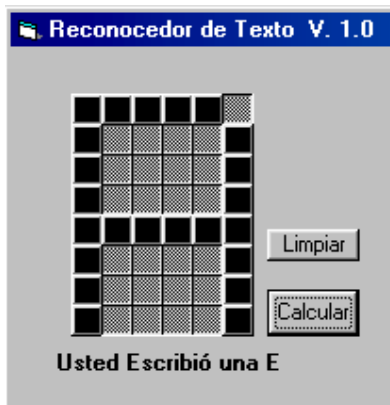


Figura 10. Ejemplo de un error por falta de una celda. Esta alta sensibilidad del sistema a dicha celda es debida a que dicha celda pertenece a tres regresores a la vez.

Es importante mencionar que algunos errores se deben al ordenamiento realizado (de acuerdo a la forma) ya que este se efectuó en una forma totalmente subjetiva a prueba y error. Como trabajo futuro se pretende establecer un método de ordenamiento tratando este problema como un problema de optimización, así como probar definiciones distintas de los regresores.

4. Conclusiones

El sistema de reconocimiento de letras mayúsculas presentado en este trabajo utiliza un modelo de regresión lineal múltiple para realizar el reconocimiento.

Se logró alcanzar el objetivo de crear un sistema rápido en su reconocimiento con una alta exactitud, por lo menos con los caracteres utilizados para ajustar el modelo de regresión. Desafortunadamente, el sistema resultó ser muy sensible al ruido y puede causar errores si se le presenta información incompleta para algunos caracteres, y sobre todo cuando esta información incompleta se refiere a ciertas celdas claves como las esquinas. Esta alta sensibilidad en las esquinas es causada por la forma en la que se definieron los regresores, donde algunas celdas participan hasta en tres de los seis definidos.

Los regresores definidos (vector de características), fueron suficientes para alcanzar una exactitud del 98%. Sin embargo, esta selección hace muy sensible al modelo a algunas celdas como las esquinas. Se está trabajando en probar otros regresores.

La principal ventaja de este método es su sencillez, pues basta recurrir a un método de mínimos cuadrados para ajustar el modelo de regresión lineal múltiple que logre reconocer el conjunto de caracteres deseado.

La principal desventaja es el orden que se debe tener en los caracteres antes de ajustar el modelo, ya que este orden deberá obedecer a su forma, por lo que el método utilizado fue completamente visual y esto lo hace muy subjetivo. Se está trabajando en tratar este ordenamiento con un método de optimización con el propósito de evitar la subjetividad.

El sistema trabajó correctamente sobre el conjunto de caracteres (en mayúsculas) utilizado y mostró haber logrado el objetivo en cuanto a la eficiencia del reconocimiento (rapidez y exactitud).

5. Referencias

- [1] D. Gómez. Reconocimiento de Formas y Visión Artificial. Addison-Wesley Iberoamericana, Serie Paradigma. USA, (1994).
- [2] Y.C. Ho and A.K. Agrawala. On Pattern Classification Algorithms: Introduction and Survey. Proc. Of the IEEE, Vol. 56, No. 12, pp. 2101-2114, (1998).
- [3] K. Fukunaga. Introduction to Statistical Pattern Recognition. Academic Press, (1990).
- [4] Y. Z. Tsytkin. Adaptation and Learning in Automatic Systems. Academic Press, (1971).
- [5] F. Rosenblatt. The Perceptron: A Perceiving and Recognizing Automaton. Cornell Aeronautical Laboratory, (1957).
- [6] J. A. Freeman and D. M. Skapura. Neural Networks: Algorithms, Applications, and Programming Technics. Addison Wesley, USA, (1991).
- [7] L.A. Torres-Méndez, J.C. Ruiz-Suárez, L.E. Sucar, and G. Gómez. Translation, Rotation, and Scale-Invariant Object Recognition. IEEE Trans. On Sys., Man and Cybern. Part C: Applications and Reviews, vol. 30, No. 1, pp. 125-130, Feb. (2000).
- [8] A.D.McAulay and J.C. Oh. Improving learning of genetic ruled-based classifier systems. IEEE Trans. Syst., Man and Cybern., vol. 24, pp. 152-159, Feb. (1994).

RECONOCIMIENTO VISUAL DE ADEMANES DINÁMICOS EMPLEANDO REDES BAYESIANAS DINÁMICAS

Héctor Hugo Avilés Arriaga, Luis Enrique Sucar Succar

En este documento se describe un sistema para el reconocimiento en línea de 5 ademanes dinámicos ejecutados con la mano derecha del usuario y orientados a la instrucción de un robot móvil. El sistema utiliza un algoritmo radial de segmentación combinado con un método estadístico para la detección del usuario y el seguimiento de su mano; además, el sistema utiliza 4 características simples para describir el movimiento de la mano. El reconocimiento se realiza empleando estructuras simples de redes bayesianas dinámicas para modelar cada uno de los ademanes considerados. Con estos modelos, el sistema obtuvo un promedio ponderado de reconocimiento de 84.01%, mejor resultado que al emplear modelos ocultos de Markov.

Palabras clave: Reconocimiento visual de ademanes dinámicos, redes bayesianas dinámicas, modelos ocultos de Markov.

1 Introducción

Uno de los aspectos más interesantes de la comunicación entre los seres humanos es la diversidad de formas en las que puede llevarse a cabo. Por ejemplo, acciones expresivas como gestos o ademanes pueden decir tanto o más que las propias palabras [1]. Ya que no es difícil entender la importancia de la información visual en la vida diaria, tampoco es difícil intuir que la comunicación gestual sea un factor importante en el desarrollo de formas de interacción más naturales entre los humanos y las máquinas. Cuando el ser humano gesticula con sus brazos y manos, emite una serie de mensajes que pueden ser interpretados como comandos de acción o simplemente como refuerzo de instrucciones para el sistema que los esté procesando. No obstante el gran potencial del reconocimiento visual de ademanes, su aplicación en el área de *robots móviles* para considerar a estos últimos como *robots de servicio*, auxiliares para el ser humano en tareas cotidianas y sencillas, es una línea de investigación considerada hasta hace relativamente poco tiempo [2].

En este documento se describe un sistema de procesamiento visual en línea para el reconocimiento de 5 ademanes dinámicos orientados a la instrucción de un robot móvil. A diferencia de otros sistemas similares [3, 4, 5] estos gestos son ampliamente conocidos alrededor del mundo [1]. Al seguir el movimiento de la mano derecha de un individuo situado frente a una cámara de video, se hace posible obtener un conjunto de 4 descripciones simples de movimiento, para el reconocimiento de los gestos considerados. El sistema utiliza un algoritmo radial de segmentación combinado con un método estadístico de color de piel para la detección del usuario y el seguimiento de su mano.

M.C. Héctor Hugo Avilés Arriaga. Estudiante de Doctorado en Ciencias Computacionales, ITESM Campus Cuernavaca, 00374765@academ01.mor.itesm.mx

Dr. Luis Enrique Sucar Succar. Profesor Investigador, Depto. de Computación, ITESM Campus Cuernavaca, esucar@campus.mor.itesm.mx

El reconocimiento se realiza empleando estructuras simples de redes bayesianas dinámicas para modelar cada uno de los ademanes considerados. Estos modelos se compararon con los modelos ocultos de Markov -técnica comúnmente empleada para el reconocimiento de gestos- utilizando los mismos conjuntos de datos de entrenamiento y prueba. Con las redes bayesianas el sistema logró un promedio ponderado de reconocimiento de 84.01%, mejor resultado que el obtenido con los modelos ocultos de Markov. A continuación se describe la metodología empleada en el desarrollo de este sistema.

2 Metodología

La metodología propuesta para el reconocimiento de gestos dinámicos aplicados a robots móviles puede dividirse en las siguientes etapas principales

- (a) Elección de ademanes
- (b) Localización del usuario empleando color de piel
- (c) Seguimiento de la mano derecha del usuario y extracción de características de movimiento
- (d) Reconocimiento visual de gestos dinámicos empleando redes bayesianas dinámicas.

El reconocimiento de ademanes dinámicos humanos por medio de sistemas de procesamiento visual es una línea de investigación que involucra diversas áreas de estudio. Al elegir los ademanes, es importante tomar en cuenta las implicaciones y variaciones sociales, regionales y culturales en su significado y ejecución en favor de una mayor utilidad para el sistema. La localización de un individuo dentro de una imagen, así como el seguimiento de su mano y la extracción de características de movimiento a través de una secuencia de imágenes, son problemas pertenecientes a visión computacional. Por último, asociar esta información con un conjunto de datos previamente almacenados, es un problema que corresponde al reconocimiento de patrones.

2.1 Elección de los gestos

La aplicación propuesta considera 5 ademanes orientados a la instrucción de un robot móvil. El primero es *hacer señas* en el que el gesticulante debe apuntar con su mano en esa dirección (Figura 1a). Para apuntar hacia la izquierda, el usuario debe apuntar con la mano hacia la izquierda (Figura 1b). El ademán *dear* requiere de un movimiento de la palma de la mano hacia el hombro derecho del individuo que gesticula (Figura 1c). El siguiente ademán es el de *atención* el cual se ejecuta levantando la mano derecha por encima de la cabeza (Figura 1d). Por último, el ademán *de adelante*, al llevarlo a cabo la palma de la mano se mueve hacia adelante (Figura 1e). El significado como la ejecución de estos ademanes son ampliamente conocidos alrededor del mundo [1].

2.2 Localización del usuario

Uno de los pasos iniciales en los sistemas de interacción visual humano-computadora es la localización del usuario dentro de una imagen registrada por el sistema. Para lograrlo, se han aprovechado diferentes características físicas del ser humano como el rostro o la silueta. Sin embargo,

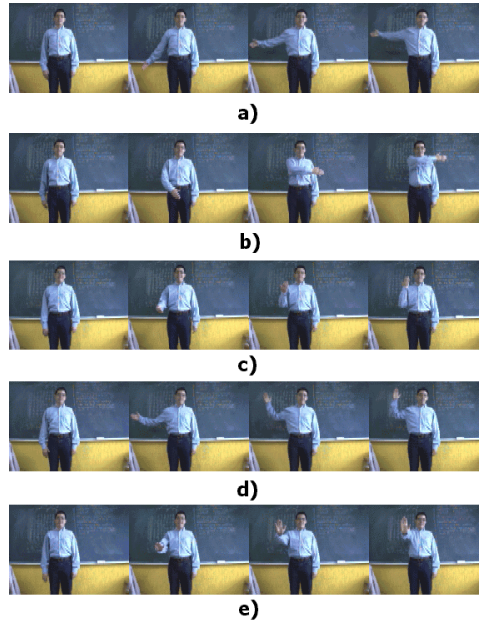


Figura 1: Ejemplo de la ejecución de los ademanes (a) izquierda y derecha, (b) avanzar y retirarse.

debido al movimiento, estas características pueden cambiar dramáticamente con respecto al tiempo [6].

El color de piel es una característica distintiva del ser humano y usarlo tiene algunas ventajas. En primer lugar, la detección de piel provee una forma rápida de obtener la posible ubicación de un individuo. En segundo lugar, proporciona un método eficiente para el seguimiento de un individuo en una secuencia de imágenes. La clasificación de píxeles de piel tiene por objetivo etiquetar cada pixel analizado como perteneciente a una de dos clases posibles: píxeles de color de piel o que no son piel (*no-piel*). No obstante su utilidad, el resultado de este proceso es una serie de píxeles aislados entre sí dentro de una imagen, por lo que es necesario un método para agruparlos dentro de regiones homogéneas. Los procedimientos utilizados para lograr la localización del usuario se describen brevemente a continuación.

El método de clasificación de píxeles de piel empleado en este sistema está basado en el método desarrollado por quien sugiere la construcción por muestreo de dos modelos de histograma de color, para la representación de píxeles de piel y no-piel, ambos en un espacio de color RGB de 24 bits por pixel. Con estos modelos de histograma, se construye un clasificador de color de piel basado en la siguiente regla de Bayes

$$P(piel|rgb) = \frac{P(rgb|piel)P(piel)}{P(rgb|piel)P(piel) + P(rgb|\neg piel)P(\neg piel)}$$

donde $P(piel)$ y $P(\neg piel)$ son probabilidades y $P(rgb|piel)$ y $P(rgb|\neg piel)$ se toman directamente de los histogramas de piel y no-piel respectivamente. Los píxeles son clasificados como píxeles i :

$$P(piel|rgb) \geq \Theta$$

donde $0 \leq \Theta \leq 1$ es un umbral. Sin embargo, para incrementar la velocidad del proceso de clasificación, se empleó la regla $P(rgb|piel) \geq P(rgb|\neg piel)$, que es equivalente a usar $P(piel|rgb) \geq$

Θ con $P(piel) = \Theta$ [7]. Debido a que $P(rgb|piel)$ y $P(rgb|\neg piel)$ se toman directamente de los histogramas de color, no son necesarios más cálculos.

Para segmentar regiones de piel, se emplea un algoritmo radial de segmentación similar al propuesto por el grupo [48]. El algoritmo traza líneas con un cierto ángulo de distancia entre ellas, desde el centro de la imagen hasta sus ejes, definiendo los píxeles sobre estas líneas como piel o no-piel. Al mismo tiempo, se emplean algunas condiciones de segmentación para obtener las regiones de piel. La ventaja de este algoritmo es la velocidad para localizar las regiones de piel. Por ejemplo, si se considera una región cuadrada $M \times N$ con $N=480$ píxeles, entonces se tiene una imagen de 480×480 píxeles. Si se utilizan 63 líneas para cubrir la imagen, entonces sólo se tienen que visitar $63 \times 480 = 30240$ píxeles, i.e., 7.5% del total de píxeles en la imagen. Estas reducciones en el espacio de búsqueda son importantes cuando se desea desarrollar sistemas de procesamiento en línea.

Para localizar el rostro del usuario, el algoritmo de segmentación se aplica sobre la mitad superior de la imagen, suponiendo que el rostro del usuario es la región de piel predominante en esta área. Una vez que el rostro ha sido localizado en la imagen, para localizar la mano derecha del usuario el algoritmo de segmentación de piel se aplica sobre una pequeña región que contiene la mano, determinada mediante proporciones antropométricas y considerando que su brazo se encuentra en una posición de descaño. La figura 2 muestra un ejemplo de la segmentación del rostro y la región de búsqueda de la mano.



Figura 2: Ejemplo de la segmentación del rostro del usuario y la región de búsqueda inicial de la mano.

2.3 Seguimiento y extracción de características de movimiento

Una vez que el sistema la ha localizado, comienza el seguimiento de la mano a través de la secuencia siguiente de imágenes. Para el seguimiento, en cada imagen se emplea una ventana de búsqueda de 220×220 píxeles por la posición de la mano en la imagen anterior y usando sobre esta ventana el mismo algoritmo de segmentación de piel descrito anteriormente. El tamaño de la ventana de búsqueda se define ó tomando en cuenta la velocidad común de movimiento del brazo, obtenido experimentalmente. La figura 3 muestra el seguimiento de la mano a través de una secuencia de imágenes. Con esta estrategia, el seguimiento se ejecuta a 30 imágenes por segundo.

El procedimiento empleado para la extracción de las 4 características de movimiento se basa en el método propuesto por Starner [10]. El desplazamiento de la mano se puede descomponer para



Figura 3: Secuencia de 3 imágenes del seguimiento de la mano. El cuadrado que rodea la mano segmentada corresponde a la ventana de búsqueda de 120×120 píxeles cuya posición se actualiza de acuerdo al movimiento de la mano.

su representación en dos elementos principales, un cambio en la coordenada x y un cambio en la coordenada y . Si el movimiento se ejecuta hacia la derecha de su posición en la imagen previa, entonces se representa como (+). Si el movimiento es hacia la izquierda, es igual a (-). Si no existe cambio, $\Delta x = 0$. El caso es similar al evaluar el movimiento de desplazamiento del centroide hacia arriba, entonces (+). Si es hacia abajo, (-) y si no hay cambio en y , $\Delta y = 0$. Además del desplazamiento información acerca de la *postura* de la mano puede ser una descripción útil de movimiento. Esta información puede extraerse mediante la comparación de la longitud de los lados del rectángulo que segmenta la mano. Por ejemplo, si el lado del rectángulo paralelo al eje x es mayor al lado paralelo al eje y , $postura = (+)$. Si $lado_y$ es mayor, entonces $postura = (-)$. Finalmente, si $lado_x = lado_y$, $postura = (0)$. La evaluación de movimiento con estas tres características sólo es suficiente para describir movimientos en un plano. Una forma de estimar el desplazamiento en profundidad, es la evaluación del cambio de área $\Delta \text{área}$. Si se mueve la mano hacia adelante y hay un crecimiento del área que ocupa con respecto a una imagen inmediata anterior, entonces $\Delta \text{área} = (+)$. Si se decreta el área $\Delta \text{área} = (-)$ y si no hay cambio entre dos imágenes consecutivas, entonces $\Delta \text{área} = (0)$. Los movimientos permitidos para la mano del usuario son aquellos que se muestran en la figura 1.

2.4 Reconocimiento de gestos usando redes bayesianas dinámicas

Las redes bayesianas dinámicas (RBD) son modelos gráficos acíclicos dirigidos [11] para la representación de procesos temporales estocásticos -es decir, dominios donde las variables toman diferentes valores sobre el tiempo. Muchos de los eventos en el mundo pueden ser representados como sistemas dinámicos -por ejemplo, movimiento de un individuo o de un coche, reconocimiento de voz, etc. [12]. Básicamente, RBD resultan ser una generalización de los modelos ocultos de Markov (MOM) y de sistemas dinámicos lineales. En los RBD, las representaciones son menos estructuradas que una red bayesiana dinámica [13].

Para representar una red bayesiana dinámica generalmente se utilizan dos suposiciones: la propiedad markoviana que establece la independencia del futuro del pasado, dado el presente y ii que el proceso es estacionario, por ejemplo, que las probabilidades de transición de estados son las mismas para todos los tiempos [14].

Comúnmente una red bayesiana dinámica está compuesta de una red X^t que define el estado instantáneo del sistema en el tiempo t y una red A^t que conecta los nodos de la red X^t con los X^{t-1} [11, 12].

Una RBD puede contener nodos ocultos que den el estado del sistema en cada tiempo. Sin embargo, al igual que los M [15], dicho estado es accesible sólo a través del conjunto de variables de observación hechas para el sistema dinámico. Un modelo oculto de Markov discreto de primer orden mediante un número N de estados en M modelo, de símbolos de observación por estado, la distribución de probabilidad de transición entre estados $\{a_{ij}\}$, la distribución de probabilidad de los símbolos de observación en un estado $B = \{b_j(k)\}$ y la distribución de probabilidad inicial para los estados i . Un modelo oculto de Markov puede definirse de forma compacta como $\{M, N, B, a_{ij}, b_j(k), \pi_i\}$.

Los modelos ocultos de Markov sólo permiten un único nodo de observaciones por estado por ello es necesario representar explícitamente en cada nodo de observación la permutación de todos los valores posibles para las variables involucradas. En esta aplicación, con 4 variables y 3 valores por variable, resultan $3^4=81$ permutaciones o posibles observaciones distintas por nodo oculto [4]. Una desventaja de los M es que el número de parámetros necesarios si se crece exponencialmente a medida que crecen el número de estados, de variables de observación y de valores para ellas [4] si se permite interdependencias más complejas entre variables que los M, lo cual hace posible considerar más de un nodo de observación por estado, reduciendo los parámetros para el modelo.

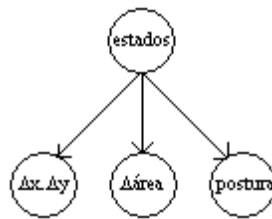


Figura 4: Topología propuesta para la red bayesiana dinámica. Los nodos de observación $(\Delta x, \Delta y)$, Δ área y postura son las características de movimiento empleadas en [1] usando modelos ocultos de Markov.

El modelo propuesto para la red base de cada uno de los 5 gestos es el que se muestra en la figura 4. Se consideraron 3 nodos de observaciones que representan las variables $(\Delta x, \Delta y)$, Δ área y postura, descritas en la sección anterior. Las variables $\Delta x, \Delta y$ están contenidas dentro de un mismo nodo debido a que con esta topología se obtuvieron experimentalmente mejores resultados que al emplear un nodo por variable. El nodo oculto *estados* representa a S_1 y S_2 las dos posibilidades existentes para el estado del sistema en cada tiempo.

Así, con estos modelos sólo es necesario definir 5 parámetros por estado, permutaciones de los valores posibles de $\Delta x, \Delta y, \Delta$ área y postura; una reducción del 81.5% de los parámetros necesarios para definir un único estado de un M. El modelo propuesto para la red de transición entre estados se presenta en la figura 5.

Para entrenar la red bayesiana dinámica de cada uno de los 5 gestos se utilizó un algoritmo similar al *EM*, utilizado para el entrenamiento de los modelos ocultos de Markov. En la etapa de reconocimiento, para obtener la probabilidad de cada M dada la secuencia de observaciones *i.e.* $P(M|O)$ se utilizó una modificación del algoritmo *EM* [15].

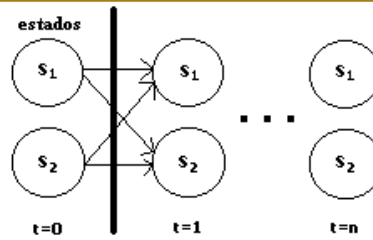


Figura 5 Red de transición de estados para el modelo de red bayesiana dinámica propuesto. S_1 y S_2 , representan las dos posibilidades existentes para el estado del sistema en cada tiempo

3 Desarrollo experimental y resultados

Para realizar los experimentos con el sistema propuesto en este documento se supuso un ambiente de laboratorio. La resolución de imagen empleada fue de 640×480 píxeles. La distancia del usuario a la cámara varió de 1.5 a 2.7 m. Además, se empleó una computadora $C6000$ con 64 Mbytes de memoria. Se utilizó una camisa de manga larga con colores no similares a los usados para entrenar el modelo de histograma de piel. Para construir los modelos de histograma de piel y no-piel se segmentaron manualmente 1024 de píxeles de piel y 5365 píxeles de no-piel. Los píxeles de piel se tomaron de imágenes de rostros, brazos y manos de 30 personas bajo diferentes condiciones de iluminación usando 4 videocámaras. La etapa de seguimiento se probó con múltiples usuarios, muchos de los cuales no participaron en la etapa de entrenamiento de los modelos.

Para el entrenamiento de las redes bayesianas dinámicas y de los modelos ocultos de Markov se empleó un promedio de 500 secuencias de observaciones por gesto, las cuales se tomaron de 11 personas distintas. Lo anterior se debe a que según Starner [10] las secuencias de observaciones de entrenamiento deben hacerse con la mayor similitud de variaciones posibles. Por lo tanto, debe tomarse en cuenta que cada vez que se realiza un gesto, debe ejecutarse con una forma, velocidad, fuerza y amplitud común para que no se confunda con otros gestos. De esta forma, la ambigüedad se reduce y se obtiene mayor claridad del mensaje [1].

Para obtener los porcentajes de reconocimiento, un usuario realizó más de 100 ejecuciones de cada gesto frente a la cámara de esta forma, las secuencias de observaciones de prueba fueron diferentes a las de entrenamiento. Para capturar la variación de las observaciones del movimiento, se empleó una pequeña región de tolerancia establecida por la posición inicial de la mano. El regreso de la mano a la posición inicial cuando debe efectuarse el reconocimiento. Por observación de cada uno de los 11 gesticulantes se determinó que la duración de los gestos varió de 36 segundos.

En la tabla 1 se muestran los porcentajes de reconocimiento de los gestos considerados y el promedio ponderado del sistema usando redes bayesianas dinámicas.

La tabla 2 muestra los porcentajes de reconocimiento de los 5 gestos considerados y el promedio ponderado del sistema usando modelos ocultos de Markov de 2 estados con la misma topología descrita en la figura 5. La tabla 3 muestra también los resultados de reconocimiento usando modelos ocultos de Markov de 3 y 5 estados descritos en [1].

En los tres casos se emplearon los mismos datos de entrenamiento así como las mismas secuencias de prueba. Como puede verse, existe una ligera mejora al utilizar las redes bayesianas

	Atención	Acercar	Derecha	Detener	Izquierda
Atención	66.2%	12.41%		21.37%	
Acercar		100%			
Derecha		0.75%	99.25%		
Detener	26.66%	20.74%		52.59%	
Izquierda					100%
Promedio ponderado del sistema =					84.01%

Tabla 1: Resultados del sistema de reconocimiento de gestos usando redes bayesianas dinámicas. En cada renglón se presentan los porcentaje de clasificación en la ejecución de cada gesto y el promedio ponderado del sistema.

	Atención	Acercar	Derecha	Detener	Izquierda
Atención	83.44%			17.77%	
Acercar	2.23%	84.91%	7.26%	5.58%	
Derecha			100%		
Detener	52.59%	2.96%		44.44%	
Izquierda					100%
Promedio ponderado del sistema =					82.27%

Tabla 2: Resultados del sistema de reconocimiento usando modelos ocultos de Markov de 2 estados.

	Atención	Acercar	Derecha	Detener	Izquierda
Atención	90.35%	9.65%			
Acercar	2.79%	88.26%	7.26%	1.67%	
Derecha			100%		
Detener	60%	3.70%		36.29%	
Izquierda					100%
Promedio ponderado del sistema =					83.05%

Tabla 3: Resultados del sistema de reconocimiento de gestos usando modelos ocultos de Markov de 3 y 5 estados.

dinámicas para el reconocimiento y su uso permite reducir el número de parámetros necesarios para definir los modelos. Al mismo tiempo se provee una representación más simple y clara de dependencias entre variables. En los tres modelos se obtuvieron resultados similares en los gestos de derecha e izquierda es posible que este comportamiento se deba a dichos gestos requieren principalmente movimientos en un plano mientras que para ejecutar los gestos de acercar y detenerse, es necesario movimientos en profundidad. De forma similar, los porcentajes de error que existen entre los gestos de detener y atención pueden ser provocados por la similitud que existe entre sus movimientos y la percepción de los mismos, principalmente relacionada con la distancia del usuario a la videocámara [9].

4 Conclusiones y trabajo futuro

En este documento se describió un sistema de reconocimiento visual en línea de 5 gestos dinámicos empleando redes bayesianas dinámicas que se compararon respecto a los modelos ocultos de Markov. El uso de las redes bayesianas dinámicas presenta algunas ventajas. En primer lugar, permite definir dependencias más complejas entre las variables del sistema. A medida que aumenten el número de variables o de características de observación para representar los gestos, el BDD permitirá mantener una estructura más clara y simple que usando un modelo oculto de Markov. En segundo lugar y debido a lo anterior, se obtiene una reducción de los parámetros necesarios para definir los modelos. No obstante que en esta primera etapa no se obtuvo una mejora substancial en el uso de las redes bayesianas dinámicas sobre los modelos ocultos de Markov, es posible mejorar los resultados de reconocimiento empleando una estrategia de aprendizaje estructural a partir de los datos de entrenamiento.

Dentro del trabajo futuro se contempla aumentar el número de variables de observación para definir cada uno de los gestos mediante un modelo que incluya información de codo y hombro del brazo derecho. Por otro lado, se espera implementar un mecanismo de aprendizaje estructural dados los datos y establecer una mejor relación de dependencia entre las variables involucradas por el sistema.

Referencias

- [1] Donald Morris, (1977) *El hombro humano*. Vol. 1 Edición Omega, Barcelona.
- [2] Glenn David Kertenkamp y Eric Huber, (1998) Integrating Active Perception in an Autonomous Robot Architecture. *Agents*, págs. 325-331.
- [3] Roger Kahn, (1996) *Perseus: An Extensible System for Human-Machine Interaction*. Ph.D. Thesis, University of Chicago.
- [4] David Kertenkamp, Eric Huber, Roberto Passo, (1996) Recognizing and interpreting gestures on a mobile robot. *Proceedings of the AAAI-96*, págs. 919-921, AAAI Press.
- [5] Stefan Widherr, (1998) *Gesturerecognition on a Mobile Robot*. M.Sc. Thesis, Carnegie Mellon University. School of Computer Science.
- [6] Alexander Laning, (1995) *Tracking Human Faces in Real Time*. Report CMU-95-210. Carnegie Mellon University, School of Computer Science.

- [7] Michael S. James, (1998). Statistical Color Models for Skin Detection. Technical Report 1. Cambridge Research Laboratory.
- [8] Stereo Active Visual Interface Group, (1999) <http://www.toronto.edu/~herpe/projects.html>. University of Toronto, 28 de mayo de 1999.
- [9] Héctor Hugo Avilés Arriaga, (2000) Reconocimiento de gestos dinámicos aplicado a robots móviles. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Cuernavaca.
- [10] Tad Eugene Starner, (1995). Visual Recognition of American Sign Language Using Hidden Markov Models. Ph.D. Thesis, Program in Media Arts and Science.
- [11] Jeff Forgy, Jim Huang, Keiji Kanawa, Stuart Russell, (1995). The Embodiment of Bayesian Automated Knowledge Representation. In *Artificial Intelligence*, 95.
- [12] Geoffrey Zweig, Stuart Russell, (1999) Probabilistic Modeling with Bayesian Networks for Automatic Speech Recognition. *Australian Journal of Intelligent Information Systems*, 5(4), 253-262, 1999.
- [13] Kevin Murphy, (2001) A brief introduction to Graphical Models and Bayesian Networks. <http://www.berkeley.edu/~murphyk/ Bayes.html>, 3 de Marzo de 2001.
- [14] David Blei, Nir Friedman, Daphne Koller, (1999) Discovering the Hidden Structure of Complex Dynamic Systems. In *Artificial Intelligence*, 999.
- [15] Lawrence Rabiner, (1990). ATutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition. In *Acoustic Modeling*, Fu Lee (Editor), Addison Wesley Longman Publishers.
- [16] Héctor Hugo Avilés Arriaga, Luis Enrique Sucar Succar, Víctor Hugo Zárate Silva, (2000) Dynamical Stochastic Visual Recognition Using Hidden Markov Models. *MIA/SBIA, Washington*, 2000.

Aplicación de Técnicas de Inteligencia Artificial en la Modelación del Conocimiento y Monitoreo de un Proceso Industrial Multivariable

Francisco Palomera P., Francisco Cantú , Patricio Murga

Resumen

En este trabajo se presenta la aplicación de dos técnicas de Inteligencia Artificial para realizar el análisis de un conjunto de datos experimentales obtenidos de un proceso multivariable. Con ello, se busca aumentar y enriquecer el conocimiento sobre las condiciones de producción de un tipo de cable coaxial. La primera técnica, "Árboles de Decisión", se utilizó para modelar y jerarquizar el conocimiento sobre las condiciones o parámetros de operación que mayor efecto causan sobre las principales variables en la producción del cable coaxial, como lo son el diámetro y conductancia. La segunda técnica, "Redes Bayesianas", se utilizó para representar en forma gráfica el conocimiento jerarquizado que se obtuvo de aplicar la primera técnica, así como para simular y monitorear el estado de las variables principales al modificar condiciones de producción.

La importancia de este trabajo es aplicar técnicas de Inteligencia Artificial para obtener un mayor y mejor conocimiento sobre las condiciones de producción de cable coaxial. Además, se desea mostrar que dichas técnicas son una opción sencilla y confiable para modelar y analizar el conocimiento presente en un conjunto de datos. La aplicación de las técnicas para jerarquizar y monitorear el conocimiento adquirido se logró al utilizar el software computacional de uso libre, "Lwiprolog" [5] para jerarquizar el conocimiento, y Hugin EXPERT" [6] para elaborar una red Bayesiana que se utilizará como interfaz de monitorear para simular diferentes condiciones de producción..

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Modelación del Conocimiento, Redes Bayesianas, Proceso Multivariable

I) Introducción

El proceso de producción del cable coaxial es un proceso multivariable en el que destacan principalmente dos variables a controlar, y que son las que principalmente determinan la calidad del cable. Estas variables son: 1) el diámetro (D) del recubrimiento del pvc sobre el cable conductor, y 2) la capacitancia (C) que se genera entre el cable conductor y la malla eléctrica, como se muestra en la figura 1. Dichas variables pueden ser afectadas por algunas condiciones o parámetros de producción, los cuales afectan con mayor o menor rapidez o magnitud a las principales variables de proceso. Si el valor de dichos parámetros no se mantienen en cierto rango, se genera una ausencia de uniformidad en la calidad de la producción del cable coaxial. Si el proceso de producción fuera automático, las variables de proceso (D, C) presentarían un valor más uniforme o con pequeñas variaciones dentro de los límites de tolerancia. Sin embargo, cuando el control de la producción se realiza en forma manual, la complejidad para controlar la producción aumenta, ya que es el conocimiento del operador de cada turno de producción quien realiza el ajuste del valor de los parámetros de la producción. Además, si se tiene más de un operador, y los criterios para controlar las dos variables de proceso no son homogéneos entre los operadores, se aumenta la dificultad de mantener una producción uniforme.

Al diseñar y ejecutar un conjunto de pruebas experimentales (diseño de un factorial) sobre el comportamiento de las condiciones (parámetros) de producción y su efecto sobre las principales variables de producción, se generó información para enriquecer y aumentar el conocimiento sobre las condiciones de producción del cable coaxial.

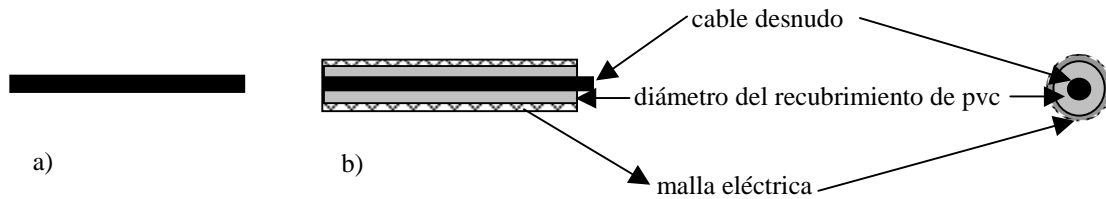


Figura 1: a) cable desnudo, b) cable recubierto con pvc y su malla eléctrica.

La motivación de este trabajo es aplicar técnicas de inteligencia artificial a una misma base de datos que se analizó con otras técnicas, como se describe en [1], y mostrar que se puede enriquecer y aumentar la información, interpretación y simulación del comportamiento de las condiciones de producción, utilizando la información previamente obtenida. Además, el poder modelar el conocimiento (jerarquización de los parámetros de producción), así como generar una interfaz gráfica de entrenamiento basada en una red de creencia Bayesiana, para establecer relaciones causa-efecto entre los parámetros de producción (p_i) y las variables de proceso (pv_i), para así simular diferentes condiciones de producción.

En lo sucesivo se designará como p_i y pv_i a los parámetros o condiciones de producción y a las variables de proceso (C, D), respectivamente.

Los beneficios principales al aplicar estas dos técnicas de Inteligencia Artificial son:

- 1) Jerarquizar a los parámetros de producción de acuerdo a su efecto sobre las dos principales variables de proceso.
- 2) Determinar una relación más clara del grado de influencia de los parámetros de producción (p_i) sobre las variables de proceso (pv_i).
- 3) Elaborar una red de creencia Bayesiana (interfaz gráfica interactiva) para simular diferentes condiciones de producción y sirva como una interfaz de entrenamiento para los operadores del proceso, que permita uniformizar la producción del cable coaxial.

OBTENCIÓN DE LOS DATOS EXPERIMENTALES

Como se mencionó en la introducción de este trabajo, se retomaron los resultados experimentales obtenidos al variar las condiciones de producción y observar el comportamiento de las variables de proceso, como se describe en [1].

Las tres fases planeadas se resumen como sigue:

- F1) Seleccionar y correr un experimento (factorial) con los parámetros " p_i " que pudieran mostrar un mayor efecto sobre las variables de proceso " pv_i ".
- F2) Correr un segundo experimento (factorial) con los tres parámetros más representativos de la relación causa-efecto obtenidos en punto anterior.
- F3) Utilizar los tres parámetros como base de entrenamiento para controlar de manera manual la producción del cable coaxial.

Los resultados obtenidos en las primeras dos fases se documentan en [1], y se resumen en la tabla 1. Para el desarrollo de las pruebas experimentales, se asignaron sólo valores discretos binarios a los parámetros p_i , para facilitar la ejecución del experimento.

Tabla 1: Datos experimentales obtenidos entre los “ p_i ” y las “ pv_i ”.

Experimento	Agua de enfriamiento P_1	Temperatura del cabezal P_2	Temperatura final P_3	Voltaje de precalentamiento P_4	Velocidad del tornillo P_5	Velocidad del conductor, P_6	Distancia de la charola P_7	GOAL: Valor de la capacitancia
1	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Ok
2	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Fe
3	Baja	Alta	Alta	Baja	Baja	Alta	Alta	Fe
4	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja	Ok
5	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Fe
6	Alto	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Ok
7	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Fe
8	Alto	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Fe

III) Modelación del conocimiento

Aunque podemos encontrar en diversas fuentes bibliográficas diferentes formas de modelar el conocimiento [2] y [3], en este trabajo se optó por aplicar dos técnicas de Inteligencia Artificial para mostrar su sencillez y utilidad en la modelación del conocimiento y aprovechar software de dominio público para aplicar dichas técnicas.

Si una base de datos tiene pocos experimentos, se utilizan todos ellos para encontrar el mejor modelo de representación del conocimiento. Por otra parte, si la cantidad de experimentos es grande, un gran número de ellos se utiliza para obtener el modelo de aprendizaje, y el resto de los datos se utiliza para validar el modelo encontrado.

La validez del modelo de aprendizaje que se genere se mostrará no solo al reproducir los comportamientos de los experimentos con los que se generó dicho modelo, sino con la certeza de obtener predicciones confiables ante nueva información.

La técnica conocida como “árboles de decisión” es un buen modelo de representación del conocimiento cuando los atributos adoptan valores discretos. Aunque los árboles de decisión no pueden ser utilizados para representar dos objetos (dos variables de proceso para nuestro caso) de manera simultánea, sino sólo un objeto a la vez [2], sólo tomaremos como base la modelación sobre la variable “capacitancia, C”. El reto es cómo seleccionar el mejor atributo que permita elaborar el árbol más simple, en donde los nodos del árbol son los atributos presentes en un proceso (para nuestro caso, corresponden a los parámetros de producción “ p_i ”), y las ramas corresponden a los valores discretos asignados a dicho atributo.

Para determinar el mejor árbol de decisión se aplica el principio general de aprendizaje inductivo conocido como “Ockham razor”: “la hipótesis más probable es la más simple y la que además es más consistente con las nuevas observaciones.”

La figura 2 muestra un ejemplo de un árbol de decisión para representar un conocimiento, y la teoría asociada se explica a continuación.

Para construir el árbol de decisión es importante elegir al nodo principal, que corresponde al atributo o parámetro que más afecta a la o las variables de proceso. La cantidad de información que se tenga de los atributos de una base de datos de experimentos es base para determinar el nodo raíz.

Para evaluar cada atributo se aplicó la “teoría de la información”, la cual utiliza al “*bit*” como la forma más simple de representar información. Para representar las “ v_i ” posibilidades de un evento, cuya probabilidad es “ $p(v_i)$ ”, el contenido de información “ I ” de cada posibilidad se representa por la expresión:

$$I = (p(v_1), \dots, p(v_n)) = \sum_{i=1}^n -p(v_i) \log_2 P(v_i)$$

y que corresponde al valor promedio de bits requeridos para representar la información de un evento.

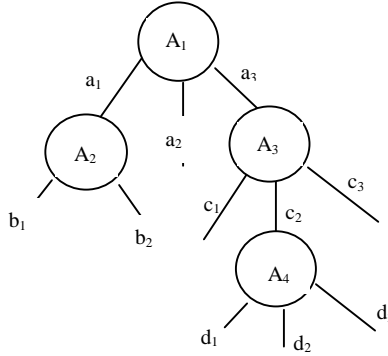


Figura 2: árbol de decisión mostrando sus atributos y sus categorías.

Un estimado de las probabilidades de las posibles respuestas antes de que se haya probado cualquier atributo se obtiene de las proporciones de los ejemplos positivos y negativos existentes en la base de datos de entrenamiento. Para nuestro caso, el valor negativo o positivo corresponde al valor mínimo o máximo respectivamente de cada parámetro. Supongamos que para cada parámetro se tienen “p” valores positivos y “n” valores negativos dentro de la base de datos. Un estimado del contenido de información que tiene dicho parámetro o atributo se determina mediante la expresión:

$$I\left(\frac{p}{p+n}, \frac{n}{p+n}\right) = -\frac{p}{p+n} \log_2 \frac{p}{p+n} - \frac{n}{p+n} \log_2 \frac{n}{p+n}$$

Cualquier atributo “A” divide a la base de datos de entrenamiento en subconjuntos E_1, \dots, E_v de acuerdo a los “v” valores discretos que tiene el atributo “A”.

Cada subconjunto E_i tiene “ p_i ” ejemplos positivos y “ n_i ” ejemplos negativos, con respecto a lo que queremos, que para este caso le corresponde estado binario de la capacitancia (dentro de especificaciones, Ok, o fuera de especificación, Fe) de tal forma que, si seguimos éste ramal del árbol, se requiere una información adicional de bits para responder a la pregunta planteada.

Evaluación y selección del nodo principal

Para determinar el nodo principal del árbol de decisión se utiliza el criterio de la ganancia de información, “GI”, para evaluar cada atributo o parámetro. La expresión a utilizar es:

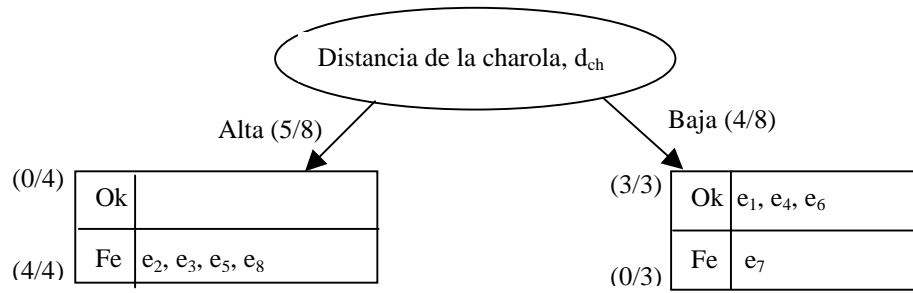
$$GI = 1 - (p(v_1), \dots, p(v_n)) = 1 - \sum_{i=1}^n p(v_i) \log_2 p(v_i)$$

A continuación se muestra el cálculo de la GI para sólo alguno de los atributos o parámetros de la producción, pero en la tabla 2 se muestra el resumen de la evaluación de la GI para todos los parámetros incluidos en la Tabla 1.

Tabla 2: Resumen de la ganancia de información , GI, para los diferentes parámetros “p”.

Atributo (parámetro) o nodo	p7	p6	p5	p4	p3	p2	p1
Ganancia de información (bits)	0.594	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095

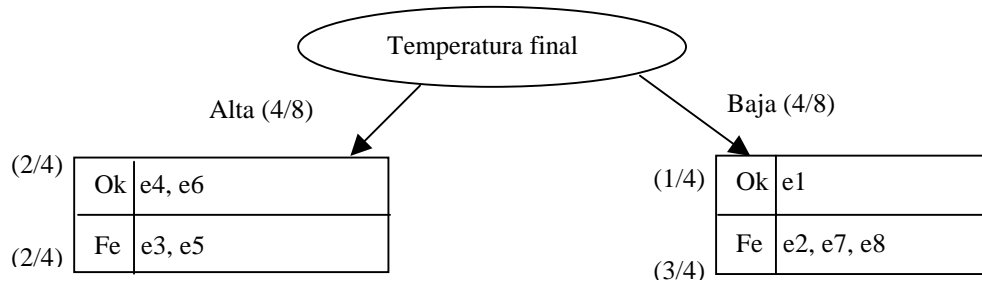
1) Evaluación del parámetro o atributo p_7 .



$$GI = 1 - \left\{ \left(\frac{4}{8} \right) \left[- \left(\frac{0}{4} \right) \log_2 (4) - \left(\frac{4}{4} \right) \log_2 \left(\frac{4}{4} \right) \right] + \left(\frac{4}{8} \right) \left[- \left(\frac{3}{4} \right) \log_2 \left(\frac{3}{4} \right) - \left(\frac{1}{4} \right) \log_2 \left(\frac{1}{4} \right) \right] \right\}$$

$$GI = 1 + \left\{ \log_2 \left[\left(\frac{3}{4} \right)^{\frac{3}{8}} \left(\frac{1}{4} \right)^{\frac{1}{8}} \right] \right\} = 1 + \log_2 (0.7548) = 1 - 0.406 = \mathbf{0.594 \text{ bit de información.}}$$

2) Evaluación del atributo o parámetro p_3 :



$$GI = 1 - \left\{ \left(\frac{4}{8} \right) \left[- \left(\frac{1}{4} \right) \log_2 \left(\frac{1}{4} \right) - \left(\frac{3}{4} \right) \log_2 \left(\frac{3}{4} \right) \right] + \left(\frac{4}{8} \right) \left[- \left(\frac{2}{4} \right) \log_2 \left(\frac{2}{4} \right) - \left(\frac{2}{4} \right) \log_2 \left(\frac{2}{4} \right) \right] \right\}$$

$$GI = 1 - \left\{ \log_2 \left[\left(\frac{1}{4} \right)^{\frac{1}{8}} \left(\frac{3}{4} \right)^{\frac{3}{8}} \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{1}{4}} \right] \right\} = 1 + \log_2 (0.8408 * 0.8997 * 0.8408 * 0.8408)$$

$$GI = 1 - \log_2 (0.5336) = 1 - (0.905) = \mathbf{0.095 \text{ bits de información.}}$$

De los "GI" obtenidos, el parámetro "distancia de la charola", p_7 , es el que mayor contenido de información presenta, como se muestra en la Tabla 2, y por lo tanto, le corresponde ser el nodo raíz o principal. Se observa que todos los demás parámetros tienen igual cantidad de información. Esto los hace igual probables de ocupar el siguiente nodo o atributo.

De acuerdo a un análisis y evaluación técnica de los 6 parámetros restantes, el personal encargado del proceso seleccionó a los parámetros: "distancia de la charola, velocidad del tornillo, y la temperatura final" como los parámetros que definirían el valor de las variables de proceso.

Uno de los árboles de decisión que se obtuvo se muestra en la figura 3, cuya interpretación se obtiene al empezar con el nodo raíz, d_{ch} , y seleccionar el valor de dicho atributo, valor de la rama, y observar si el resultado es satisfactorio o no, o es necesario modificar otro parámetro de producción o estamos fuera de especificaciones.

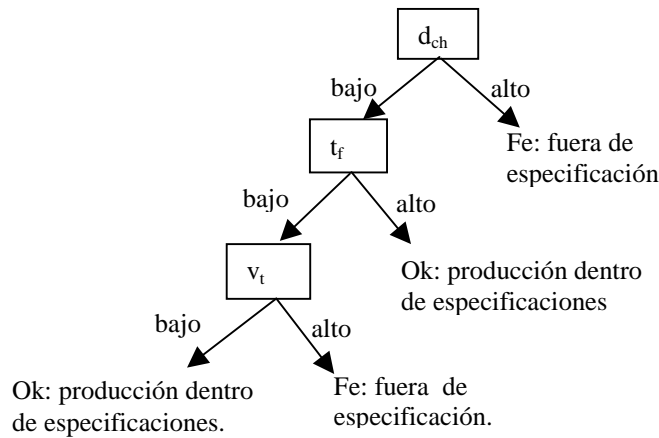


Figura 3: Árbol de decisión con las tres principales atributos (parámetros)

IV) Representación y Monitoreo del Conocimiento Mediante una Red Bayesiana

- a) Una vez que se seleccionaron los 3 principales parámetros que controlan a las dos variables de proceso, se representó la relación causa-efecto mediante un diagrama a bloques y un grafo acíclico dirigido, como se muestra en la figura 4.

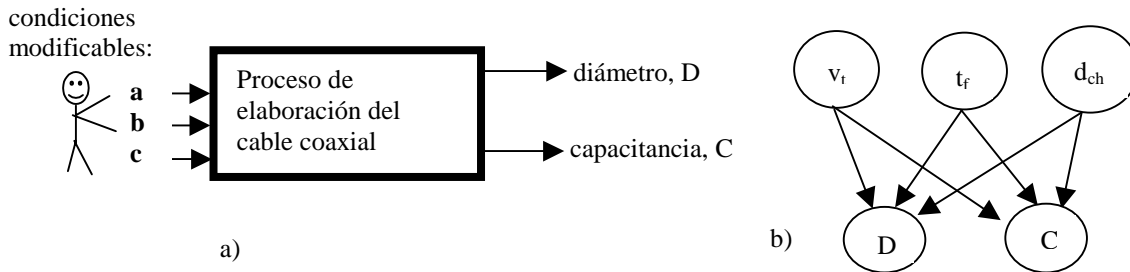


Figura 4: Relación causal representada por: a) un diagrama a bloques, b) un grafo dirigido.

Los grafos acíclicos dirigidos se forman por nodos y flechas, como en la figura 5, en donde los nodos representan variables aleatorias (parámetros), y las flechas establecen la relación causal entre los nodos que une. En el punto inicial de la flecha siempre aparece la causa (nodo causal) y en la parte final de la flecha aparece el efecto (nodo efecto). Si al grafo de la figura 5 se agrega en cada uno de sus nodos una tabla que establece una relación probabilística entre nodos, se establece una relación cuantitativa entre ellos y se forma una red de creencia Bayesiana (rcB), como se muestra en la Fig. 6. Dicha red se elaboró con el software “Hugin EXPERT” [5], y se puede utilizar como una interfaz con la que el usuario puede interactuar. Cuando el usuario carga la información a la red de creencia Bayesiana, la interfaz que se genera se puede utilizar de la manera siguiente:

- 1) El usuario modifica la probabilidad en el o los nodos raíces (parámetros principales de la producción o elementos causales) y la interfaz mostrará la probabilidad de que las variables de proceso operen dentro del rango establecido.
- 2) El Usuario modifica la o las probabilidades de que las variables de proceso estén dentro de un rango establecido, y el programa muestra la probabilidad de que el o los nodos principales (parámetros) adopten valores dentro de su rango.

- 3) El programa muestra si una o las dos variables de proceso se encuentran dentro o fuera de especificaciones de producción, como consecuencia de los cambios efectuados por el usuario en los puntos 1 y 2 anteriores.

Modelación de la relación causal con un grafo dirigido

Mediante un grafo dirigido, como el que se muestra en la figura 5, se representa la relación causal entre las variables de proceso Capacitancia, C, y Diámetro, D, con respecto a las variables: v_t , t_f , y d_{ch} , y otras condiciones o estados de la producción. Las condiciones que se incluyen son: mediciones independientes de C y D para accionar su alarma respectiva. Cada alarma tiene tres estados de indicación: alta_Fe, Ok, baja_Fe que corresponden a: valores altos fuera de especificaciones, valores dentro de especificaciones, y valores bajos fuera de especificaciones, respectivamente. También, se incluyen dos nodos continuos -Estatus_C y Estatus_D- para mostrar el comportamiento continuo de los valores de la capacitancia y del diámetro. Finalmente, se incorporan los nodos que representan una alarma por falla en la capacitancia o en el diámetro, Al_falla_C y Al_falla_D, respectivamente.

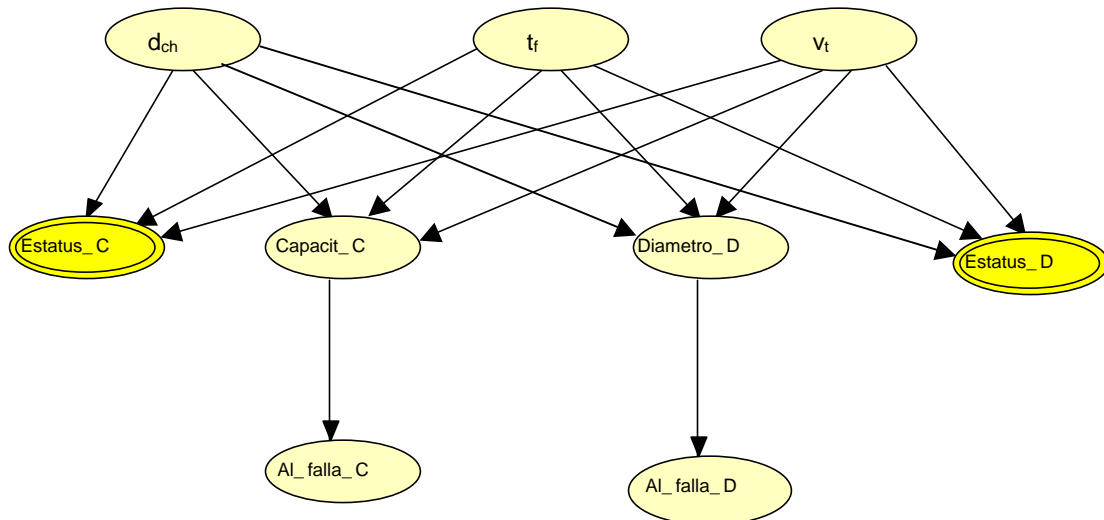


Figura 5: Modelación de la relación causal de la producción mediante un grafo.

Para generar una red de creencia Bayesiana (rcB), figura 6, se agrega una tabla de probabilidades condicionales (tpc) a cada nodo de la figura 5. La red Bayesiana al igual que la "tpc" para cada nodo se generó dentro del programa computacional "Hugin EXPERT".



Figura 6: Red de creencia Bayesiana para la producción del cable coaxial.

Simulaciones realizadas sobre la red Bayesiana

A continuación se muestran algunas pruebas de simulación sobre la red Bayesiana.

Prueba 1: se asigna el atributo máximo a los nodos principales, en donde $d_{ch} = t_f = v_t = \text{máximo}$, la figura 7 muestra el estado que alcanza la red.

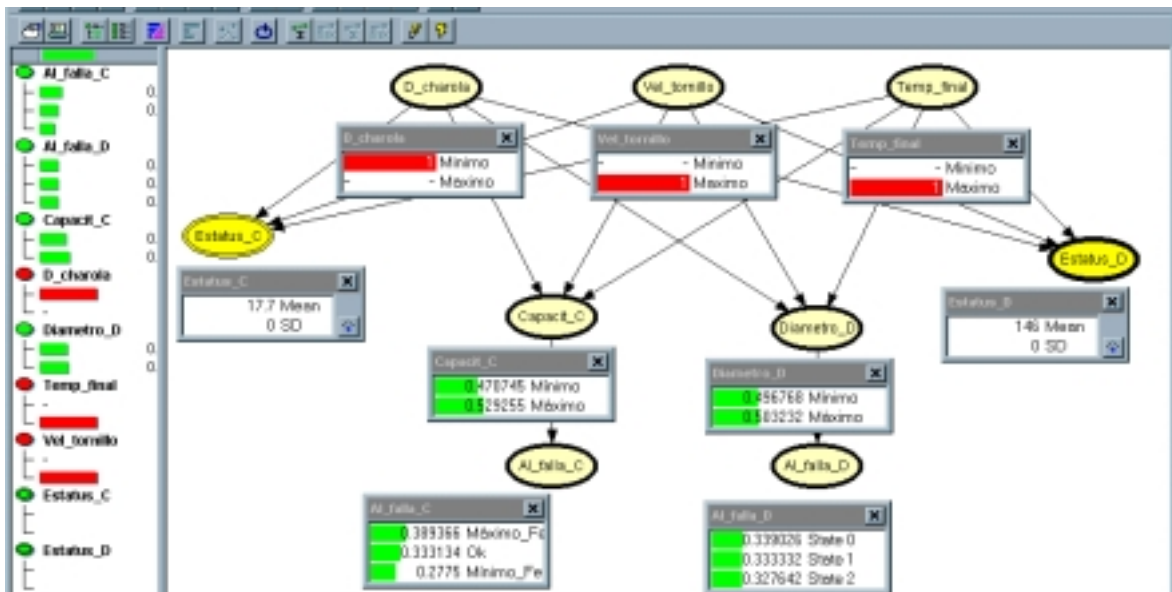


Figura 7: estado de la red para las condiciones: $d_{ch} = \text{mínimo}$ y $t_f = v_t = \text{máximo}$.

Prueba 2: Se selecciona un valor máximo del diámetro, y se observa el estado de la red (probabilidades en cada uno de los parámetros o estados), como se muestra en la figura 8.

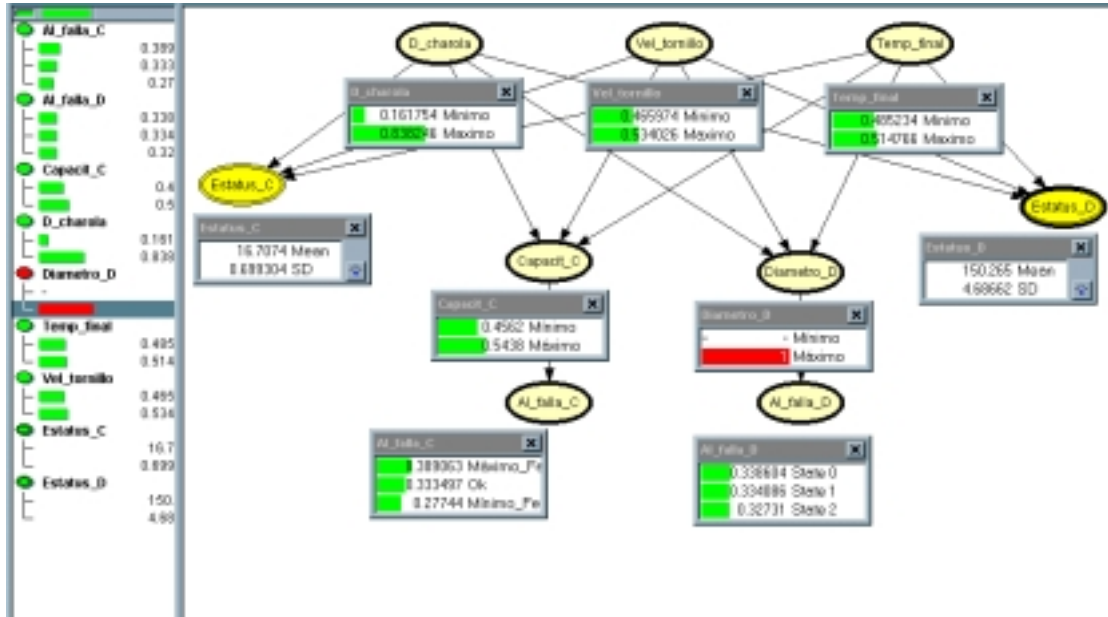


Figura 8: estado de la red para un valor máximo del diámetro.

Prueba 3: si ahora proponemos condiciones probabilísticas en los nodos padres tales como: $p(d_{ch})=0.8$ mínima, $p(v_t)=0.6$ mínimo, y $p(t_f)=0.8$ máximo, el estado de la red se muestra en la figura 9. En la parte lateral izquierda de la figura 9 se muestran los estados de los diferentes nodos, bajo las condiciones establecidas, así como la probabilidad conjunta de dichas evidencias.

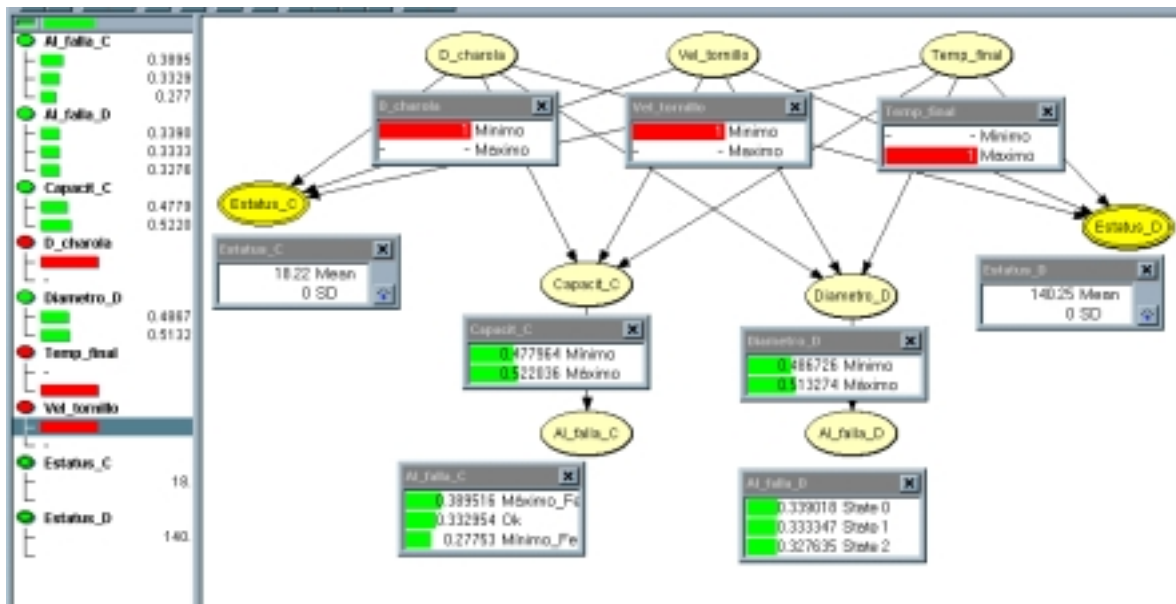


Figura 9: simulación de condiciones con incertidumbre $p(d_{ch})=0.8$ min, $p(v_t)=0.6$ min, $p(t_f)=0.8$ alta.

V. Análisis de Resultados

- Se logró la elaboración del árbol de decisiones para la variable de proceso capacitancia, y se seleccionó al parámetro distancia de la charola, d_{ch} , como el nodo principal, ya que fue el nodo con mayor ganancia de información, como se muestra en la Fig. 3.
- Los siguientes nodos del árbol de decisión presentaron igual valor de información, por lo presentan igual probabilidad de ser seleccionados.
- Se elaboró una red de creencia Bayesiana, utilizando el software Hugin EXPERT, para ser utilizada como una interfaz para simular diferentes condiciones de producción.
- La red de creencia Bayesiana, utilizada como interfaz con el usuario, puede ser utilizada como una herramienta de capacitación para los operadores del proceso de producción, y homogeneizar los criterios para el control sobre las variables capacitancia y diámetro.
- Además, el usuario puede definir condiciones probabilísticas de producción y determinar si las variables capacitancia y diámetro se encuentran dentro de especificaciones.

VI) Conclusiones

Con respecto a la técnica de la elaboración del “árbol de decisión” para modelar un conocimiento:

- Mostró ser una herramienta simple para representar el efecto entre atributos y objetos en un proceso.
- Los resultados obtenidos con el modelo de aprendizaje del árbol de decisión coinciden con los resultados documentada en [1].
- La ganancia de información, GI, muestra su utilidad al ayudar a determinar cuál es el nodo principal en el árbol de decisión, que finalmente significa, el atributo con mayor efecto sobre las variables capacitancia y diámetro.

Con respecto a la simulación con redes Bayesianas:

- La red Bayesiana que se elaboró muestra de una manera más real el comportamiento de la producción del cable coaxial ya que establece de manera gráfica una relación entre: los parámetros de la producción- los estado de las variables de proceso- los estados de la producción (alarmas de falla en la capacitancia y en el diámetro).

En términos generales, la aplicación de las dos técnicas de inteligencia artificial enriquecieron y aumentaron el conocimiento que se tenía y que se obtuvo con los métodos señalados en [1]. El contar con una interfaz gráfica interactiva es una de las mayores aportaciones de estas técnicas.

VI) Bibliografía

- [1]: Bascarán, Palomera, Murga; Desarrollo de un modelo de control simultáneo de diámetro y capacitancia en la producción de cable coaxial. Reporte técnico de trabajo para una empresa de conductores. Enero-Mayo 1993
- [2]: Stuart J. Russell and Peter Norvig; Artificial Intelligence: a modern approach, PrenticeHall, 1995.
- [3]: David Poole, Alan Mackworth, Computational Intelligence, Oxford University, 1998
- [4]: Patrick Henry Winston, Artificial Intelligence, Addison Wesley, 1992.
- [5]: Hugin EXPERT A/S; Hugin lite API 5.2, ver 5.7, copyright
- [6]: SWIProlog, ver 3.3, under GPL (General Public License)

El oficio de escribir: Hacia una poética de Augusto Monterroso

David García Pérez • Campus Ciudad de México

Rodolfo Usigli: Un ciudadano de teatro

María Eugenia González Ricaño • Campus Ciudad de México

Moisés: Entre el teatro y la novela

Adriana Jiménez Revorio • Campus Ciudad de México

El teatro de Carlos Solórzano: Entre la crítica y la creación dramática

Laura Elena Perales Ortegón • Campus Ciudad de México

El oficio de escribir: hacia una poética de Augusto

Monterroso

David García Pérez

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Augusto Monterroso ha ejercitado con magistral acierto la composición de narraciones breves, que pueden catalogarse, de manera general, dentro del cuento en tanto género, y dentro de éste se puede considerar también a la fábula. El tono en que estas piezas literarias están compuestas recuerdan la clave sencilla de los cuentos infantiles: el *había una vez* o *cierto día*, dan la idea de tener enfrente a un relato simple. Sin embargo, este estilo bajo el que Monterroso describe al género humano, resulta tan complejo como la misma humanidad. En Monterroso la brevedad y la sencillez del relato no son sinónimo de simpleza, al contrario, en cada uno de sus escritos el lector queda perplejo ante la vastedad de las ideas que involucra o ante la irónica sinceridad con la que pone al descubierto los defectos humanos. La perplejidad que nace en la lectura de las fábulas de Monterroso se debe en gran medida a la sátira y a los materiales irónicos de ésta.¹

¹ La sátira es considerada un género literario con existencia propia, inventada por los romanos según Quintiliano, X, 1, 93, en la cual se da

Además, en tales cuentos y fábulas, está presente de manera constante la reelaboración de los materiales mitológicos: es este tipo de narración la que sirve de motor para que Monterroso conciba la realidad de manera irónica. La noción general de los mitos a los que alude Monterroso plantea el conocimiento pleno de éstos por parte del lector, porque es éste quien actualiza los temas y los tópicos mitológicos de acuerdo con una intención muy precisa: descubrir la naturaleza humana, sus características y valores a través de las alusiones mitológicas.

El objetivo del presente ensayo es el de analizar la técnica retórica de Monterroso para ironizar los mitos de referencia. Se trata de establecer la noción de ironía en torno a los temas tratados por el autor y de descubrir, por una parte, las alusiones irónicas y, por otra, la manera en que el mito tradicional se desvía temáticamente para dar paso a una nueva versión que nace justamente de la figura de la ironía. La idea central es la línea que se traza entre el mito ironizado y el lector, pues es una condición *sine qua non* que esta vía pueda correr sin ninguna restricción para que el relato cumpla con su función de texto irónico y así sea comprendido íntegramente.

una mezcla de temas, e incluso de estructuras literarias. Pero el elemento constante en este género es la manera irónica en que se abordan desde los temas más serios -como la filosofía- hasta las costumbres de cada época. Cfr. U. Knoche, *La sátira romana*, pp. 16 y ss.

De modo general, cuando se hace alusión al término mito, la idea común se dirige a un mundo remoto en el que existen una serie de historias más o menos fantásticas que hablan de un espacio figurado, poblado de seres inverosímiles o de acciones sobrenaturales o simplemente no comunes. Sin embargo, el ser humano desde siempre ha necesitado del mito para entender su entorno y para comprenderse a sí mismo. Desde la antigüedad, el mito funciona como metáfora que explica las necesidades humanas. El mismo mito es una necesidad, pues sin él la mitad del pensamiento humano no existiría, tal como Kurt Hübner ha observado: *si se quiere apreciar el mito con justicia, entonces debe uno aportar esa objetividad y racionalidad que con tanta facilidad se le niega.*² Como ya lo observaron los griegos antiguos, somos *mythos* y *lógos*, una misma razón con su doble rostro, el de la alusión y el de la realidad concreta.

Augusto Monterroso encuentra en el mito un surtidor fecundo para examinar de manera breve, pero profunda, a la naturaleza humana. En sus fábulas, este escritor aplica la racionalidad a los mitos y también se vale de la objetividad de la que habla Hübner, para dar un viraje absoluto a los temas tradicionales y así crear, en principio, la incertidumbre del receptor que se enfrenta a una especie de

²Kurt Hübner, *La verdad del mito*, p. 9

fábula que no responde al canon tradicional y, por lo mismo, es forzado a entender el relato mítico de otro modo, incluso de manera totalmente contraria al sentido proverbial.

En efecto, para este escritor, la fábula es el medio propicio para demostrar cómo es que los sofistas tenían razón al demostrar la tesis contraria de las ideas que se tienen por ciertas, pero sobre todo para demostrar la validez de éstas; es decir, su tarea consiste en formular paradojas con aquellos elementos de la mitología, entendida esta también como el conjunto de ideas que originan arquetipos. En pocas palabras: trazar un mundo al revés.

El oficio de escribir: los mitos del escritor

En el inventario de criaturas que pueblan las fábulas de Monterroso, cabe destacar, en principio, la imagen del propio escritor. La creación literaria engendra también una serie de ficciones a partir de las cuales Monterroso reflexiona sobre la figura del escritor, sus manías, sus intereses, sus preocupaciones.

En efecto, el mismo Monterroso se mira en el espejo de los escritores satíricos y de los fabulistas y pule este símbolo a través de su experiencia particular y la de otros escritores a quienes examina y retrata. Las reflexiones de *El*

mono satírico son, en cierta medida, las confrontaciones del prosista que escribe sobre su oficio. Hablar de los demás desde una postura que retrata sus rasgos particulares puede resultar un arma de dos filos: por una parte, parece que el escritor tiene la responsabilidad de ilustrar y de ser una especie de maestro, pero pocos soportan el verse retratados en las líneas de una sátira; por otra parte, nadie está exento de recibir y de hacer crítica, pero nadie tiene, al parecer, mayor responsabilidad al respecto que quien despliega la pluma como arma. Ante tales perspectivas, Monterroso se declara prudente de que él y su obra son, también objeto de juicio literario.³

Al renunciar a escribir sobre sus conocidos, el Mono satírico encontró que nadie estaba libre de las debilidades y de los defectos que son la materia prima de la sátira. Esta breve fábula representa el modelo práctico de la ironía como sustancia de la sátira, en tanto género literario. Así, cuando el Mono escribe satíricamente contra la Urraca, *principió a hacerlo con entusiasmo y gozaba y se reía y se encaramaba de placer a los árboles por las cosas que se le ocurrían;*⁴ pero al final se arrepintió de lo escrito porque recordó que entre los criticados se encontraban algunos de

³ *La audacia cautelosa*, entrevista con Jorge Rufinelli, en *Viaje al centro de la fábula*, pp. 22-23

⁴ Augusto Monterroso, *La oveja negra*, p. 14

sus amigos y, por lo mismo, desistió de su empresa; este último hecho lleva irremediablemente cierta carga de arrepentimiento que desemboca en una tragedia irónica, pues al evitar la crítica, el Mono terminó por sus amistades, a pesar de no haber escrito nada sobre ellos; además, lo que lo hacía ser un tipo simpático era, precisamente, que a todos les echara en cara sus defectos.

A partir de lo anterior, se puede argumentar que la ironía es una figura retórica que transita de lo cómico a lo trágico de modo constante, que no manifiesta claroscuros cuando se plantea en el plano de la mordacidad. La ironía resulta cómica cuando se plantea el fabulista pone al descubierto una incongruencia entre lo que el personaje expresa y lo que representa frente a lo que los demás perciben de él y dan por hecho y por cierto: encontrar la paja en el ojo ajeno y esbozar una sonrisa. Pero también hay una ironía trágica cuando el personaje es derrotado por las circunstancias del destino a pesar de todos sus esfuerzos por llevar a cabo sus tareas: dentro de nuestro ojo no sólo hay una paja, sino toda una viga.

El fabulista trabaja como fotógrafo del espíritu humano y se deleita por sus descubrimientos, por el ingenio con que logra salir adelante en la penosa labor de describir a la gente. Hay una relación de dependencia entre el escritor

satírico y sus referentes: en *El fabulista y sus críticos* se resume esta idea al hacer alusión a la fábula de la Hormiga y la Cigarra. La gente reclama al fabulista lo que escribe, pero no hablan por sí mismos, sino por los demás. La idea de *los demás* o de *los otros* representa una imagen vacía, sin sentido y, por lo tanto, a cualquiera le puede acomodar la camisa. Los demás son los animales que representan el género humano.

El fabulista tampoco habla por él, ni habla de alguien de modo directo, lo cual no implica que el escritor satírico discurra en el vacío, al contrario, tiene bien señalados a sus destinatarios. El hecho de no nombrar directamente es un modo de ironía al definir al interlocutor de modo oblicuo. A diferencia de algunos escritores satíricos romanos, cuya ironía tenía un remitente directo, como son es el caso de las composiciones Horacio y de Juvenal, con un nombre y una caracterización acorde a su modo de ser, las sátiras de Monterroso adoptan rasgos de la fábula, al poner animales como personajes humanos y por el hecho de no decir el nombre de quienes son satirizados, a pesar de pueden resultar evidentes los referentes de sus relatos. Ante esta oblicuidad con la que se plantean las relaciones humanas,⁵ el fabulista,

⁵ Jorge Rufinelli, en la entrevista que le hizo a Monterroso, calificó la obra de éste como similar a la de Borges, en tanto que el escritor argentino *no escribió directamente narrativa sino formas oblicuas de la*

como la Cigarra, se decide a decirle todo lo que quería a aquellos que no hablaban en nombre propio, pero que se quejaban como si el traje les quedara a su medida.⁶

El escritor le da nombre a las cosas. Las nombra para que existan y tengan una función. En la sátira el nombrar sin dar un nombre se convierte en un mecanismo de la ironía, pues al hacer una serie de alusiones se descubre un rostro más profundo del personaje al que se describe, pero sin definirlo directamente, con lo cual, además se provoca la risa abierta. Así, Monterroso se refiere a algunos escritores por medio de una serie de indicios que ponen de relieve el mito que se ha tejido a su alrededor: es claro que *El cerdo de la pira de Epicuro*, quien *gastaba los días y las noches revolcándose en el fango de la vida regalada y hozando en las inmundicias de sus contemporáneos*,⁷ es el retrato de Horacio, el célebre poeta romano que vivió a expensas de Mecenas, que fue epicureista y que es una influencia decisiva en el quehacer de Augusto Monterroso, tal como este mismo lo ha expresado.⁸ Otro ejemplo: el Zorro que ya no quiso escribir más libros después de los dos que publicó y que fueron una celebridad porque se *escribieron libros sobre los libros que hablaban de*

narración. "La audacia cautelosa", en *Viaje al centro de la fábula*, p. 22.

⁶ Augusto Monterroso, *La oveja negra*, p. 97

⁷ *La oveja negra*, pp. 69-79

⁸ "Influencias", en *La vaca*, pp. 39-42

sus libros, es imagen fiel de las preocupaciones extravagantes de Juan Rulfo por no publicar *un libro malo*.⁹

Pero en este último caso, la fabulación en torno a Rulfo, Monterroso añade otra posibilidad a la creación satírica: la ironía en torno a los únicos libros del escritor jalisciense es un halago, un homenaje satírico a un *hombre silencioso por sabio y naturalmente hosco por indignación*.¹⁰

Si bien es cierto que la sátira en su sentido tradicional busca la confrontación cáustica a través de una observación meticulosa de las características de los humanos para ponerlas en evidencia de modo punzante, también lo que es el hecho de que Monterroso utiliza los recursos de la fábula satírica, pero con fines muy distintos a la burla o el ataque. Al contrario, Monterroso se identifica con la creación rulfiana a través de sus características de estilo más evidentes: la brevedad y la ironía. Así que al hablar de la experiencia rulfiana sobre la creación literaria, en el fondo él también se está observando en las ropas de su colega mexicano.¹¹ Los sufrimientos creativos de otros escritores son

⁹ *La oveja negra* pp. 99-100

¹⁰ *La vaca*, p. 116

¹¹ El breve prólogo de *La vaca* expone el hecho de que los amigos cercanos de Monterroso le insistían, como le sucedió a Rulfo, cuándo publicaría otro libro; ante tal insistencia nació *La vaca*, obra en la que Monterroso recoge algunas experiencias literarias, dando como resultado un libro ameno, a pesar de la advertencia del autor sobre el hecho de que su publicación se debe a petición expresa y no *motu proprio*.

compartidos por Monterroso a través de una seria autorreflexión.

En otros casos, resulta complicado apreciar si el tono irónico se encuentra en la tesitura del sarcasmo o en verdad está oculta la admiración por tal o cual escritor. Tal es el caso de Franz Kafka. La ironía sobre la tarea de los escritores se convierte en un relato que no tiene fin, además la brevedad y claridad del asunto se convierte en crítica de lo difícil que puede resultar la obra literaria de los criticados. *La cucaracha soñadora* invierte el sentido de la historia al decir que es una cucaracha la que sueña que escribe y que es Franz Kafka, a través de un personaje de ficción llamado Gregorio Samsa, quien a su vez sueña que es Franz Kafka una cucaracha que sueña que escribe...,¹² creando así una lectura diferente de *La metamorfosis*, pues es el insecto el que sufre la transformación de modo que el relato de Gregorio Samsa se vuelve más complejo: en el último de los casos los tres personajes son cucarachas soñando lo que no son.

Monterroso parece querer decir que Kafka se sentía cucaracha y se inventa un personaje para reflejarse en el insecto, hay que leerlo justamente en esa dimensión: en la

¹² *La oveja negra*, p. 51

que el escritor checoslovaco quería que se le viera a través de su literatura.

Esta visión, a mi juicio, podría resultar agresiva. Los tonos de la ironía pueden ser variados, ya que pueden ir desde la admiración que se pone la careta de lo que los demás dicen y puede resultar un halago, hasta posturas insultantes y socarronas. Monterroso está alejado de esta última postura: su interés sobre la ironía, como ya se señaló, está en provocar la perplejidad del lector al descubrirle otro rostro a los mitos, es decir, a las ideas que tradicionalmente tenemos sobre los seres y las cosas. Así, Monterroso parece decir que una lectura de *La metamorfosis* puede estar dada en relación con los sentimientos y las ideas de una cucaracha, lo cual no deja de parecernos inverosímil e incluso absurdo, pero no pasa en la mayoría de los casos de provocar una simple sonrisa: ¡Já! Pensar como cucaracha para entender a *La metamorfosis* y a su autor. Pero en el fondo se aprecia la razón del escritor que conoce lo que hay detrás del texto, sobre todo la manera en que sus pensamientos cobraron vida a través de las letras.

En efecto, la risa que provocan las paradojas de Monterroso es parte de la finalidad misma del quehacer literario. Bajtin dice, por ejemplo, que en el Renacimiento

la risa tenía *un profundo valor de concepción del mundo*¹³ y con ella, además, *se puede captar ciertos aspectos excepcionales del mundo.*¹⁴ La obra de Monterroso presenta estas dos ideas bajtinianas, pues no provoca la risa en sus lectores de modo simple, sino porque su profunda visión analítica sobre el género humano y sus cualidades y actividades descubre características que han estado presentes en todo momento, pero es necesario el ingenio del escritor para hacerlas evidentes. No se trata de hacer un descubrimiento maravilloso, sino de señalar lo que por evidente muchas veces para desapercibido.

El escritor echa a su hijo a la calle, su libro y no sabe qué es lo que le pasará en las manos de sus lectores, ya no le pertenece. En Monterroso, el arte de escribir se revela en delirio por el conocimiento, por las palabras, lo que significan solas y unas junto a otras. A pesar de que no corresponde al modelo de fábula, sin duda el cuento de *Leopoldo (sus trabajos)* debe considerarse una *ars poetica minima* y paródica, en la que Monterroso aborda una de sus manías como escritor en ciernes: no escribir nada hasta que se tenga el conocimiento pleno del tema y de la lengua. Leopoldo vive leyendo y encontrando tema tras tema que pueden

¹³ Mijail Bajtin, *La cultura popular en la Edad Media y en el Renacimiento*, p.65

¹⁴ *Op. cit*, p.205

servir de materia prima para sus futuras obras, las cuales nunca llegan a cuajarse en las letras. La promesa de entregar, por fin, un trabajo literario se convierte en motivo de burla por parte de sus amigos. Pero Leopoldo está convencido de que nadie puede ni debe atreverse a publicar nada hasta que esté seguro de que la obra vale la pena.¹⁵

Así pues, no basta la simple inspiración para sentarse frente a la hoja en blanco y escribir sobre ella. Monterroso parece decir en este cuento que la responsabilidad del escritor empieza con la toma de conciencia sobre esta tarea. Él mismo, siendo joven, padeció tal aficción por querer leerlo todo antes de proceder a escribir:

*Cuando empecé a tratar de escribir, en Guatemala, sin maestros, sin escuela, sin universidad, tanteando aquí y allá, y en medio de la mayor inseguridad, suponía, tal vez no sin razón pero en todo caso en forma exagerada, que antes de escribir cualquier cosa debía saberlo todo sobre el tema escogido.*¹⁶

Leer la obra de Monterroso resulta un trabajo peligroso, pues sus fábulas son golpe tras golpe a la conciencia de quien, por irónico que suene, se toma en serio la tarea de la

¹⁵ Leopoldo (*sus trabajos*), en *Obras completas (y otros cuentos)*, pp. 173-195

¹⁶ *El susto del otro idioma*, en *La vaca*, p. 17

escritura o de la crítica. En efecto, la visión penetrante de Monterroso sobre el quehacer literario da la sensación de que, como le sucedió a Leopoldo, hay que saber muy bien de lo que se va a decir y del modo en que se va a escribir, pues nadie quiere quedar a expensas de la burla, de hacer el ridículo como *La primera dama*, que insistía en declamar ante un público más inculto que ella; los alcances poéticos de la pobre dama son tan pobres, al punto que termina pagando porque la escuchen declamar *Los motivos del lobo*.¹⁷

No es que las fábulas de Monterroso tengan una estructura sencilla y una sustancia fácil de comprender. La fábula se arroja de inteligencia y de ironía al mismo tiempo. La inteligencia se da en la comprensión del mito para desacralizarlo y evidenciar sus otros rostros frente a los lectores; esta práctica resulta de la parodia con la que ve al mundo. El escritor satírico conoce primero sus límites y los trata de superar, como el pobre Leopoldo que nunca escribió nada; pero el quedarse en el límite de la crítica, no nadar en ella, lleva al peligro de dejarnos huérfanos de aquellos que, como Monterroso, buscan en la literatura la posibilidad de la risa. En efecto, Monterroso, mono satírico, zorro inteligente y un Leopoldo en busca de su propia poética cambia el sentido de las cosas y si en un tiempo se pensó que

¹⁷ *La primera dama* en *Obras completas (y otros cuentos)*, pp. 129-143

la letra con sangre entra, este maestro guatemalteco parece decirnos que la letra con risa entra, además de que, como Zenón de Elea, Monterroso lleva al lector a toparse con la paradoja de su propia ignorancia.

Biblio-hemerografía

- Abad Faciolince, Héctor. "Monterroso o los riesgos de la literatura", en *La Jornada Semanal* 258 (22-05-1994), pp. 34-36
- Hübner, Kurt. *La verdad del mito*, México 1996, Editorial Siglo XXI
- Knoche, Ulrich. *La sátira romana*, Brescia 1969, Paideia
- Monterroso, Augusto. *La oveja negra y demás fábulas. Ovis Nigra atque caeterae fabulae*, México 1988, UNAM
- . *Obras Completas (y otros cuentos). La oveja negra*, México 1986, Secretaría de Educación Pública
- . *La va*, México 1998, Alfaguara
- Yaari, Monique. *Ironie paradoxale et ironie poetique*, Alabama 1988, Summa Publications

Rodolfo Usigli: Un ciudadano de teatro

María Eugenia González Ricaño

Entre 1933 y 1935, Rodolfo Usigli escribe sus famosas comedias "impolíticas". A 66 años de su creación, la situación político-social del México contemporáneo, tan distinta y tan semejante (para usar las antítesis tan caras a nuestro autor), hace imperiosa la necesidad de releerlas para buscar en ellas no sólo una parte importante de nuestro devenir histórico, sino la esencia del mexicano ciudadano que Usigli plasmó con tanto acierto.

Rodolfo Usigli escribe sus primeras comedias en la fascinante década de los treinta. Entre los años 1931 y 1942, discurren numerosos personajes que retratan magistralmente la sociedad de su época a través del estudio del ser humano y su entorno; es la visión del dramaturgo observador e inteligente sobre la relación que guarda el hombre común consigo mismo, con la familia, con la sociedad en pleno o con el poder convertido en el poder mismo en sus poco conocidas "comedias impolíticas" (entendido este término como "no políticas" en el sentido amplio y connotativo donde lo político es parte y todo, proceso dialéctico entre autor, obra, espectador; entre ser humano y sociedad).

No es el único. En esa misma época escribe Salvador Novo, su contemporáneo y enemigo, desenfadado cronista de la ciudad, desde el semanario *Hoy*. Por primera vez, y gracias a la libertad de prensa decretada por Lázaro Cárdenas, a través de la comedia y de la crónica, desde el teatro y la prensa, los mexicanos citadinos, clase mediera, con grandes proyectos, ambiciones y sueños, se conocen y se contemplan de cuerpo entero; se identifican, lo mismo en los diálogos de estructura pulida sobrecargada de ironía (que en algunos momentos deriva lo mismo hacia la farsa que hacia el drama) de las obras de Usigli, que en los titulares y los artículos -generalmente anónimos- que dan cabida no sólo a Novo, sino a las columnas de Vasconcelos y Bassols y a los editoriales de Genaro Estrada. A los dimes y diretes de *Los Contemporáneos* (que para 1935 se habían desintegrado como grupo y la sociedad y ellos mismos se preguntaban si esto daba lugar a la conformación de la generación de *Los Contemporáneos*), se mezclan la crítica de cine de Villaurrutia, una nueva sección femenina que busca atraer a las lectoras, los fotograbados con las bellezas de Hollywood para los caballeros, la imprescindible publicidad y los entonces insólitos -ahora cotidianos- fenómenos sociales que dan lugar a la nota roja a ocho columnas: "Y ahora...La autoviuda Miravete".

Tiempos de protagonismos donde Usigli está presente. Es centro de disputas, imán de tempestades, conflicto perenne. Las

comedias "impolíticas" molestan a quienes las leen (nadie se atreve a ponerlas en escena). Analizadas desde nuestra época y bajo nuestra perspectiva no dejan de sorprender por su actualidad, por el ojo clínico con que el autor describe a los sujetos nuevos en la sociedad cardenista: el político, "hijo de la Revolución" y de las "instituciones", personaje fascinante en un medio puritano y fluctuante entre las ventajas de una modernidad contradictoria y una sociedad aletargada, rancia, que se niega a desaparecer; el político, al mismo tiempo ciudadano, surgido de la incipiente clase media, cuidadoso de preservar su individualidad en un mundo transformado rápidamente en corporativo, multitudinario. Con estas obras, nuestro autor puede ubicarse no sólo como el primer intelectual orgánico del cardenismo en la más pura acepción del término según el discurso gramsciano, sino como el primer autor dramático que posibilita la oportunidad de que los problemas nacionales sean analizados abiertamente: la corrupción, el engaño, los datos maquillados, la satisfacción ante lo logrado (o solamente celebrado): caleidoscopio construido con juegos de palabras que dan lugar al lenguaje ambiguo del nuevo político que busca quedar bien, al mismo tiempo, con Dios y con el diablo: ya se presienten los "caballeros católicos" y "los cachorros de la Revolución" vienen en camino.

Pero, ¿por qué comedias? La política mexicana es un tema que se presta más para la tragedia, para el sarcasmo, para la burla

abierta... El mismo Usigle aclara: "El emplazamiento de una materia de chatos perfiles trágicos, como la política de nuestros países de América, sea la comedia, y mejor la farsa; esa misma tragedia desnarigada sería inexacta en el teatro, como yo lo entiendo." Años después, en el *Prólogo* a su *Teatro Completo* aclara:

La regla sería, claro, que la obra -tragedia, comedia, tragicomedia, pieza, farsa o *sketch*- sea teatro. Pero podría añadirse que esa regla misma, condicional y condicionante, no es áurea ni anterior -como las formas de la poesía, de la pintura y de la música- a la creación de cada quien. Es una regla a *posteriori* o de resultados, y pertenece, no a las normas, técnicas o instrumentales, sino al público, a ese conglomerado-unidad en estado de gracia que, como péndulo gigantesco, se posa alternativamente pero sin interrupción al oscilar en inmutable recurrencia sobre dos hemisferios invisibles, pero existenciales: el hemisferio del recuerdo y el hemisferio del olvido, la vida y la muerte sin dimensión física. Y hay, claro, personas que solo se expresan hablando poco o parvo y otras que sólo pueden lograrlo hablando mucho. O sea la regla del silencio y la regla de la palabra. (p.10)

Para nuestro autor, el primer dramaturgo mexicano que busca vivir de sus obras, no existe peor arranque. Es cierto que hay libertad de prensa; pero nadie quiere arriesgar su capital y su prestigio en un negocio que puede resultar demasiado caro: el nuevo mexicano cuida las formas, tiene sentido de la propiedad y la medida... Sólo un trasnochado puede recrear personajes que se parecen demasiado a los hombres públicos del momento (el ministro Paniagua de *Noche de estío* es fácilmente identificable con el secretario Pani; el General, en la misma obra, es cualquier general surgido de la Revolución y próximo a perder su gremio o

su corporación en el naciente Partido Revolucionario Mexicano). En *Un día de estos* (1953), el expresidente Germán es precisamente el presidente Alemán).

Para José Emilio Pacheco, *El presidente y el ideal* (la segunda comedia impolítica) es la obra de dieciséis cuadros con la que Usigli,

se anticipa al teatro-documento, presentando un corte de la sociedad mexicana durante la crisis en que Cárdenas triunfa sobre Calles. Del mismo año es la "farsa impolítica" *La última puerta* (1934 - 1936) que a su vez prefigura el teatro del absurdo -en el cual más tarde dogmáticamente vería Usigli un enemigo de su concepto aristotélico del drama- mediante la leve exageración de lo que ocurre en las salas ministeriales. (1979:p.34)

Desde sus primeras obras, Usigli deja en claro el tipo de teatro que busca: un teatro mexicano. En el prólogo a su *Teatro Completo* (tomo I) expresa:

Lo que quisiera señalar -eso sí con una soberbia verdadera- es que desde la casa de mi infancia, ya me valiera yo de títeres de barro o, sin dinero para comprarlos, hiciera dialogar a mis dedos (el meñique era el paje; el anular, la princesa o reina; el cordial, el rey; el índice, el príncipe, general, primer ministro o confesor; el pulgar, el bufón o el traidor, y en cada mano existe así un país, una nación, un Estado, una corona, y todo lo demás es batalla y diálogo) desde entonces no ha habido en mis sueños o en mis realizaciones dramáticas más que un solo héroe, un solo personaje central, un centro del equilibrio y de la vida. Quiero decir, un Teatro mexicano. Éste es el único personaje que me ha interesado crear para el drama evolutivo de la vida, de la cultura y de la grandeza del

país en que nací, porque un pueblo sin teatro es un pueblo sin verdad. (p. 11)

Es importante resaltar este dato: un teatro mexicano. En los treinta, el teatro en nuestro país rara vez deja de ser, en el mejor de los casos, un intento frustrado por presentar la realidad mexicana tal como la presintiera y la observara Usigli. Es una época donde los dramaturgos siguen el patrón establecido por el teatro español de fines del siglo XIX o incluso del XVIII con Benavente o Fernández de Moratín como maestros. Si los temas son mexicanos, ni el tratamiento de éstos ni los personajes representados corresponden a esta nueva realidad que se perfila como compleja, a veces más preocupante que placentera, pero que se antoja ya difícil de ser representada a través de técnicas y artificios obsoletos, creados para una sociedad que ya no existe.

El teatro mexicano, a diferencia de la narrativa o la pintura, queda al margen de la tendencia nacionalista presente en otras manifestaciones culturales decisivas en su momento: la novela de la Revolución y el muralismo, por ejemplo. Mientras el primero sigue importando ideas y obras y el género chico se asienta en el gusto del mexicano urbano, la narrativa ha logrado ya -aun antes de la Revolución y como resultado del realismo costumbrista y regionalista- la pintura de ambientes y costumbres tanto provincianos como campesinos que deriva inevitablemente en la búsqueda acuciosa de la esencia de lo mexicano; y al consignar las formas de vida, también se empieza a subrayar los ideales,

las esperanzas y las inquietudes del pueblo. Exponer la miseria, a veces pavorosa del desposeído, el abuso del cacique, del cura o del gobierno sólo es cuestión de tiempo. El deseo de una vida justa y digna se convierte en crítica franca y despiada que clama ya, desde la primera década del siglo XX, por la redención del campesino y del indígena. Y es el preludeo que anuncia ya la Revolución; y, con ella, la entrada triunfal de las masas como protagonistas en la literatura mexicana.

Juan Bustillos Oro y Mauricio Magdaleno crean, en la misma década de los treinta, el *Teatro Ahora* (1932) cuya misión es representar el movimiento revolucionario. Las obras presentadas, de esencia marcadamente panfletarias, cancelan este intento. Usigli simpatiza con este teatro, aunque no presenta ninguna de sus obras; pero reconoce la influencia que tuvo en ellas el drama político y social, eje vertebrador de este grupo. En el *Prólogo a Una comedia Shaviana: Noche de estío* habla de esta influencia "decisiva, no por mostrarme un modo o una manera concreta de hacer teatro, pero sí por mostrarme cómo podía ser el teatro mexicano en ese momento." (p. 170)

Los Contemporáneos, por su parte, revitalizan el teatro con un enfoque cosmopolita, propicio para los eruditos, pero alejado de los intereses y necesidades no sólo del pueblo sino de una gran parte de la recién conformada clase media. La creación del *Teatro Ulises* (1928) tiene la finalidad de poner en escena las tendencias e innovaciones del teatro universal. Se empiezan a

conocer autores como Pirandello, Cocteau, O'Neill y se representan las obras de éstos y otros, siempre y cuando no sean nacionales. Se renueva la escenografía, se transforma el decorado, se cambia la visión del papel que juegan los actores y se implantan nuevas técnicas actorales... Todo esto y más en menos de un año, torbellino -enriquecedor sin duda- que trasciende y deja huella en otros intentos como el *Teatro Orientación* (1932) de Gorostiza donde ya se presentan algunas obras mexicanas.

Usigli quiere participar. Se acerca a *los Contemporáneos*. Tal vez influido por su erudición cosmopolita, es capaz de escribir una obra de teatro en francés: *4 Chemins 4*, pero el experimento no acaba de gustarle. Ha sido compañero de Villaurrutia en la Universidad de Yale (donde estudió teoría dramática y analizó las obras de G.B. Shaw y Enrique Ibsen), pero siguen hablándose de usted. No resulta fácil entrar al grupo, tampoco resulta fácil entenderse con los productores y directores teatrales, tampoco es fácil entender a Usigli.

Es un alma solitaria. Se le tacha -tal vez injustamente- de soberbia, en un mundo -el del teatro mexicano y sus críticos- soberbio también. Si aspiraba a dedicarse a escribir teatro mexicano y vivir de eso, estaba muy lejos de lograrlo. Debemos agradecerle, sin duda, la tenacidad heroica para realizar un teatro mexicano que realmente representara al México urbano que él conoce tan bien y ha podido observar y estudiar desde lejos, y bajo la perspectiva universal gracias a su trabajo en el ámbito

diplomático. Y esta pericia en el arte de identificar y deducir se hacen presentes no sólo en su teatro sino en su novela *Ensayo de un crimen*.

A medida que pasa el tiempo, sus convicciones sobre el teatro se vuelven clásicas. Las unidades aristotélicas son trabajadas cuidadosamente en cada una de sus obras. En su modernidad, éstas se parecen más a las de Ibsen, pero él se considera alumno de G.B.Shaw y toma de él el interés y la necesidad de crear prólogos y epílogos para puntualizar su enfoque, desarrollar su teoría, además de adoptar la arquitectura shaviana sobre la que están construidas sus comedias (principalmente *Noche de estío*).

El mismo José Emilio Pacheco reconoce en él a un polemista extraordinario, solo contra Dios y contra el mundo: "Usigli adquiere la costumbre shaviana de poner prólogos y epílogos a sus obras ensayos, como los de Shaw, inconvincentes pero fértiles y provocadores, ingeniosos y sabios que abarcan todos los temas posibles y hacen de Usigli uno de nuestros grandes ensayistas." (1979:p.35)

Es necesario recordar la importancia que había tenido el teatro shaviano, desplazado poco después por el llamado "teatro del espectáculo" que desbanca al viejo teatro verbal con efectos especiales, movimientos y cambios dramáticos continuos, erotismo... El teatro, al estilo Shaw, puede prescindir un tanto de la escena y poner un foro imaginario, una especie de lectura solitaria. Sin embargo, el mayor logro de este tipo de teatro radica en la

tolerancia y en la capacidad de reír ante los temas solemnes (recuérdese su enfrentamiento permanente con el teatro de Shakespeare). Parece insistir en la necesidad de enfrentarnos a personajes que no son santos ni sabios, ni héroes al estilo de la tragedia griega, tan buscados afanosamente por Usigli para sus tragedias mexicanas, sino seres sencillos, imperfectos, trágicos como la vida misma que no necesita de artificios para revelar su esencia trágico-cómica.

Usigli se empeñó en ser el Bernard Shaw mexicano -explica Fernando C. Vevia- y no lo era, como tampoco México era Inglaterra. Fue un error de apreciación de su propia imagen. La cólera, es decir: la reacción agresiva y violenta ante lo que sucede contra nuestros deseos, fluía demasiado en su obra para ser un G.B. Shaw. (p. 71)

La dramaturgia de Usigli alcanza diversos niveles de abstracción en el estudio de la realidad mexicana. Sus obras como sus prólogos, numerosos y extensos, aportan ideas profundas desde la filosofía, la antropología, la sociología o la psicología. El teatro se ha vuelto proceso cognoscitivo para aprehender la esencia del mexicano. Maneja nuevas formas de entender el realismo como documento y como creación. Arte escénico que combina los hallazgos usiglianos con las correspondencias ideológicas y/o técnicas del teatro de Chejov, Ibsen y Shaw.

La atracción de Usigli por el teatro shaviano y la influencia de Enrique Ibsen que se percibe en sus obras tiene su fundamento en la concepción del teatro de Usigli: hacer teatro

implica realizar un estudio crítico de las costumbres y formas de la sociedad; de su pensar, de su sentir; y con esto, el teatro se convierte en un medio excepcional de aprendizaje porque recrea la transformación del hombre y su entorno.

Sin duda, la fascinación por Shaw tiene también su sustento en el carácter irónico y ácido del dramaturgo irlandés, tan parecido al de él. Carácter que no cambia ni con la madurez, ni con las experiencias adquiridas en el extranjero, ni con los golpes que da la vida. Pareciera que estar en el ojo del huracán se le ha vuelto costumbre. Empieza a ser un chiste común: "¿Y Usigli?... ¡Peleado con el mundo!"

Son de esta época, los retratos de Fernando de Ita y de Octavio Paz, descarnados y breves, parecen no hacerle justicia. Para el primero: "un mexicano atípico, hijo de padres extranjeros, autodidacta, conservador, flemático, analítico, moralista, terco, orgulloso, solitario, buen bebedor de whisky, sensual con las mujeres y misántropo con el resto de los mortales." (p. 56) Para nuestro Premio Nóbel: "un señor vestido con elegancia un poco raída, muy inteligente, muy tímido y muy impertinente, a ratos sentimental y otras cínico". (p. 213)

Y, sin embargo, le debemos a Paz uno de los pasajes más esclarecedores de la importancia de la dramaturgia usigliana, espléndida en el tratamiento de esas clases burguesas alta y media que pueblan sus obras y a las que tan bien conoce:

Villaurrutia no percibió las conexiones históricas (Paz se refiere al sentido profundo del ritual del 15 de Septiembre, el Grito: liturgia política impregnada de irrealidad), se dedica a describir un arquetipo que había perdido vigencia. La familia criolla lo había aceptado, a fines de siglo, en el momento de su fascinación por París; la Revolución y la influencia norteamericana habían barrido el modelo francés. En la época en que Villaurrutia escribía ya no era así la familia burguesa mexicana ni sus maneras e ideales eran los que describen sus piezas. La familia mexicana era, y es, más ruidosa y vulgar, más sensual y ávida, más vital e imaginativa. Nadie habla entre nosotros como hablan los personajes de *La hiedra* o de *Parece mentira*, nadie dice "reñir" por "pelearse". Nuestro lenguaje es menos correcto; también es más rico y enérgico. Tampoco Celestino Gorostiza, el otro dramaturgo de *Contemporáneos*, a pesar de sus predilecciones realistas, pudo oír el lenguaje de los mexicanos. El único de esa generación que no sólo lo oyó sino que llegó a recrearlo y reinventarlo, a veces con gran felicidad, fue Rodolfo Usigli. (p. 481)

El conocimiento profundo de la sociedad mexicana no le causará muchas alegrías, más bien le provocará fuertes dolores de cabeza, aunque -en el fondo- casi podríamos asegurar que le divierten. Las muestras se multiplican: El análisis crítico de la idiosincrasia nacional lo logra lo mismo en sus "comedias impolíticas" que en sus "farsas impolíticas", en sus "comedias" a secas que en sus obras antihistóricas. En todas ellas logra un análisis de la esencia mexicana que recorre desde la conquista hasta el segundo imperio, el mundo posterior a la Revolución, las luchas por el poder, la hipocresía de los diferentes estratos sociales, el confrontamiento entre jóvenes y viejos, la descripción del hecho teatral, el machismo; y, sobre esto, iluminando todos los enfrentamientos, se destaca la descripción precisa de la clase media, presente en todas, pero que destaca en

sus comedias *Jano es una muchacha* (1952), *La familia cena en casa* (1942) y de manera sobresaliente en *Medio tono* (1937).

El estreno de esta última provoca un gran escándalo. ¿La razón? El retrato irónico de la clase media mexicana. La Iglesia protesta, se convierte en su detractora, apoyada por un grupo conservador de extrema derecha que lo tacha de inmoral, de cínico y ciego, irrespetuoso de los "principios sagrados" que rigen la moral de la familia y la sociedad mexicanas. Ante tanto ataque por parte de la derecha, la izquierda siempre responde sale en defensa de Usigli y vitorea la obra que muestra "realmente" cómo es la burguesía. Nuestro autor contesta que la izquierda no ha entendido la obra y entonces, como un verdadero mártir, queda a merced de todas las críticas, aunque logra -de manera tangencial, pero logro al fin- unir a dos grupos que por su naturaleza, esencia, intereses y destino son irreconciliables.

Esta escena se repite cuando se estrena *El Gesticulador*, diez años después de haberla escrito (1947). Ahora son los políticos los que se sienten aludidos y reaccionan brutalmente. La Patria peligra porque se ha atacado a las instituciones sacrosantas surgidas al triunfo de la Revolución. Usigli es atacado verbal y físicamente por su antiguo compañero Xavier Villaurrutia y por Salvador Novo. Él defiende su postura contra viento y marea. Tiempo tendrá, mucho tiempo, para que la sociedad mexicana le cobre el verse retratada (retrato hondo y sentido,

pero retrato al fin). Usigli es inteligente, sabe que hacer teatro en México no es nada fácil: además de los conflictos que se generan con los demás dramaturgos y críticos, no tiene la paciencia de hacerse entender por los directores y productores ni para comprenderlos; no existe una cultura teatral en México, y entiende perfectamente que la única clase social que puede comprender sus mensajes es la clase media: sencilla y complicada, profunda y frívola que se percibe de manera nueva -aunque no agradable- en las obras mencionadas anteriormente.

Los conflictos de Usigli parecen no tener fin. Ni la vejez le trae paz. Con Martín Luis Guzmán, apoya al presidente Díaz Ordaz en el conflicto estudiantil del 68. Las críticas a su obra y a su posición política lo postran en una gran depresión que no lo abandonará ya. Para este hombre que sólo quiso ser "un ciudadano de teatro", vayan estas reflexiones como un homenaje a su coraje y a su tenacidad: abatido muchas veces, aniquilado nunca. Sirvan también como una invitación a releer sus obras, sobre todo las primeras, las de la década de los treinta, con la promesa de un descubrimiento inquietante: lo poco que parece haber cambiado la sociedad mexicana de 1935 al presente. Tiempos, estos, de grandes cambios escénicos y transformaciones de decorado -como en la época en que Usigli empezó a transformar el teatro-:

[...] en los países de difícil destino, como México, es preciso abrir el teatro como una herida para que todas las represiones, todos los silencios, toda la inferioridad ambiciosa de una raza en proceso de crearse a sí misma, todos los sentimientos perdidos, corrompidos en la oscura entraña de una nacionalidad entre dos sombras puedan, al fin, respirar por la herida. Cuando exista un Teatro mexicano capaz de expresar a México sin falso pudor y sin color falso, será porque todos los engranes de la maquinaria estén fabricados, puestos y sincronizados en su movimiento. Será porque exista México como una unidad y no como un caos económico y espiritual. (Citado por Vevia: 1990, p. 89)

María Eugenia González Ricaño
ITESM - CCM
División Humanidades
Lenguas extranjeras y Filología
28 / 10 / 2001

Bibliografía

- Ardavin, Carlos X. "Stephen Greenblatt y el nuevo historicismo: una introducción", en *Cuadernos Americanos*, (México, D.F.), núm. 77, septiembre-octubre de 1999.
- Gramsci, Antonio. *Cultura y literatura*. Barcelona, Ediciones Península, 1972.
- Ita, Fernando de. "Un rostro para el teatro mexicano" *Teatro Mexicano Contemporáneo*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1991.
- Pacheco, José Emilio. "Inventario. Rodolfo Usigli: la función Despedida", en *Proceso*, No. 139, México, 2 de julio de 1979.
- _____, "Inventario. Muerte y resurrección de Rodolfo Usigli" en *Proceso*, No. 202, México, 15 de septiembre de 1980.
- Paz, Octavio. *Obras completas IV. Generaciones y semblanzas*. México, Fondo de Cultura Económica, 1994.
- Usigli, Rodolfo. *Corona de sombra. Corona de fuego. Corona de luz*. México, Porrúa, 1994.
- _____, *El gesticulador. La mujer no hace milagros*. México, Editores Mexicanos Unidos, 1992.
- _____, *Teatro Completo I*. México, Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Vevia Romero, Fernando Carlos. *Teatro y revolución mexicana*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 1991.
- _____, *La sociedad mexicana en el teatro de Rodolfo Usigli*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 1990.

Moisés: entre el teatro y la novela

Adriana Jiménez Revorio

Las páginas de nacen en el año de 1924 para su lectura y reproducción teatral; sin embargo, no fue una pieza literaria que gozará del reconocimiento público, pese a que Antonio Caso en el prólogo al libro *Moisés* defiende este drama novelístico como una "obra de arte, en suma, que tanto triunfa en lo moral como en lo estético"¹. Es justamente en la definición de drama novelístico cuando inicia la interrogante. Acaso es ésta una novela mal construida, o bien, esta obra es sólo un intento de drama que no terminó de cuajar y por eso, fue necesario utilizar un término poco común como drama novelístico que describe la mezcla de géneros evidente en esta pieza literaria.

El siguiente artículo tiene como finalidad analizar una especie de género mixto que aparece en la novela *Moisés* de Julio Jiménez Rueda. Para adentrarme en el análisis, partiré de la revisión del teatro y la novela en su definición y función. Después explicaré cómo éstos se presentan en dicha obra y encontrar las diferencias más significativas y descubrir que Julio Jiménez Rueda, al menos en esta obra, decide experimentar con un género mixto tal como lo hace más

¹ Jiménez Rueda, Julio. *Moisés*. México: Editorial Cultura, 1924.

tarde, Carlos Fuentes en *Todos los gatos son pardos* y Elena Garro en *El Árbol*.

Julio Jiménez Rueda nace en la ciudad de México en 1896. Su trabajo como escritor inicia en 1918 con *Cuentos y diálogos* y *Como en la vida*. En 1922, da a conocer *Bajo la Cruz del Sur* y *Tempestad sobre las cumbres*. 1923 fue un año prolífero para Jiménez Rueda, ya que publicó la novela *Sor Adoración del Divino Verbo*, las comedias *Lo que ella no pudo prever* y *La caída de las flores*. Más tarde, publica en 1927 *La silueta de humo* y *Toque de queda* (1928). Publicó libros de investigación como *Historia de la Literatura mexicana*, *Herejías y supersticiones de la Nueva España*. Fue profesor de la UNAM y del IPN, director de la Escuela Teatral (1917-1920), director de la Facultad de Filosofía y Letras (1942-1944 y de 1953-1954) y director del Archivo General de la Nación.

La pieza *Moisés* es de 1924, como ya se dijo, y originalmente fue pensada como una pieza dramática. Según los cánones literarios, al género dramático pertenecen aquellos textos que tiene como fin representar algún episodio o conflicto de la vida de los seres humanos por medio de diálogos de los personajes. Se distribuyen en actos, escenas y/o cuadros. Éstos incluyen indicaciones sobre escenografía, descripciones y movimiento de personajes, sonidos, etc.

En primera instancia, *Moisés* es una pieza literaria que tiene el propósito evidente de representar y denunciar un episodio en el México de la Colonia. El conflicto se desarrolla en una sola línea narrativa: la persecución cristiana a los judíos durante el virreinato, donde se considera que sus dogmas de fe deben ser condenados. Para lograrlo, Jiménez Rueda hace una verdadera parodia de las creencias cristianas, tales como la anunciación del ángel Gabriel a la Virgen María:

Así habló entonces la vieja judía:

- Vide al ángel del Señor que anunciaba la venida del Mesías entre nosotros. Y ha de nacer de una doncella de nuestro linaje que ha de ser circuncidada.
- ¿Cómo puede ser ello, madre? -arguyó un judío joven, malicioso y despierto.
- Arrancándole un trocito de carne del hombro derecho. Si no mana sangre la herida, la doncella elegida será esa. Y tené cierto lo que digo que para mejor proballo el ángel, puso sus dedos en mi carne y aquí tenéis cinco llagas como marca de fuego.

La obra se distribuye en actos o cuadros aunque cada uno de éstos carecen de numeración; sin embargo, se distinguen por los títulos y por el orden cronológico de las acciones. Cada uno de los cuadros presenta un acción distinta enmarcada por las descripciones que sirven como acotaciones teatrales. Por

ejemplo, en el acto titulado "La cámara del tormento" inicia con:

El aposento es reducido y sombrío. La bóveda, e negras nervaduras, está poblada de telarañas. Muros grises, pavimento de ladrillos. Tomen asiento los señores Inquisidores ante la mesa que sostiene un crucifijo y dos candelabros. Parpadean los cirios clavados en ellos.

El reconocimiento explícito del género dramático es la representación dialógica. En esta pieza, los personajes se relacionan y se expresan con los diálogos, pues a través de ellos se refleja la realidad que viven y, en ocasiones, los pensamientos y sentimientos. Como ejemplo, está la escena donde los mendigos conversan en el porche de la iglesia de Santo Domingo:

EL COJO.- Buena copia de judíos entraron ayer por el portón del Santo Oficio.
EL TUERTO.- Apresáronlos mientras celebraban sus horrendas ceremonias.
LA VIEJA DEL BORDON.- Profanaban las hostias consagradas que robaron de nuestros templos...
EL ESTEVADO.- Mezcláronles ponzoñas para envenenar a los sacerdotes.

En una obra dramática hay dos personajes principales: protagonista y antagonista. Ellos luchan entre sí durante el desarrollo de la obra y en el desenlace triunfa uno de ellos.

Así, en *Moisés* las figuras simbólicas de protagonista y antagónica, toman forma colectiva: judíos y cristianos respectivamente, pero los papeles protagónicos son para los judíos Maese Rodrigo Vaez de Rivera, Mencía Núñez de Vargas, Violenta Vaez de Rivera y Suárez, quienes son perseguidos y acusados por los cristianos y sentenciados por la Inquisición. Son éstos los que triunfan después del enfrentamiento como resultado del asesinato de un hombre.

Moisés es una pieza satírica que a través de la ironía lleva a cabo una crítica social. La época histórica en que se desarrolla la historia corresponde a la Colonia, cuando en México predominaba el poder de España, las creencias cristianas. La Inquisición jugó aquí un papel muy importante, pues era la encargada de vigilar la pureza de la religión católica y, por esta misma razón, era proclive a perseguir a los judíos.

Las acusaciones antisemitas que los personajes cristianos reflejan a lo largo de los cuadros, bien pueden ser resultado del momento histórico social de los años donde se ubica el relato: la colonia y el virreinato son pues los factores de partida para el relato de Jiménez Rueda.

El tópico cultural generalizado de que son los judíos como seres inferiores y deben ser odiados por razones religiosas son motivo para la parodia. Jiménez Rueda utiliza

el teatro para exponer el sistema del virreinato y de alguna forma, intenta reivindicar a los judíos a través de la exposición paródica de los mismos victimarios: los cristianos.

No es fortuita la estructura que sigue en esta pieza literaria. Julio Jiménez Rueda deja claro que conoce a los antecedentes del drama y a sus representantes más significativos como Terencio, Séneca y Plauto. El drama de estudio justamente contiene los elementos principales como el episodio fatal y la muerte del protagonista con aspectos cómicos o alegres tales como la fiesta de celebración de los judíos que nuevamente se permea de lo trágico al ser el inicio del tormento de la Inquisición para los judíos:

Maese Rodrigo tomó un banco y azotó con él la cabeza del mancebo. Cerraron los hombres sobre el cuerpo ensangrentado del doncel. El Rabbí, tembloroso, imploraba misericordia. Una mano enarboló un puñal que goteaba en sangre. Violante, blanca como la nieve, había desmayado. En el zaguán los familiares del Santo Oficio golpeaban pausadamente el aldabón...

Jiménez Rueda, al recuperar la historia, deja al desnudo la devaluación social de los cristianos. El teatro es un recurso para dar a conocer un tema tan serio y profundo como la discriminación religiosa y la condenación de los personajes a las torturas y finalmente, a la hoguera.

Por otra parte, *Moisés* puede ser considerada como novela por elementos tales como un narrador testigo que sabe más que los personajes y la organización de la historia. El narrador conoce y describe todo lo que le sucede a los personajes. La historia es narrada de forma lineal.

Bajo la óptica de la novela, esta obra inserta diferentes relatos: el relato de las costumbres judías, el del idilio del Maese Rodrigo, la persecución y condena de los judíos. Al respecto, es acertada la afirmación de Christopher Domínguez sobre *Sor Adoración del Divino verbo*: "es la más "novela" entre las novelas de Julio Jiménez Rueda".² Esta observación sin duda se refiere al hecho de que la obra de Jiménez Rueda se puede considerar como un ejercicio literario en que se manifiesta la búsqueda por descubrir una estructura libre en el que el drama y la novela pudiera coexistir, tal como sucede en *Moisés*.

Según Antonio Caso, *Moisés* es la primera pieza literaria que aparece en México con este linaje mixto. Obras más recientes han intentando este tipo de estructura, pero de forma inversa. *Todos los gatos son pardos* de Carlos Fuentes es una obra literaria que no puede ser clasificada dentro de un mismo género literario. En esta obra elementos de la

lírica, la novela y el drama interviene en las escenas. En el caso de *El Árbol*, la autora creó un cuento cuyas acotaciones y manejo de los diálogos permitió fácilmente dar el salto al teatro.

En *Todos los gatos son pardos* el género narrativo se hace presente a través del narrado cuando se expresa por medio de las largas acotaciones. En éstas se describen todos y cada uno de los detalles de las escenas y del desarrollo de la historia general.

El narrador omnisciente describe un mundo privado, con tono íntimo y hace notar el momento en que Moctezuma se encuentra solo con los augures, en un salón de su palacio. No es una acción que se desarrolle a la luz pública. Esta pieza está dirigida también para ser leída de forma íntima, logra crear en la privacidad es ambiente legendario y coloca al lector en comunicación directa con los personajes.

Por otra parte, los elementos propios del drama, también en *Moisés*, son utilizados: los personajes se presentan por sí mismos, se desarrollan. Y se comunican entre sí a través de los diálogos, de tal modo que, a diferencia de la narración,

² Domínguez Michael, Christopher. *Antología de la narrativa mexicana del siglo XX*. México. FCE. Pág 543.

hay una serie de pautas escénicas que hacen que los personajes narren la historia a modo de representación.

Así, *Todos los gatos son pardos* tiene una función inversa a *Moisés*. Si bien, la primera es una obra de teatro cuya escenificación es muy difícil dada la complejidad del tema y del tratamiento escénico, la segunda fue escrita bajo característica de una novela pero sin seguir el esquema de ésta, por lo que terminó siendo una obra de teatro.

Tanto Jiménez Rueda como Fuentes pueden haber tenido cierto grado de intencionalidad en el momento de creación, ya que en el caso de la obra de Fuentes es una obra teatral con la intención claro de no montarse, pues mezcló extraordinariamente elementos de géneros literarios como exceso de personajes, ambientación, costosa inversión.

Moisés pudiera ser una considerada como una obra que degrada los géneros literarios en el sentido estricto, pero en un sentido más amplio es una obra resultado de la evolución que pretende trascender el género literario. En su momento, provocó una transformación en la exclusividad de la novela para ser leída únicamente, y en el drama para ser interpretado estrictamente.

En resumen, *Moisés* es una pieza literaria que transita en doble sentido entre el relato histórico y el drama satírico, característica que se cita entre los aciertos: estructura creativa, recreación histórica y profundidad temática de esta pieza de Julio Jiménez Rueda.

Bibliografía

Domínguez Michael, Christopher. *Antología de la narrativa mexicana del siglo XX. Tomo I*. México: Fondo de Cultura Económica, 1994.

Fuentes, Carlos. *Todos los gatos son pardos*. México: Editorial Siglo XXI, 1992.

Jiménez Rueda, Julio. *Moisés*. México: Editorial Cultura, 1924.

Promesa. *Doce Mil grandes*. Volumen 12. Enciclopedia Biográfica Universal. México: Editorial PROMESA.

El teatro de Carlos Solórzano: entre la crítica y la creación
dramática

Laura Elena Perales Ortegón

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Catalogar a un escritor para tener una primera certeza sobre su creación literaria puede ser un acierto porque nos permite navegar en aguas seguras para poder analizar su obra, pero en otros casos, como el del escritor Carlos Solórzano, resulta por demás difícil puntualizar su lugar en la historia de la literatura latinoamericana por el complejo proceso que implica su vida y su obra, así como la manera en que estos dos aspectos se entrelazan. En efecto, este escritor guatemalteco ha desarrollado la mayor parte de su actividad intelectual en México, país en el que, a través de su cátedra en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, de la crítica en el teatro y de sus mismas piezas dramáticas, ha llevado a cabo una postura peculiar sobre el quehacer dramático que lo coloca como discípulo de Melpomene en la doble vertiente de crítico y creador.¹

¹ Melpomene es musa de la tragedia en la tradición grecorromana; cfr. *The Oxford Classical Dictionary*, p. 704; el interés de Carlos Solórzano se centra en el género dramático en su conjunto, pero sus obras teatrales se inscriben sólo dentro de la tragedia.

La actividad teatral de Solórzano tiene tres raíces que responden a distintos momentos de su vida: en primer término, su condición de escritor latinoamericano que se manifiesta en su experiencia directa con las costumbres y formas de ser de Guatemala y de México, países que tienen elementos culturales en común y que conforman, en gran medida, el material temático con el cual Solórzano ha trabajado en su obra literaria; en segundo lugar, su formación teatral en Europa, lugar en donde entró en contacto con otras formas culturales y corrientes de pensamiento que después llevó a México y las puso en práctica, tanto en montajes teatrales de autores como Camus, Ionesco, Beckett y Pirandello, entre otros, como en determinadas ideas de carácter filosófico que fusionó al costumbrismo y regionalismo centroamericano, paradójicamente para alejarse de él proponiendo un teatro más abierto y simbólicamente universal; por último, una tercera raíz que se relaciona con su apego al teatro clásico griego. La amalgama de estas tres experiencias se aprecian en la totalidad de sus obras teatrales, tanto en el nivel temático como en el de la escenificación misma, lo que permite observar un plan teatral por parte de Solórzano, donde se pone de manifiesto la evolución de los tópicos que le preocupan, así como de su perspectiva sobre la tarea del dramaturgo.

Así, en principio, se puede decir que la obra de Solórzano responde a un espíritu creativo que concilia diversos tipos de pensamiento, lo cual sirvió para que este escritor tuviera una postura crítica sobre las puestas en escena que abarcaron casi tres décadas de teatro en México, desde los años cincuenta hasta la década de los setenta, tiempo en el que a través de *La Cultura en México* de la revista *Siempre!* y en sus colaboraciones con *La vida literaria* influyó en el modo de hacer y representar las obras teatrales.

La primera raíz de la obra de Solórzano se advierte en los temas que aborda: las tradiciones populares, el poder caracterizado por los personajes de la Iglesia y del gobierno y el problema de la libertad. En el teatro de Solórzano, tales temas aparecen entrelazados, uno lleva a otro de manera natural, porque él plantea sus historias desde la perspectiva de definir la naturaleza del ser humano en nuestros pueblos, en México y en Guatemala, tomando en cuenta su valor universal.

Quizá sea *Doña Beatriz* la pieza trágica que de modo abierto y llano expone la orientación que Solórzano ha dado a su teatro desde el principio.² En efecto, en esta tragedia se

² De hecho, esta es la primera obra llevada a escena por Solórzano en el año de 1952; un año antes escribió *La muerte hizo la luz*, pieza que para este autor no es más que un ensayo.

plantea la problemática de la conquista a partir del modo en que el español se enfrenta a un mundo desconocido, al cual hay que adaptarse para aprovechar las riquezas, y en donde, además, la figura del indígena confronta la ideología de los conquistadores. En efecto, en este drama las pasiones humanas son motivo de un rompimiento entre los mismos españoles, pues, por una parte, la figura del conquistador, representada aquí por Pedro y Jorge de Alvarado, se obstina en dominar las nuevas tierras descubiertas y todo lo que en ellas existe, y, por otra parte, la mujer de Don Pedro, Doña Beatriz, se resiste a la aceptación de este nuevo mundo que, tal vez por su condición femenina le es difícil comprender los fines de la conquista. Para ella es más importante el engaño que sufre como mujer, pues su esposo refrenda su posición de conquistador absoluto con la posesión agresiva y, hasta cierto punto, enfermiza de las indígenas.

Doña Beatriz es un drama histórico en tanto que muestra la manera en que la España conquistadora sucumbe ante la novedad de las tierras conquistadas. Finalmente la intolerancia religiosa, las costumbres prácticamente medievales³ y los valores que Doña Beatriz representa, son

³ Wilma Feliciano define el carácter de Doña Beatriz como *la jerarquía medieval* frente al *vigor renacentista* que representa Don Pedro de Alvarado; p. 579; es en este espectro dialéctico entre el mundo medieval y el renacentista en donde se plantea una ruptura dentro de la misma cultura española.

rebasados por la terca diligencia con la que los conquistadores deben cumplir con su meta. Pedro de Alvarado comprendió que la única manera en que podía sentar sus reales en el Nuevo Mundo era a través de la adaptación rápida y absoluta, del mimetismo de su naturaleza conquistadora con el ambiente saturante de la selva guatemalteca. Pero por encima del drama que viven Don Pedro y Doña Beatriz, el verdadero conflicto se da entre ésta y Leonor, la hija mestiza de Don Pedro, que es símbolo de la unión española e indígena, símbolo que resulta verdaderamente aberrante ante los ojos de la mujer española.

Hay que notar que en esta tragedia el indígena, como personaje, queda en segundo plano; la referencia a él se da de manera oblicua a través del discurso de Doña Beatriz que manifiesta su abierta hostilidad a todo lo que se relacione con el suelo guatemalteco, y en especial con sus mujeres, pues son éstas el motivo de su tragedia:

Beatriz: ¿Qué dices! ¿Tú también? ¿Tú también me vas a echar en cara que no disfrute de un hombre hermoso? Odio esta lujuria desencadenada que exhiben él y sus hombres. Las mujeres indias la resisten porque son como animales...⁴

⁴ *Doña Beatriz*, acto primero, escena primera, p. 36. La numeración de las páginas corresponde a la edición Carlos Solórzano. *Teatro*, México 1992, UNAM.

Para Beatriz, los indígenas son parte de la naturaleza bruta, son otro elemento más del ambiente selvático que ella percibe como un infierno:

Beatriz: *Estamos lejos del mundo. Vivimos en este infierno aislados... Cuando veo llegar los barcos cargados de hombres pienso que estamos en la margen de los muertos y que estos que llegan vienen a hacernos compañía. ¡Qué distinto todo en aquella orilla luminosa, la de los vivos: España!*⁵

Tal vez sea paradójico el hecho de que esta mujer se llamara Beatriz, como la de *La Divina Comedia*, pero su situación es contraria, al no habitar en el paraíso, sino en el infierno, y que, además, ella resulte un elemento emblemático del pensamiento moral y religioso de España. Así, desde esta postura, Beatriz describe su estancia en América como el habitar en el infierno; como el haber dejado las tierras españolas en donde viven seres de verdad. Esta Beatriz a diferencia de la dantesca, sólo pudo alcanzar nuevamente la tranquilidad con la muerte, al dejarse morir ahogada durante una lluvia fuerte y prolongada. El simbolismo mítico y

⁵ Doña Beatriz, acto primero, escena primera, p. 32. Más adelante Doña Beatriz repite esta misma idea al entablar una discusión con Don Rodrigo, su hermano, en torno al posible regreso a España: *Cuando regreses esto te parecerá una pesadilla. Será como llegar al paraíso, viniendo del infierno.* Acto primero, escena cuarta, p. 41.

religioso no puede ser más evidente: el Atlántico es como el Aqueronte o la Estigia, el lecho de agua que separa a los vivos de los muertos; pero también el agua se aprecia, como ya lo señaló Wilma Feliciano,⁶ como *otro motivo mítico*, pues, *lava la sangre de la Conquista y establece el poder absoluto de Dios*. Además, con toda esta visión apocalíptica, Doña Beatriz desarrolla su propio martirologio al describirse como un ser expulsado del paraíso y conducido a soportar vejaciones por parte de su marido, la inconsistencia ideológica de su misma Iglesia y el abandono e incomprensión de Blanca, su dama de compañía, hasta que finalmente ante sus ojos ve a la muerte que la redimirá de todos sus males, al punto de otorgarse a sí misma el título de beata:

Beatriz: *Dadme la felicidad del otro mundo,
¡Señor! Haz que muera para siempre Beatriz "La
Sin Ventura" y que vuelva a nacer en tu seno, la
dichosa, la beatífica doña Beatriz de la Cueva.*⁷

Sin embargo, Doña Beatriz, en el punto justo de su muerte, desmorona el castillo de sus pureza religiosa, de sus valores, pues evita la salvación terrenal y prácticamente se suicida, con lo cual contradice una norma rígida de su Iglesia. Se puede afirmar que el drama de *Doña Beatriz* se

⁶Wilma Feliciano, p. 579

despliega en los parámetros del bien y del mal, los cuales plásticamente se manifiestan en las características de los escenarios que proponen los personajes, y que no son otra cosa que el eco de sus pasiones y de sus sentimientos; este mismo rasgo se presenta, bajo otras circunstancias en *Las manos de dios*.

En efecto, el escenario de Solórzano se torna una paradoja en esta obra a través del planteamiento temático del bien y del mal: por un lado, la ambientación está dada por un fuerte contraste entre la descripción real del pueblo, situación innegable de dominio y sufrimiento, y los elementos mágicos de este mismo ambiente y de sus personajes, sobre todo del Diablo y su enfrentamiento con el Cura; por otro lado la paradoja aparece en que el simbolismo del bien y del mal cambian de rostro, de tal modo que el recorrido escénico de esta obra lleva a la conclusión de que el Diablo representa el bien y el Cura representa el mal.

A mi juicio, parte de la originalidad de *Las manos de Dios* reside en que es una pieza dramática al estilo de los autos sacramentales con rasgos del realismo mágico. Lo anterior debe considerarse como el marco en que Solórzano expone su teoría sobre el bien y el mal. Así, la otra parte original de esta pieza está dada por el simbolismo de los

⁷ Doña Beatriz, acto tercero, escena séptima, p. 91

personajes, la dialéctica que desarrollan entre sí y el intercambio de los conceptos tradicionales sobre el bien y el mal.

Aquí otra vez el personaje femenino es central en el desarrollo de la tragedia y tiene el mismo nombre que en la obra anteriormente analizada: Beatriz. Esta mujer es la síntesis de muchos mitos: es la misma Beatriz dantesca que ayuda a superar al descarriado, su hermano encarcelado es Dante aquí, pero lo es también el pueblo que en última instancia se libera en las acciones de Beatriz; no es gratuito el hecho de que el fanatismo del Cura llegue al grado de que Beatriz sea crucificada y, por lo tanto, adquiera la categoría de mártir. *Doña Beatriz*, la española, tejió su propia corona de sufrimiento para ser digna ante los ojos de Dios. A Beatriz, la campesina, la propia Iglesia es la que, paradójicamente, la eleva a los altares, no del templo, obviamente, sino en el reconocimiento moral de sus actos.

El espíritu prometéico de esta pieza dramática representa la preocupación de Solórzano en torno al problema de libertad, del ejercicio libre de la conciencia y de la posibilidad de que sea el hombre y no una entidad metafísica la que tome las decisiones trascendentales en la vida cotidiana. El Diabolo es un Prometeo en tanto que trata de que

la conciencia nazca en los personajes oprimidos. Beatriz, en términos tradicionales, es tentada por el Diablo para que se rebele en contra de la "razón" que representa el Cura y la Iglesia. Como sucede en el mito tradicional sobre el espíritu prometéico, el Diablo quiere que los hombres tengan el conocimiento verdadero; así, su interés no es apoderarse del alma de Beatriz ni de ningún otro personaje, porque el alma no puede tener más dueño que uno mismo, sino alcanzar justamente lo contrario: que los hombres, Beatriz específicamente, se den cuenta de que son dueños de su alma y que ésta es libre por naturaleza:

Diablo: Es natural: a mí sólo pueden verme los que llevan la llama de la rebeldía en el corazón, como tú (sic. Beatriz). Los que tienen miedo no pueden verme. Tan pronto aparece el arrepentimiento, no me ven más.⁸

El agón que sostienen el Diablo y el Cura marca el proceso mediante el cual los contenidos significativos de estos personajes se invierten: por una parte, Beatriz se da cuenta de que el Diablo no responde a lo que la tradición le señala, tanto en el aspecto físico como moral, pues se trata de un ser que *tiene los ojos bondadosos*, no tiene cuernos que

⁸ *Las manos de Dios*, primer acto, escena sexta, p. 169

apuntan contra el cielo ni cola inmensa que se le enreda entre las piernas al andar y, al contrario es alegre y viste bien; en el plano moral, es el Diablo el que permite a los hombres descubrir las injusticias que se cometen en el nombre de Dios; por otra parte, el Cura simboliza al Amo que no tiene nombre ni rostro, pero que tiene su séquito de guardianes que deben mantener el orden.

El eco camusiano⁹ sobre el tópico de la libertad encontró buena resonancia en *Las manos de Dios*, porque el manejo simbólico que hace Solórzano otorga al mito del Diablo las características de un héroe prometéico. *El hombre rebelde* de Albert Camus se haya sintetizado en el drama que vive Beatriz. A partir de las limitaciones de su contexto, Beatriz comprende, gracias al Diablo, que la libertad no sólo está en en la cuestión física -el encarcelamiento injusto de su hermano-, sino también en la posibilidad de que el hombre pueda ser el verdadero dueño y responsable de sus actos. Así, Solórzano concibe en el personaje de Beatriz la rebeldía propia de una Antígona que se rebela contra la voluntad del tirano, al enarbolar la validez de la costumbre por encima de las leyes creadas por las instituciones y que contradicen el espíritu natural de los hombres.

⁹ Solórzano mantuvo contacto con Albert Camus e intercambiaron puntos de vista sobre temas y puestas en escena. En una carta de Camus a Solórzano,

La libertad es nuevamente el centro de atención en otra pieza dramática titulada *Los fantoches*. Aquí, el escenario tradicional de la quema de los Judas es el motivo para darle vida a las figuras artesanales que serán sacrificadas a través del fuego como parte de la ceremonia de la Semana Santa. *Los fantoches* son muñecos que representan a los seres prototípicos de nuestros pueblos: El Joven, El Viejito Avaro, El Cabezón, La Mujer, El Artista y, evidentemente, El Judas. Pero fantoche también da la idea de falso, de sobreactuado, de una persona que no se presenta de manera natural. Así, en tanto representaciones populares, los fantoches evidencian su forma de ser, su vida plana, sus características "humanas" a la manera de una fábula, pues imitan los vicios y virtudes del hombre, hasta que El Cabezón, que es el inteligente de este grupo de fantoches se percata del fin que les espera: ser devorados por el fuego en una suerte de rito y sacrificio.

Los fantoches viven aprisionados no sólo porque dependen de la voluntad de quienes los crean y porque su destino está más que señalado, en este caso por una niña que representa a un demonio con rostro infantil, sino también porque su forma de ser es una especie de cárcel que no les permite reconocerse como seres libres. Para Solórzano, la libertad

se aprecia el interés del primero por la preparación del montaje de *Les*

sería la posibilidad de que el hombre descubra que ésta nace del interior y no depende de modo exclusivo de las reglas externas que, no hay que olvidarlo, son creación del mismo hombre.

La tragedia humana en las obras de Solórzano nace del interior de los propios personajes; no son las evidencias psicológicas o sociológicas las que de modo tajante y unívoco determinan la acción de los personajes. Una de las virtudes del teatro de Solórzano estriba en que recupera la visión griega en donde los agones no sólo se dan entre los distintos personajes, o entre estos con los coros, en tanto conciencia o guía suprema, sino también dentro de la dimensión del mismo hombre que lucha entre lo que quiere ser y lo que debe ser. La confrontación de los valores tradicionales y aquellos que se etiquetan como rebeldes no termina en la aniquilación de unos u otros, sino que debe ayudar al hombre a superar sus limitaciones ideológicas. A final de cuentas, el teatro siempre será un medio de catarsis y de llevar a escena la confrontación de ideas a través de los personajes, y como sucede en *Los fantoches*, el espectador debería permitir que *su envoltorio* (nuestro cuerpo) *se desbaratara y...arrastrara como un incendio voraz y aniquilador*: el teatro.

Justes en México, dirigida por el dramaturgo guatemalteco.

Biblio-hemerografía

- AA. VV. *The Oxford Classical Dictionary*, Oxford 1970, Oxford University Press
- Del Río, Marcela. "Carlos Solórzano: ¿teatro de minorías?", en *La Vida Literaria* 12,1 (1971), pp. 19-20
- Feliciano, Wilma. "El mundo mítico de Carlos Solórzano", en *Revista Iberoamericana* vol. LVII, núm. 155-156 (1991), pp. 577-588
- Mendoza López, Margarita. "El teatro mexicano: ¿ha traspuesto las fronteras?", en *La Vida Literaria* 14,2 (1971), pp. 16-23
- Solórzano, Carlos. *Teatro*, México 1992, UNAM
- . *El teatro hispanoamericano contemporáneo*, México 1964, Fondo de Cultura Económica
- . *Testimonios teatrales de México*, México 1973, UNAM
- . "Teatro latinoamericano actual", en *La Vida Literaria* 22-23 (abril-mayo 1972), pp. 3-5
- . "La renovación y la aventura", *La Vida Literaria*

Estudio dilatométrico de la precipitación en una aleación Al-Mg-Si-Cu

José Luis Ortiz y Vicente Amigó • Campus Querétaro y Universidad Politécnica de Valencia

The effects of heat released during fill on the deflections of die casting dies

Horacio Ahuett-Garza y R. Allen Miller • Campus Monterrey y Ohio State University

Determinación de parámetros de simulación para el proceso de fundición de aluminio a baja presión

y Mario A. Martínez Hernández, Luz del Carmen Ramírez Berriel, Carlos E. Esparza Garcés • Campus Monterrey y Nematik, S.A.

Mezclas asfálticas antiderrapantes como solución a las superficies de rodamiento del área metropolitana de Monterrey

Carlos Humberto Fonseca Rodríguez y Vinicio A. Serment Guerrero • Campus Monterrey y Secretaría de Comunicaciones y Transporte de Nuevo León

Producción durante un proceso de degradación con peróxido de compósitos de polipropileno reforzados con fibras de carbono formadas por deposición de vapor

Jaime Bonilla, Carlos Cárdenas, Luis Rey Assem y Héctor Silva • Campus Monterrey

Producción y caracterización de metil-ésteres para su uso en motores diesel a partir de mezclas de aceites con un contenido variable de aceite de coco

José Luis Sánchez y Oliver Probst • Campus Monterrey

Siguiente

Un nuevo indicador del error basado en esfuerzos para problemas elastoestáticos en tres dimensiones

José Carlos Miranda Valenzuela y Karim Heinz Muci Küchler • Campus Toluca y Universidad de Detroit Mercy, EEUU

Desarrollo de una metodología para determinar la factibilidad de manufactura de nuevos productos

Ricardo Mejía, Joaquín Aca y Arturo Molina • Campus Monterrey

Tecnología mexicana de CNC para la modernización de la planta productiva de la micro, pequeña y mediana industria metal-mecánica de países en vías

Miguel de Jesús Ramírez Cadena y Arturo Molina Gutiérrez • Campus Monterrey

Evaluación de tiempo en operación de fresado de alta velocidad-modelo mecanístico para partes prismáticas

Manuel Morreal y Ciro A. Rodríguez • Campus Monterrey

Anterior

ESTUDIO DILATOMÉTRICO DE LA PRECIPITACIÓN EN UNA ALEACIÓN Al-Mg-Si-Cu

José Luis Ortiz, Vicente Amigó

En este trabajo de investigación se ha estudiado el comportamiento durante el proceso de endurecimiento por precipitación de una aleación Al-Mg-Si-Cu procesada por extrusión de polvos, con una composición química cercana a la designación de la *Aluminum Association* AA6061, después de haberse sometido a un tratamiento de solubilización y temple (T1). Se da un seguimiento de las transformaciones microestructurales que se presentan durante la precipitación de la aleación mediante diferentes técnicas tales como Microscopía Electrónica de Transmisión (MET), Calorimetría Diferencial de Barrido (CDB), Dilatometría Diferencial y Microdureza. Se ha determinado la relación entre los comportamientos dilatométrico y CDB, lo cual corrobora los mecanismos de precipitación en estas aleaciones, las cuales tienen gran aplicación en los sectores automotriz y aeronáutico.

Palabras clave: Aleaciones de Aluminio, Envejecimiento, Dilatometría, Calorimetría Diferencial de Barrido, Consolidación de Polvos.

1. Introducción

Las aleaciones Al-Mg-Si (serie 6XXX) son envejecibles y generalmente se someten al tratamiento de envejecimiento artificial para desarrollar resistencias adecuadas. La respuesta al proceso de envejecimiento de estas aleaciones es muy importante, ya que de un tratamiento térmico adecuado depende su mejor relación costo/desempeño. De aquí que un adecuado control del proceso de precipitación sea crítico para producir prestaciones óptimas. Este grupo de aleaciones ha motivado un gran número de investigaciones; sin embargo, debido a la complejidad del proceso de precipitación y a las dificultades experimentales en el análisis del fenómeno en este sistema, el tema aún se encuentra en controversia.

En un estudio relativamente reciente [1] se ha propuesto que la secuencia de precipitación en este grupo de aleaciones es:

Solución sólida → "clusters" de átomos de Si → Zonas GP I → Zonas GP II/ β " → β' → Mg_2Si (β).

Sin embargo existe todavía confusión relativa al proceso de "aglomeración" o "formación de *clusters*" inicial y la composición de los precipitados intermedios. También existe evidencia de que se forman otros precipitados además de los mencionados anteriormente [1, 2, 3].

Dr. José Luis Ortiz. Profesor, Departamento de Ingeniería Mecánica e Industrial, ITESM Campus Querétaro, jlortiz@campus.gro.itesm.mx

Dr. Vicente Amigó. Profesor investigador, Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universidad Politécnica de Valencia, yamigo@mcm.upv.es

Se ha propuesto la aglomeración de los átomos de soluto a fin de explicar las observaciones indirectas de la reacción de precipitación que ocurre inicialmente en la secuencia de envejecimiento; la reacción libera calor, que puede detectarse empleando técnicas de análisis térmico, ya que se producen picos exotérmicos a temperaturas que se encuentran en el rango de $\approx 20^{\circ}\text{C}$ a 120°C [3,4] que también alteran la resistividad eléctrica del material en estos intervalos de temperaturas [1]. *Dutta y Allen* [1] han propuesto que estos efectos se deben a la aglomeración de átomos de silicio. Sin embargo, esto no concuerda con las observaciones hechas en aleaciones Al-Si, en las que no se presentan ni picos exotérmicos ni incrementos en la resistividad eléctrica [1, 3]. Es más plausible suponer que los átomos de Mg se mueven hacia los *clusters* de átomos de Silicio que se forman inmediatamente después del temple, produciendo de esta forma los efectos térmicos y de resistividad observados [3]. Se piensa que en las aleaciones Al-Si, en las que no aparecen ni picos exotérmicos ni cambios en la resistividad en estos intervalos de temperaturas [3] que los átomos de silicio acompañan a las vacancias cuando éstas condensan inmediatamente después del temple [1] y que es similar al proceso que se presenta en las aleaciones Al-Mg-Si. *Gupta y Lloyd* [3] han propuesto que los picos exotérmicos pueden de hecho consistir en dos picos traslapados, indicando la presencia de una reacción de precipitación secundaria.

También existen incertidumbres relativas a la siguiente etapa de precipitación. Así *Smith* [3], y *Cordier y Gruhl* [3], mencionan precipitados de forma esférica, mientras que *Dutta y Allen* [1] estiman que la morfología no puede resolverse. Estos autores designaron a estos precipitados como zonas GP I aunque no existe evidencia a la fecha de que se haya resuelto la estructura cristalina de estos precipitados, por lo que su composición y estado de sus aglomeraciones iniciales aún se desconoce.

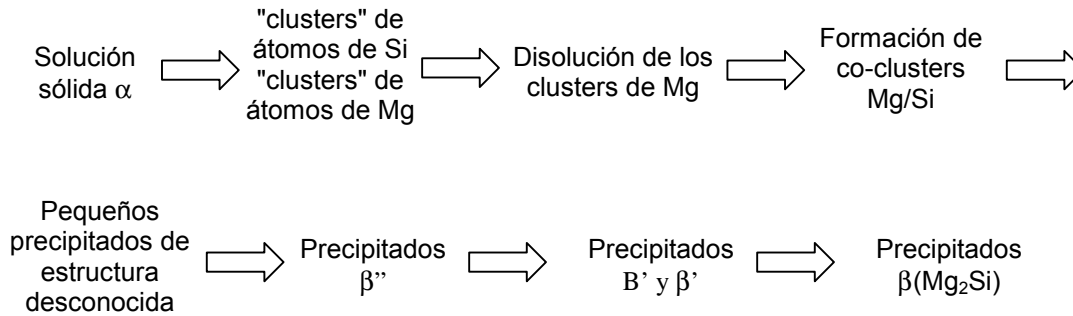
El precipitado β'' ha sido objeto de mucho interés en la investigación debido a que se encuentra asociado a valores máximos de dureza durante la precipitación. Estos precipitados, que son de forma acicular y se encuentran alineados a lo largo de los planos $\{100\}$ de la matriz, se descubrieron inicialmente mediante análisis de difracción de rayos X [1] y fueron observados posteriormente por MET [1, 3], sus longitudes se encuentran en el rango de 20 a 100 nm. Tienen un diámetro aproximado de 6 nm [1]. Este precipitado es el predominante en los picos máximos de dureza de las aleaciones envejecidas. Se han propuesto varias estructuras cristalinas para β'' ; por ejemplo, monoclinica con $a = c = 0.616$ nm, $b = 0.71$ nm y $\beta = 82^{\circ}$ [1] o hexagonal, con $a = 0.705$ nm y $c = 0.405$ nm [1].

En la secuencia de envejecimiento, el siguiente precipitado en aparecer es β' , que tiene forma de bastón o barra y se alinea a lo largo de las direcciones $\langle 100 \rangle_{\text{Al}}$ [1]; su estructura ha sido determinada por *Jacobs* [1] y es hexagonal con $c = 0.705$ nm y $a = 0.405$ nm. Se han hecho estudios de la composición de esta fase, pero no se han tenido resultados contundentes. Mientras que *Linch et al.* [1] empleando Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS) determinaron una relación atómica Mg/Si mucho menor que 2/1 en la fase en equilibrio y posiblemente tan baja como 0.44. *Matsuda et al.* [1] empleando la misma técnica obtuvieron una relación Mg/Si de 1.68.

Se han observado algunos otros precipitados intermedios que se forman conjuntamente con β' [1]. Uno de ellos se conoce como B' el cual tiene una estructura cristalina que puede ser hexagonal con $a = 0.405$ nm y $c = 10.4$ nm u ortorrómbica centrada en las caras basales con $a = 1.8$ nm, $b = 1.04$ nm y $c = 4.05$ nm. B' tiene forma de cinta con secciones transversales rectangulares y se desarrolla a lo largo de las direcciones $\langle 100 \rangle_{\text{Al}}$. Un precipitado del tipo C se ha observado también mediante Microscopía Electrónica de Alta Resolución (HREM) [1]; sin embargo, no se ha determinado a la fecha la composición de esta fase.

La fase Mg_2Si en equilibrio se forma como plaquetas sobre los planos $\{100\}_{\text{Al}}$ [1], su estructura cristalina se ha caracterizado como la FCC de la antilfluorita con un parámetro de red $a = 0.639$ nm. Este precipitado contribuye muy poco al endurecimiento de las aleaciones Al-Mg-Si [14].

Recopilando los resultados anteriores, *Edwards et al.* [1] han propuesto recientemente, la siguiente secuencia de precipitación en las aleaciones Al-Mg-Si:



El aluminio no presenta transformaciones alotrópicas en la gama de temperaturas correspondientes al estado sólido. Sin embargo, en el caso de las aleaciones Al-Mg-Si-Cu como la empleada en este estudio, la evolución de las fases precipitadas durante el proceso de envejecimiento produce variaciones dimensionales que pueden cuantificarse, sobre todo el valor del Coeficiente Lineal de Expansión Térmica (CET o α). Se han estudiado, entonces, variaciones en la pendiente de las curvas alargamiento-temperatura. Dado el bajo porcentaje de Mg_2Si en estas aleaciones, estas tendencias no son muy acusadas, sin embargo es posible reconocer las temperaturas a las que se dan las transformaciones de fase en el estado sólido en función de la evolución del valor del CET [5].

2. Metodología

Los polvos de aleación de aluminio empleados en este trabajo fueron suministrados por The Aluminium Powder Co. Ltd. de Midland, Inglaterra. La composición química en porcentajes en peso fue: Fe: <0.2, Si: 0.65, Cu: 0.87, Cr: 0.23, balance: Al. Su tamaño máximo de partícula es de 75 μm . La Figura 1 muestra una fotomicrografía de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) del polvo atomizado con forma redondeada. La materia prima se sometió 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. Estas preformas fueron extruídas 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. El acabado superficial obtenido fue terso, además se obtuvo fina y escasa porosidad (Figura 2). Para la evaluación del comportamiento calorimétrico, a partir de estas varillas extruídas se cortan muestras cilíndricas de 1 mm de espesor con el fin de obtener un peso aproximado de 52 mg, con una cortadora de precisión.

Las muestras fueron depositadas en cápsulas de grafito, al igual que la muestra de referencia consistente en aluminio con 99.998% de pureza. Se realizaron ensayos preliminares con el fin de evaluar el efecto de la velocidad de barrido en la resolución de la curva CDB, para tal fin se emplearon 5, 10, 20 y 40 °C/min., encontrándose una mayor definición de los picos de las gráficas de Flujo térmico vs. Temperatura cuando la velocidad de barrido era de 20°C/min.

En el análisis CDB se emplearon los siguientes parámetros:

- Velocidad de barrido: 20 °C/min.
- Temperatura de inicio del barrido: 60 °C,
- Uso de línea base para compensar el error del instrumento.
- Uso de muestra de referencia (Aluminio con 99.998% de pureza).

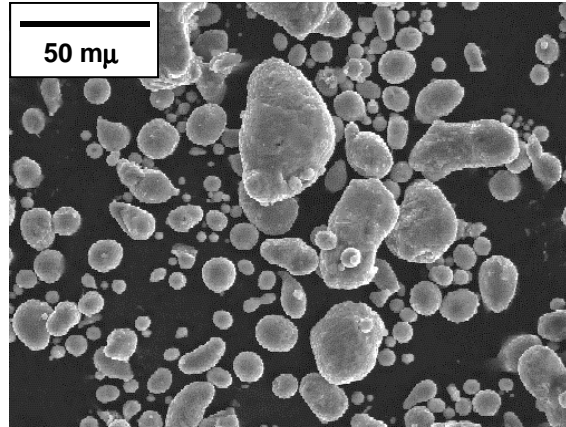


Figura 1. Polvo de aleación de aluminio empleado en este trabajo (MEB).

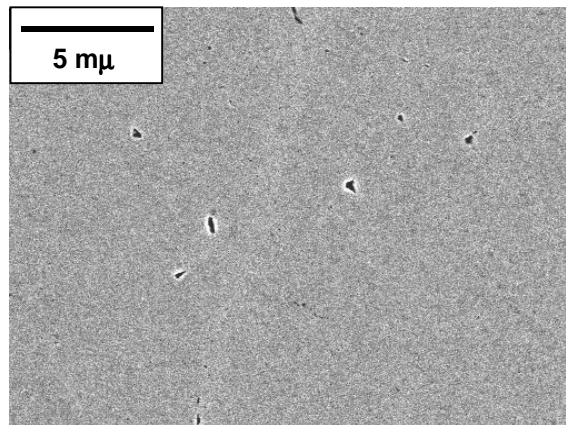


Figura 2. Sección transversal de la varilla extruída (MEB).

Se realizaron barridos completos en cinco muestras con tratamiento T4 (Solubilizadas a 530°C por 90 minutos y templadas en agua a 22 °C). El gas de purga y protección empleado fue Argón, mantenido a una presión de 0.2 MPa, la refrigeración del equipo se realizó en circuito cerrado por medio de una unidad independiente que mantenía la temperatura del agua destilada del circuito a 25 °C. Para la presentación gráfica de las curvas de barrido CDB se limitó el intervalo de temperaturas de 150 a 400°C, que es el intervalo que cubre la formación de los precipitados de interés.

El análisis dilatométrico se llevó a cabo en un dilatómetro con barra de empuje horizontal. La determinación de los cambios de longitud fue de acuerdo con la norma DIN 51045, con un rango de medición de -150 a 1550°C. Se emplearon cinco especímenes cilíndricos de 5 mm de diámetro y con longitudes de 24.75 mm logradas mediante corte con hilo diamantado.

Se estableció el siguiente ciclo en el programa del dilatómetro:

- Temperatura inicial: 30 °C
- Temperatura final: 530 °C

- Velocidad de Calentamiento: 20 °C/min
- Velocidad de adquisición de datos: 2 puntos/°C.

Se midió Microdureza Vickers (carga: 500 g, tiempo: 15 s) en muestras en las que se detuvieron los barridos CDB desde 150°C hasta 400°C en intervalos de 10°C, a fin de analizar el comportamiento Microdureza Vickers vs. Temperatura.

Los especímenes para MET se prepararon a partir de las muestras usadas en CDB, mediante electropulido por chorro de electrolito (Jet Electropolishing Unit). El electrolito utilizado fue una solución de etanol absoluto y de ácido nítrico (20% en volumen), a una temperatura de -20°C. Aplicando un potencial de 15V se produce una intensidad de corriente de 35-50 mA, de acuerdo a las características de la muestra y condiciones de uso del electrolito. Con estas condiciones los tiempos de perforación de las muestras, como producto del adelgazamiento, oscilaron entre 2 y 5 minutos.

3. Resultados y Discusión

La Figura 3 muestra la relación entre la curva de variación del coeficiente de expansión térmica α y las curvas de CDB para el material analizado; en la que se observa que los picos exotérmicos de formación de las fases β'' y β' coinciden con una disminución clara del valor de α .

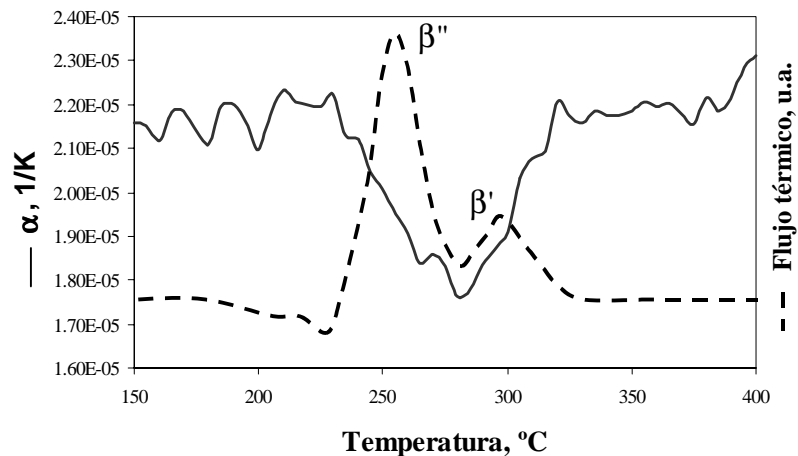


Figura 3. Correspondencia entre la curva dilatométrica y la curva CDB para la aleación de aluminio analizada.

A medida que se van formando los precipitados coherentes, aumentan las tensiones en el material como resultado de las microdeformaciones, lo que hace disminuir la tendencia en la expansión del material, ya que los esfuerzos generados disminuyen la dilatación alrededor del precipitado. Una vez formados los precipitados incoherentes, su efecto sobre el endurecimiento es mínimo ya que no son capaces de originar acumulación de esfuerzos (deformaciones) en su contorno y el material recupera su tendencia dilatométrica.

Mientras que las curvas de CDB presenta dos picos, como consecuencia de la presumible transformación cristalográfica de los precipitados β'' y β' , en el caso de la gráfica T vs. CET solamente se aprecia un pico de mayor anchura que cubre prácticamente el mismo intervalo de temperaturas, cuyo mínimo es coincidente con el mínimo generado por los dos picos exotérmicos de la curva CDB, lo que

nos indica que el máximo nivel de esfuerzos se presenta a esta temperatura, una vez que se ha formado completamente el precipitado coherente β'' ($T \sim 280^\circ\text{C}$), al iniciarse la formación de β' hay una pérdida gradual de la coherencia y como consecuencia del nivel de tensiones internas acumuladas, iniciándose al mismo tiempo la recuperación de CET hasta llegar a un nivel similar al que tenía antes de iniciarse el proceso de precipitación.

4. Conclusiones

La relación entre las curvas CDB y de variación del Coeficiente de Expansión Térmica es de interés particular en el estudio de los procesos de precipitación de aleaciones de aluminio, ya que su análisis corrobora la correspondencia entre los picos exotérmicos CDB con los precipitados β'' y β' respectivamente. Estudios similares pueden aplicarse en el análisis de los mecanismos de precipitación de otras aleaciones.

5. Referencias

- [1] G.A. Edwards, K. Stiller, G.L. Dunlop y M.J. Couper, The Precipitation Sequence in Al-Mg-Si Alloys, *Acta Materialia*, 46, 1 (1998), pp. 3893-3904.
- [2] K. Matsuda, Y. Uetani, H. Anada, S. Tada y S. Ikeno., en *Aluminium Alloys: Their Physical and Mechanical Properties, Vol. 1*, Norwegian Institute of Technology and SINTEF Metallurgy, Trondheim (1992), p. 220.
- [3] A.K. Gupta y D.J. Lloyd, en *Aluminium Alloys: Their Physical and Mechanical Properties, Vol. 2*, Norwegian Institute of Technology and SINTEF Metallurgy, Trondheim (1992), p. 21.
- [4] T. Das, P.R. Munroe y S. Bandyopadhyay, The Effect of Al_2O_3 Particulates on the Precipitation Behaviour of 6061 aluminium-matrix composites, *Journal of Materials Science*, 31 (1996), pp. 5351-5361.
- [5] J. L. Ortiz, Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Valencia (2000).

The effects of heat released during fill on the deflections of die casting dies

Horacio Ahuett-Garza

Centro de Diseño e Innovación de Productos
Campus Monterrey

R. Allen Miller

IWSE The Ohio State University

Abstract

The quality of a die casting is determined to a great extent by the mechanism of cavity fill. The evolution of this process has received attention both in industry and in the literature. Because of its effect on the cost of a numerical simulation, the question of whether or not the filling stage can be assumed to take place under isothermal conditions needs to be answered. This article presents relations that can be used to establish conditions under which heat release may be significant. In order to put the effect of assuming isothermal fill conditions in context, the effects of heat released during fill on the magnitudes of die casting die deflections are introduced and discussed.

Introduction

In the die casting process, non-ferrous parts of complex geometry are mass produced to near net shape. Aluminum, Magnesium, Zinc and Copper alloys are commonly used in this process. Products range from small valve fittings and housings to large transmission casings. Die castings generally provide structural support of some form and in many cases must meet permeability requirements. Dimensional stability and porosity are two determining factors in the quality of a die casting.

Thin walls are a common geometric feature of die castings. To a great extent, the nature of the process is determined by this characteristic. For example, relatively short solidification times, of the order of one minute, are usually observed. The thinnest regions of the casting solidify much faster, in as little as a few hundredths of a second [1].

To prevent the solidification mechanisms from hindering metal flow into the cavity of a die, short fill times are required. Fill times range in the order of hundredths of a second. Under these conditions, flow regimes at the gate are in the range of turbulence. Jet and atomized flows are not uncommon and even recommended for certain applications [2].

The use of computer simulation codes to improve the quality of the process has received some attention in the industry [3]. However, there are doubts about the ability of available

codes to model die casting conditions [4]. In particular, the prediction of fill patterns typically relies on gross simplifications to make the problem tractable. The most common simplification is the so called “instant fill assumption”, which establishes that due to the extremely short fill times encountered in die casting, there is no heat released during the stage of cavity fill [5]. Clearly, this assumption inhibits the ability to predict problems such as cold shuts.

Lately, there has been an interest on the effect that the instant fill assumption has on the prediction of temperatures of the die [6]. In particular, there is a need to establish the conditions under which heat released during fill cannot be ignored. This article introduces relations that predict conditions under which heat released during fill may be significant. In order to put the importance of this issue in context, the effects of heat released during fill on the magnitudes of die casting die deflections are introduced and discussed.

Coupled heat and fluid flow

Numerous studies have looked at the process of cavity fill in die casting [6-17]. The basic mathematical formulation of such mechanisms under isothermal, non-turbulent conditions was presented by Eckert [5]. This formulation consists basically of the continuity equation

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$-k \frac{dT}{dn} = h(T_d - T_1) \dots\dots\dots (10)$$

plus the Navier Stokes equations

$$\begin{aligned} \rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) &= -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \\ \rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) &= -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \\ \rho \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) &= -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \end{aligned} \dots\dots\dots (2)$$

with boundary conditions

$$u = v = w = 0 \dots\dots\dots (3)$$

and

$$\frac{\zeta}{r_1 + r_2} = p \dots\dots\dots (4)$$

respectively at the surface of the cavity and the free surface of the flow. In order to calculate the flow of heat during fill, the energy equation needs to be added to the system. Within the liquid:

$$\rho c_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} \right) = k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \dots\dots\dots (5)$$

and through the die:

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \dots\dots\dots (6)$$

Energy balance at the interface solid-liquid within the fluid is defined by

$$\rho H \frac{\partial S}{\partial t} = k \frac{\partial}{\partial n} (T_l - T_s) \dots\dots\dots (7)$$

with initial conditions

$$T_l = T_i \text{ where } T_i > T_{\text{liquidus}} \dots\dots\dots (8)$$

and boundary conditions

$$\frac{\partial T}{\partial n} = 0 \dots\dots\dots (9)$$

at the liquid/air and solid/air interfaces and

at the liquid/die interface. In view of the process of forced convection, the system 5-10 can be solved after the system 1-4 is solved, that is, these systems are uncoupled.

In the presence of turbulence, corrections must be made to the aforementioned equations. In the classical approach, the time averaging operation :

$$\bar{f} = \frac{1}{p} \int_0^p f dt$$

where f represents the variable in question, is used to decompose the actual flow variables into a mean plus a time-dependent fluctuation [18]. The introduction of this approximation to the previous formulation generates more unknowns. For example, in a two dimensional flow in a boundary layer the unknowns u'v' and v'T' are generated in the Momentum and Energy equations, giving the system:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} &= 0 \\ \bar{u} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu}{\rho} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} - \overline{u'v'} \right) \\ \rho c_p \bar{u} \frac{\partial \bar{T}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial y} \left(\alpha \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} - \overline{v'T'} \right) \end{aligned}$$

Solution of this system may be obtained only after two more equations are introduced, a process know as turbulence modeling.

An accurate description of the filling processes in die casting is not a straight forward task. Modeling cavity fill requires the prediction of the transient, hydrodynamic behavior of a fluid in a regime that often surpasses the onset of turbulence while releasing heat. The fluid itself is a combination of solid particles suspended in a liquid that in some microscopic regions may flow through a partially solidified grid (mushy zone). At a macroscopic level, molten metal must displace air as it flows into the cavity. The air pressure varies as a function of both its temperature and the rate at which it is evacuated from the cavity. Analytical solution of these systems of equations under typical die casting conditions is practically impossible. The alternative is to look for numerical solution of

these equations. Even with this approach, the task is extremely challenging. The specific issues that must necessarily be faced when trying to obtain a solution, are:

- the inherent difficulty in solving the Navier Stokes equations, particularly the problems associated with the non linear convective terms of the momentum and energy equations;
- the need to provide a time averaging solution of the equations in the turbulent regime.
- the need to predict fill fronts simultaneously with other primary variables: velocity, pressures, etc., in a three dimensional space;
- the iterative nature of the numerical process needed to solve the transient problem.

In view of these problems, it is not surprising that important simplifications are made to make the problems tractable.

Heat released during fill

The mechanisms of post cavity fill heat conduction in die casting have been analyzed in several studies [9, 19-25]. With a scale analysis, Eckert [5], concluded that the ratio of t_s , the time scale for solidification, to t_c , the time scale for conduction within the die, is given by:

$$\frac{t_s}{t_c} = \frac{H_{Al}}{c_{p-Die} \Delta T_{Al-Die}}$$

typical values of these parameters in a typical die casting operation are:

$$H_{Al} = 390,000 \text{ J/kg}$$

$$c_p = 590 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 350 \text{ } ^\circ\text{C}$$

where ΔT represents the characteristic temperature difference between die and molten metal. From this equation:

$$\frac{t_s}{t_c} = 1.9$$

or the time scale for conduction is of about the same order of magnitude as the time scale for solidification. This fact illustrates the point that the heat transfer characteristics of the die do not hinder the solidification process. Instead, die casting belongs in the class of processes whose solidification time is governed by the characteristics of the interface between molten metal and die [26]. Thus, the amount of heat

released during fill depends on the heat transfer characteristics of this interface.

Through a scale analysis, the conditions under which heat released during fill is significant can be established to a first order of magnitude. Referring to Figure 1, maximum heat release occurs at the moment when the stream fills the cavity's cross section. Once this occurs, it is reasonable to assume that all heat released by the casting is absorbed by the die through the interface's finite conductance. If metal solidifies across this thickness, a cold shut will occur.

Field observations have shown that a significant amount of solidified material is present as the flow fills the cavity. Similarly, field reports indicate that a thin layer of solidified metal forms rapidly as the cavity fills [2,7,10]. The implication is that superheat is greatly reduced by the time the cavity fills, and the dominant source of thermal loads is the latent heat. It follows that, for solidification to occur, the total heat transferred into the die per unit area is given by:

$$\rho H \frac{\partial S}{\partial t} = h(T_{Al} - T_{Die}) = h\Delta T$$

where S is the length of solidified metal measured from the casting-die interface, H is the latent heat of the solidifying material and h is the thermal resistance of the interface. Solving for S :

$$S = \frac{h\Delta T}{\rho H} \int_0^{t_s} dt$$

Assuming that the time scale for solidification is defined as the time in which the solidification front reaches the middle of the casting (refer to Figure 1), then :

$$s = \ell/2$$

Where ℓ is the thickness of the part¹

$$t_s = \frac{\rho H \ell}{2h\Delta T}$$

the time scale for fill is given by

$$t_f = \frac{L}{V}$$

¹ Given that this is a scale analysis, this parameter may also refer to the average thickness of the part, or the smallest thickness of the part, when there are significant differences between the smallest and largest thickness.

where V is a measure of the velocity with which the cavity is filled and L is the length from the gate to the farthest point in the cavity. Finally

$$\frac{t_s}{t_f} = \frac{\rho H \ell V}{2Lh\Delta T}$$

Typical values for aluminum die casting are:

$$\begin{aligned} \rho_{Al} &= 2570 \text{ kg/m}^3 \\ h &= 40,000 \text{ W/m}^2\text{-}^\circ\text{C} \\ H &= 390000 \text{ J/kg} \\ \Delta T &= 350 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

or

$$\frac{t_s}{t_f} \cong \frac{\ell}{2} \cdot \frac{70}{t_f}$$

It would be expected that heat released during fill would not be significant as long as $\frac{t_s}{t_f} \geq 10$,

which requires

$$\frac{\ell}{t_f} \geq \frac{2}{7} \quad \text{Relation (1)}$$

where ℓ is in meters and t_f is in seconds. In this case, the fill time is at least an order of magnitude faster than the time required for solidification. In other words, for all practical purposes a thermal analysis can assume that the molten metal does not lose heat as it flows into the cavity. As a corollary, fill should proceed without thermally induced problems (such as

cold shuts) whenever $\frac{t_s}{t_f} \geq 1$ or

$$\frac{\ell}{t_f} \geq \frac{1}{35} \quad \text{Relation (2)}$$

In essence, if solidification takes at least as long as it takes to fill the cavity, the filling process should not be hindered by the mechanisms of heat release. Relations (1) and (2) are consistent with the field observations reported by Chen [27], which have been reproduced in Figure 2. As shown by the figure, Relation (2) provides a conservative value for the maximum fill time that can be allowed without thermal problems. Similarly, Relation 1 shows that most castings in Figure 2 appear to fill in a regime in which heat release is not negligible.

The relevance of heat released during fill

In those conditions in which a significant amount of heat is released by the flowing material, the application of the instant fill assumption will have an effect on the nature of the predicted thermal fields in the structure of the die and the casting. In turn, the prediction of distortions of the casting and die are clearly affected by the thermal fields. In this context and given the expense of predicting flow patterns under non-isothermal conditions, it is necessary to establish the magnitude of the deviation caused by assuming instant fill.

The study of the role of die casting die deflections on the casting operation has received increasing attention in the field [4, 19, 28-34]. As explained above, the development of thermal field has an important effect on the magnitudes of die deflections. In this context, a decision needs to be made as to whether heat released

during fill is significant, that is, whether $\frac{t_s}{t_f} \cong 1$.

A significant amount of heat released during fill may affect predicted deflection patterns in two ways:

- within the time frame of a single cycle, die deflection patterns may differ significantly from those found under “instant fill” conditions in the regions in the immediate vicinity of the cavity;
- within the time frame of the whole casting operation, the quasi-steady state-temperature fields in the bulk of the die may be affected, resulting in a variations of the deflection patterns and the stiffness of the die.

The existence of different time and size scales that characterizes the die casting process is depicted by these two statements. That is, the differences in predicted values can vary from highly localized, temporal conditions to deviations that can span the whole structure over the longer run.

The magnitude of any deviation as a function of variations in the thermal fields of the die can be estimated from the relation

$$\Delta L = \alpha \theta L \dots\dots(11)$$

where ΔL indicates the linear growth due to an increase of temperature θ with respect to some reference temperature, when the initial size is equal to L .

Die casting is characterized by the existence of two different regions in which thermal fields

in the die vary markedly. The region in the immediate vicinity of the casting is subject to cyclic variations whose period is proportional to the duration of a single cycle. On the other hand, temperatures in the bulk of the die are less sensitive to instantaneous changes in process conditions, and are determined by the heat given up by the part as well as the cooling lines within the structure of the die. The response time in this region is comparable to the time it takes to reach quasi-steady state conditions. Barone [29, 30] has indicated that the depth of the first region is given by:

$$d = 1.5(\alpha t)^{1/2}$$

For steel dies and cycle times typical of die casting (i.e. one minute), this depth is of the order of 0.04m, or about 10% of the total thickness of the die. The temperature variation in this region is roughly inversely proportional to the distance from the surface. Figure 6 presents the relations among the different thermal regions under conditions of periodicity. Under those assumptions, the temperature in region 1 is given by:

$$T = \frac{2.5 \alpha \theta L}{L + 15x} \text{ for } 0 \leq x \leq L/10 \quad \dots (12)$$

$$T = \theta \quad \text{for } L/10 \leq x \leq L$$

Thermal growth of the die can be estimated by combining equations 3 and 4 and integrating over the thickness of the die, that is:

$$\Delta L = \int_0^{L/10} \left(\frac{2.5 \alpha \theta L}{L + 15y} \right) dx + \int_{L/10}^L \alpha \theta dx$$

which gives:

$$\Delta L = 0.09 \alpha \theta L + 0.9 \alpha \theta L \dots (13)$$

and

$$\frac{\partial \Delta L}{\partial \theta} \cong \alpha L \dots (14)$$

The second term on the right hand side of Equation (13) accounts for the contribution of the bulk of the die to the overall deflection of the die. It can be seen that this contribution is almost an order of magnitude larger than the

contribution of thermal fields in region 1. The temperature of the bulk of the die (θ) is necessarily defined by the total heat supplied by the casting process, combined with the heat transfer characteristics of the die (geometry, design of cooling lines). It is unlikely to vary drastically as a result of the redistribution of heat within the casting. Even then, based on Equation (5) and for dies of steel, it can be seen that a variation of 100 degrees, which would be severe, would result in a variation of about 0.0013 m/m or 1 mm per meter of length of the die.

On the other hand, it would be expected that thermal fields in the region that surrounds the cavity would be much more sensitive to variations in the temperature of the casting, that is, the major shift in temperatures would necessarily occur in this region as the boundary condition at the surface of the cavity is altered. The implication is that the maximum deviation would be several times smaller (about an order of magnitude smaller) than the overall growth of the die.

A numerical example

Results of a thermo-elastic 2D simulation are used to validate the results of the previous analysis. The case shown studied is based on a similar exercise designed by Barone & Caulk [6]. Figure 4 summarizes the dimensions of an idealized two-dimensional die. Table 1 presents the conditions under which this simulation is conducted. The idealized geometry for the two-dimensional die is relatively small (about 20 inches), and the process conditions are typical of die casting. In one case, 15 cycles were simulated assuming instant fill conditions (i.e. no heat loss). In another case, the same geometry is modeled with the assumption that about 50% of latent heat has been redistributed within the structure of the die at the moment the cavity fills completely. At any point along the casting the temperature is given by:

$$T_{n,2} = 630 \pm \frac{F}{c_p} \dots (15)$$

where F is the fraction of heat to be added or removed from the corresponding volume. Under these conditions, the range of temperature between the coldest and the hottest region of the casting exceeded 250 °C. This distribution

maintains the same amount of heat in the part, but distributes it in such a way that there is a difference in the heat content of the volume of metal that travels the farthest from the gate and the metal that ends up at the gate that is equivalent to the latent heat. This condition puts this case roughly along the limiting line (Relation 2) of Figure 3.

Figure 5 presents the deflection patterns for both cases. It can be seen that maximum die growth reaches approximately 0.0006 m (0.024") from its cold dimension for instant fill conditions. The maximum difference in deflection patterns when compared to non-instant fill conditions is approximately 0.00008 m (0.003"). These magnitudes are consistent with the analysis presented in the previous section.

It is interesting to note however that this magnitude lies in the range of the resolution of typical simulation capabilities. While not negligible, the magnitude of this deviation from results obtained with the assumption of instant fill conditions is in the range of manufacturing allowances for details of the cavity. The conclusion is that, based on current modeling capabilities, the prediction of heat released during fill does not make a significant improvement in the quality of the simulation results, so as to justify the expense of predicting the true evolution of temperature as the cavity fills, at least in the context of the study of die deflections. Casters would be better served if they compensated for thermal growth of the die at the design/manufacturing stage, a practice that is not yet established in the industry.

It is important to note that the maximum differences in temperature within the part and the structure of the die in the above example are indeed significant. Given the importance that these thermal fields have on the quality of the casting, significant heat loss during fill can result in thermal variations that may affect design decisions or problem diagnostics. For example, variations in thermal patterns may have an impact on the ability to predict soldering. In this context, the need to establish accurate thermal fields may justify the cost of predicting heat release during fill.

Conclusions

This article has introduced relations that establish the conditions under which heat released during fill may be significant. These

relations are given in terms of thickness of the casting and fill times. Comparison with field data has shown that under typical casting conditions a significant amount of heat is released by the molten metal as it fills the cavity.

Further work showed that the magnitude of the deviations caused by assuming instant fill conditions is relatively small in the context of die deflections. This is due to the fact that deflections depend much more heavily on the temperature of the bulk of the die, which is fairly insensitive to the redistribution of heat within the casting.

While not significant in the context of die deflections, the prediction of heat released during fill may be important in the context of thermal behavior of the die. The nature of the thermal fields in the die are worthy in their own right. Under those conditions, the expense of computing thermal fields in the presence of heat released during fill may be justified.

Acknowledgments

This work was done as part of a research program funded by the U.S. Department of Energy. Close monitoring and guidance was provided by the North American Die Casting Association, through its Computer Modeling Task Group.

References

- [1] SME, *Metals Handbook Section on Die Casting*, vol. 15, 1985 ed. Dearborn MI: SME.
- [2] R. D. Maier, T. A. Kolakowski, and J. F. Wallace, "Die Casting of Copper Alloys," 1975.
- [3] R. L. Smith, D. E. Phenicie, A. K. Agarwal, and H. L. Kallien, "Optimizing Production of a Die Casting by Numerical Simulation of Die Filling and Solidification," in *Die Casting Engineer*, vol. 37, 1993, pp. 40-48.
- [4] D. Caulk, "Keynote Speech: Opportunities and Challenges in Die Casting Analysis," presented at Flow Modeling Thermal Simulation for Die Casting Forum, 1996.
- [5] E. R. G. Eckert, "Similarity Analysis Applied to the Die Casting Process," *ASME Journal of Engineering Materials and Technology*, vol. 111, pp. 393-398, 1989.
- [6] M. R. Barone and E. Kock, "A Method for Analysing the Effect of Flow on Heat

- Transfer in Die Casting,” *International Journal for Numerical Methods in Heat and Fluid Flow*, vol. 3, pp. 457-472, 1993.
- [7] K. Anzai and T. Uchida, “Mold Filling Patterns of Flat Plate Die Castings,” presented at Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes V, 1991.
- [8] S. Chen, D. B. Johnson, and P. E. Raad, “Simulated Filling of Dies with Cores,” presented at NADCA Congress and Exposition, Detroit, Michigan, 1991.
- [9] D. Frayce, J. F. Héту, and C. A. Loong, “Numerical Modeling of Filling and Solidification in Die Casting,” presented at NADCA International Congress & Exposition, Cleveland, Ohio, 1993.
- [10] J. Hu, S. Ramlingam, G. Meyerson, E. R. G. Eckert, and R. J. Goldstein, “Experiment and Computer Modelling of the Filling Flows in Pressure Die Casting,” presented at Computers in Engineering, 1992.
- [11] Y. Iwata, Y. Yamamoto, K. Yonekura, and Y. Kagami, “Computer Simulation of Molten Metal Flow in Thin Plate Die Castings,” presented at NADCA Congress and Exposition, Detroit, Michigan, 1991.
- [12] V. V. Kappel and G. Salloum, “Modelling of the Metal Flow in the Die Casting Process,” presented at NADCA 15th International Die Casting Congress and Exposition, St. Louis, MO, 1989.
- [13] B. Lindberg, P. N. Hansen, and S. F. Hansen, “High Speed Filming of Mold Filling Process of Al Alloys in High Pressure Die Casting,” presented at Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes V, 1991.
- [14] M. Lipinski, W. Schaefer, and S. Andersen, “Modeling of Combined Heat and Fluid Flow for Determination of Filling Sequence for Real Complex Shaped Castings,” presented at Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes V, 1991.
- [15] T. H. Siau and A. J. Davis, “Flow Analysis in Tapered Runners,” presented at 10th SDCE International Die Casting Exposition and Congress, St. Louis, MO, 1979.
- [16] H. T. Siau and T. T. Nguyen, “A Computer-Aided Thermal Analysis Package for Pressure Die Casting Dies,” presented at NADCA 15th International Die Casting Congress & Exposition, St. Louis, MO, 1989.
- [17] K. Venkatesan and R. Shivpuri, “Numerical Simulation of Die Cavity Filling in Die Castings and an Evaluation of Process Parameters on Die Wear,” presented at NADCA International Die Casting Congress and Exposition, Cleveland, Ohio, 1993.
- [18] A. Bejan, *Heat Transfer*: John Wiley & Sons, Inc., 1993.
- [19] M. R. Barone and D. A. Caulk, “A New Method for Thermal Analysis of Die Casting,” *Transactions of the ASME, Journal of Heat Transfer*, vol. 115, pp. 284-293, 1993.
- [20] D. A. Caulk, “A Method for Analyzing Heat Conduction with High Frequency Periodic Boundary Conditions,” *Transactions of ASME, Journal of Heat Transfer*, vol. 112, pp. 280-287, 1990.
- [21] K. Davey and S. Hinduja, “Modelling the Transient Thermal Behavior of the Pressure Die-Casting Process with the BEM,” *Applied Mathematical Modelling*, vol. 14, pp. 394-409, 1990.
- [22] K. Davey and S. Hinduja, “Modelling of the Pressure Die Casting Process with the Boundary Element Method: Steady State Approximation,” *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, vol. 30, pp. 1275-1299, 1990.
- [23] D. Frayce and C. A. Loong, “Mathematical Modelling of the Die Casting Process,” presented at Light Metals, 1991.
- [24] M. Granchi, E. Vettori, E. Cerini, and R. Remorini, “Computer Thermal Analysis of Die Casting Dies,” presented at 12th SDCE International Die Casting Congress & Exposition, Minneapolis, Minnesota, 1983.
- [25] C. W. Nelson, “Nature of Heat Transfer at the Die Face,” presented at 6th SDCE International Die Casting Congress, Cleveland, Ohio, 1970.
- [26] M. C. Flemings, *Solidification Processing*. New York: McGraw-Hill, 1974.
- [27] P. Chen, “Relationships Between Die Cavity Fill Time and Die Casting Average Thickness, Surface Area, and Outside Diameter,” presented at NADCA Congress and Exposition, Detroit, Mi, 1991.

- [28] H. Ahuett-Garza, K. Hegde, R. A. Miller, and G. Padiyar, "NADCA Sponsored Research: FEM Analysis and Simulation of Die Deflections: Part II - Results," presented at NADCA International Die Casting Congress and Exposition, Indianapolis, In USA, 1995.
- [29] M. R. Barone and D. A. Caulk, "dieCAS - Thermal Analysis Software for Die Casting: Modeling Approach," presented at NADCA International Congress & Exposition, Cleveland, Ohio, 1993.
- [30] M. R. Barone, D. A. Caulk, and D. E. Siefker, "dieCAS - Thermal Analysis Software for Die Casting: Results and Application," presented at NADCA International Die Casting Congress & Exposition, Cleveland, Ohio, 1993.
- [31] J. Hattel, P. N. Hansen, and S. Andersen, "Modeling of Thermal Induced Stresses in High Pressure Die Casting Dies," , 1993.
- [32] K. Hegde, H. Ahuett-Garza, R. A. Miller, and G. Padiyar, "NADCA Sponsored Research: FEM Analysis and Simulation of Die Deflections: Part I - Modeling and Simulation," presented at NADCA International Die Casting Congress and Exposition, Indianapolis, In USA, 1995.
- [33] P. A. Paliani and J. R. Brevick, "Thermoelastic Deformation of Cold Chamber Die Casting Machine Shot Sleeves," Engineering Research Center for Net Shape Manufacturing, The Ohio State University ERC/NSM-C-93-24, July 1993.
- [34] G. A. Prince and C. R. Ramsey, "Introduction to Die Movement and Distortion: a Case Study," presented at NADCA International Die Casting Congress and Exposition, Indianapolis, In., 1995.

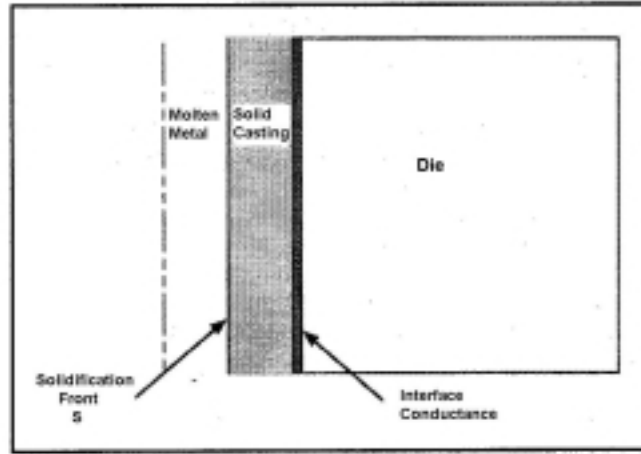


Figure 1. Schematic of casting – die interface. Dotted lines represent the middle of the casting wall. Solidification front advances toward center line.

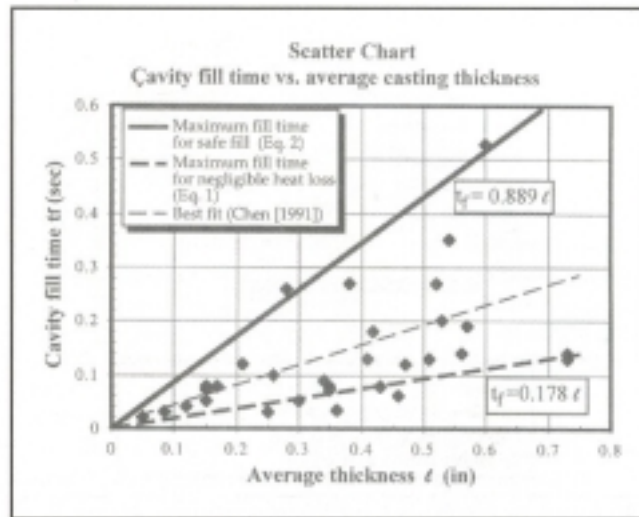


Figure 2. Testing the validity of results of scale analysis for heat released during fill. Field data by Chen [27]. Equations were adjusted to account for difference in units. Reprinted with permission from NADCA.

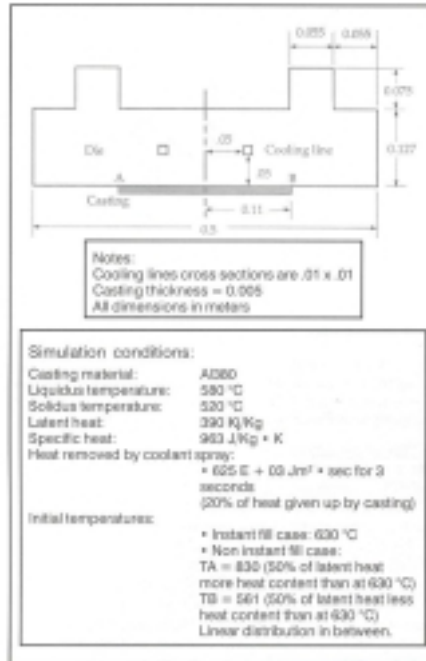


Figure 3. Testing the effect of instant fill vs. non instant fill conditions. Description of geometry and conditions.

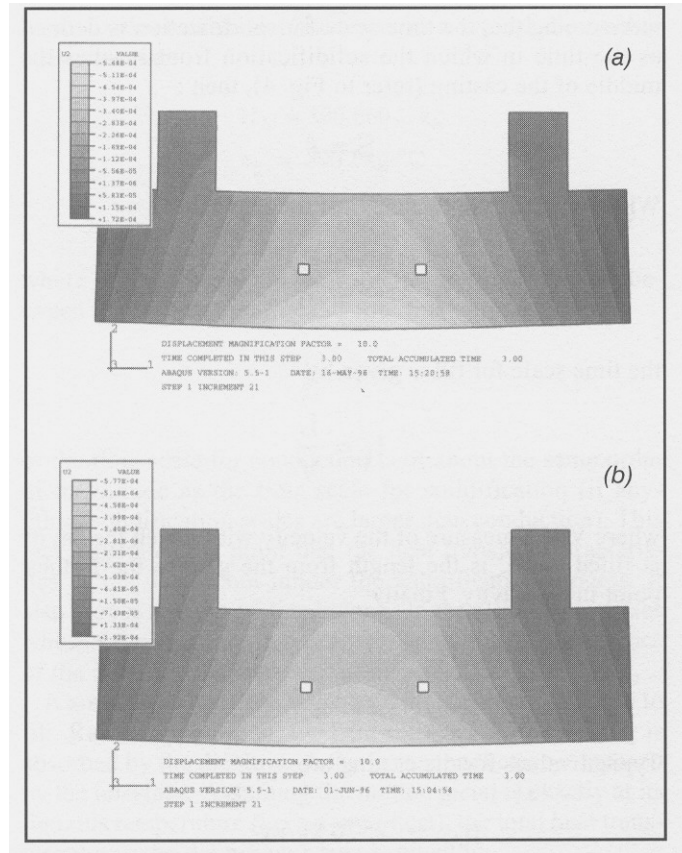


Figure 4. Deflection patterns at the end of (a) instant fill conditions and (b) non instant fill conditions at end of 15 cycles.

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE SIMULACIÓN PARA EL PROCESO DE FUNDICIÓN DE ALUMINIO A BAJA PRESIÓN

Luz del Carmen Ramírez Berriel, Carlos E. Esparza Garcés, Mario A. Martínez Hernández

Durante la década de los 90's se lograron desarrollos importantes para mejorar la tecnología de vaciado de metales, destacando la difusión y optimización en el empleo de programas computacionales para la modelación y simulación de estos procesos. Los programas de simulación de vaciado emplean la termodinámica y la física para describir matemáticamente el llenado y la solidificación del metal en la cavidad del molde. Teóricamente, el uso de la simulación por computadora permite a la fundición reducir la turbulencia y los defectos en el flujo de fluidos sin el elevado costo de la experimentación en la planta, proporcionando además un beneficio de ahorro en el tiempo. Sin embargo, para que los programas de simulación cumplan con los objetivos de la industria, deben conocerse varios requisitos de información que definan un modelo de simulación representativo de la pieza y el proceso real a estudiar; como son la geometría de la pieza y el molde, las propiedades termofísicas de los materiales involucrados, los parámetros de operación del proceso, y algunos parámetros de ajuste propios del programa de simulación empleado y que son función de las características propias del sistema estudiado. El presente trabajo permitió determinar al coeficiente de transferencia de calor en la interfase y al porcentaje de efectividad de alimentación como parámetros críticos para simular con MAGMAsoft el proceso de vaciado por baja presión de un monoblock de aleación de aluminio 319 en molde de arena que emplea una empresa líder en el ramo.

Palabras Clave: Ingeniería asistida por computadora, Simulación, Fundición, Aluminio, Coeficiente de transferencia de calor, Porcentaje de efectividad de alimentación (%FEF), CAE, MAGMAsoft.

1. Introducción.

En años recientes, la industria del aluminio ha tenido un fuerte desarrollo debido a la creciente demanda en el mercado de piezas manufacturadas de este metal, esto debido a que presenta excelentes propiedades mecánicas relativas a su densidad y sus características de resistencia a la corrosión, buena conductividad eléctrica y térmica, aunado a su fluidez y baja temperatura de fusión.

La optimización y generación de nuevos procesos de vaciado, así como su implementación requieren de un especial cuidado en las prácticas de manufactura que permitan asegurar el nivel de calidad requerido y la disminución de desperdicio en el proceso. Esta transformación masiva de los procesos de producción puede alcanzarse rápidamente si se desarrollan las piezas vaciadas como resultado de la modelación matemática por medios computacionales, lo cual permite reducir el número de pruebas y errores, así como el tiempo para llegar a la producción de partes de acuerdo a especificación. Además, de ayudar a que los ingenieros de fundición tengan una idea más gráfica y explicativa del proceso de vaciado.

El propósito de la simulación en cualquier proceso industrial es modelar los fundamentos físicos para que las variables importantes de proceso puedan ser identificadas y controladas para lograr beneficios significativos, por ejemplo, la simulación numérica de la solidificación del vaciado es una herramienta útil en la predicción de defectos y en la optimización del diseño y el proceso de vaciado [1].

M.C. Luz del Carmen Ramírez Berriel, Ingeniero de Diseño, Nematik S.A., luzramb@yahoo.com.mx

M.C. Carlos E. Esparza Garcés, Jefe de Ingeniería CAD/CAM/CAE, Nematik S.A., cesparza@nematik.com

Dr. Mario A. Martínez Hernández, Director Centro de Sistemas Integrados de Manufactura, ITESM Campus Monterrey, amartine@campus.mty.itesm.mx

Existen tres tipos básicos de herramientas de simulación computarizada: programas empíricos basados en la experiencia y resultados experimentales, programas semiempíricos basados en resultados experimentales además de física básica, y programas basados principalmente en principios físicos que requieren matemáticas complejas y datos termofísicos aproximados de los materiales [2].

La definición de los parámetros críticos es clave para desarrollar simulaciones con resultados confiables, es decir que permitan tener una cuantificación precisa de los fenómenos, características del proceso y las piezas reales, y así aportar soluciones a problemas presentados en los productos o predecir la presencia de éstos, logrando un impacto económico benéfico para la empresa.

El objetivo del presente estudio fue la determinación de los parámetros críticos para simular con MAGMASoft el proceso de vaciado a baja presión en molde de arena de un monoblock de aleación de aluminio tipo 319 que efectúa una empresa líder en el ramo.

2. Metodología

Para analizar el modelo a simular se requirió alimentar datos al sistema que afectan directamente el resultado final, tales como geometrías, materiales, temperaturas iniciales, coeficientes de transferencia de calor (heat transfer coefficient, HTC), tiempos de vaciado, porcentaje de efectividad de alimentación (feeding effectivity factor, FEF*) y otros.

En la primera fase del estudio se efectuaron varias simulaciones en MAGMASoft para definir los parámetros a emplear en el software, tanto de llenado como de solidificación, con los materiales de la base de datos del software más similares a los que se manejan en proceso. Posteriormente, los resultados de la simulación con los ajustes en los parámetros de % FEF, tipo de arena y tipo de aleación, fueron cotejados contra las características físicas de la pieza real mediante un análisis visual y metalográfico.

Durante la segunda fase del estudio se efectuó el ajuste del coeficiente de transferencia de calor para el sistema experimental aluminio tipo 319-molde de arena. Todos los parámetros ajustados, incluyendo este coeficiente, se validaron mediante la comparación de las zonas calientes reportadas por el software como resultados de la simulación de la pieza vaciada y las correspondientes zonas en la pieza real, mediante un análisis metalográfico.

Para determinar el coeficiente de transferencia de calor entre el aluminio aleación tipo 319 y el molde de arena, se efectuó un experimento consistente en el vaciado de esta aleación de aluminio en un molde de arena de geometría sencilla (cubo).

Se monitoreó la temperatura del aluminio y el molde de arena desde el momento del vaciado hasta la solidificación del mismo al alcanzar el estado estable en la curva de temperatura, para lo cual se colocaron 3 termopares en la zona del aluminio y 4 más insertados en el molde de arena.

Los datos de la variación de temperatura con respecto al tiempo observados en el aluminio y el molde de arena se graficaron para definir el perfil de enfriamiento que se observa en la figura 2.

* El Feeding Effectivity Factor (FEF) es el factor de efectividad de la alimentación de metal líquido que está expresado en porcentaje. Este valor describe la fracción de solidificación del metal fundido hasta el cual la alimentación macroscópica ocurre; está íntimamente relacionado con la fracción de solidificación que también está expresada en porcentaje [3].

Partiendo de los datos obtenidos de temperatura versus tiempo (curva de enfriamiento experimental) se calculó una aproximación del coeficiente de transferencia de calor en la interfase aluminio-arena en dos formas: Analítica y Gráfica.

Para ambos casos, las propiedades del aluminio y de la arena consideradas para la determinación del HTC fueron tomadas de la base de datos del software de simulación empleado.

Para efectos prácticos, en el análisis se consideraron las dos aportaciones más relevantes para la transferencia de calor en el proceso de vaciado, la conducción y la convección [4, 5].

El método analítico consistió en la aplicación de ecuaciones de transferencia de calor por conducción y convección en un arreglo unidimensional de diferencias finitas. Con los valores de HTC obtenidos por este método se calcularon curvas de enfriamiento teóricas que se compararon con las obtenidas experimentalmente y que permitieron definir la convergencia de este método. Los resultados finales de este procedimiento se emplearon como aproximación inicial para el cálculo por el método gráfico.



Figura 1. Aluminio vaciado y solidificado en molde de arena con los 7 termopares de monitoreo.

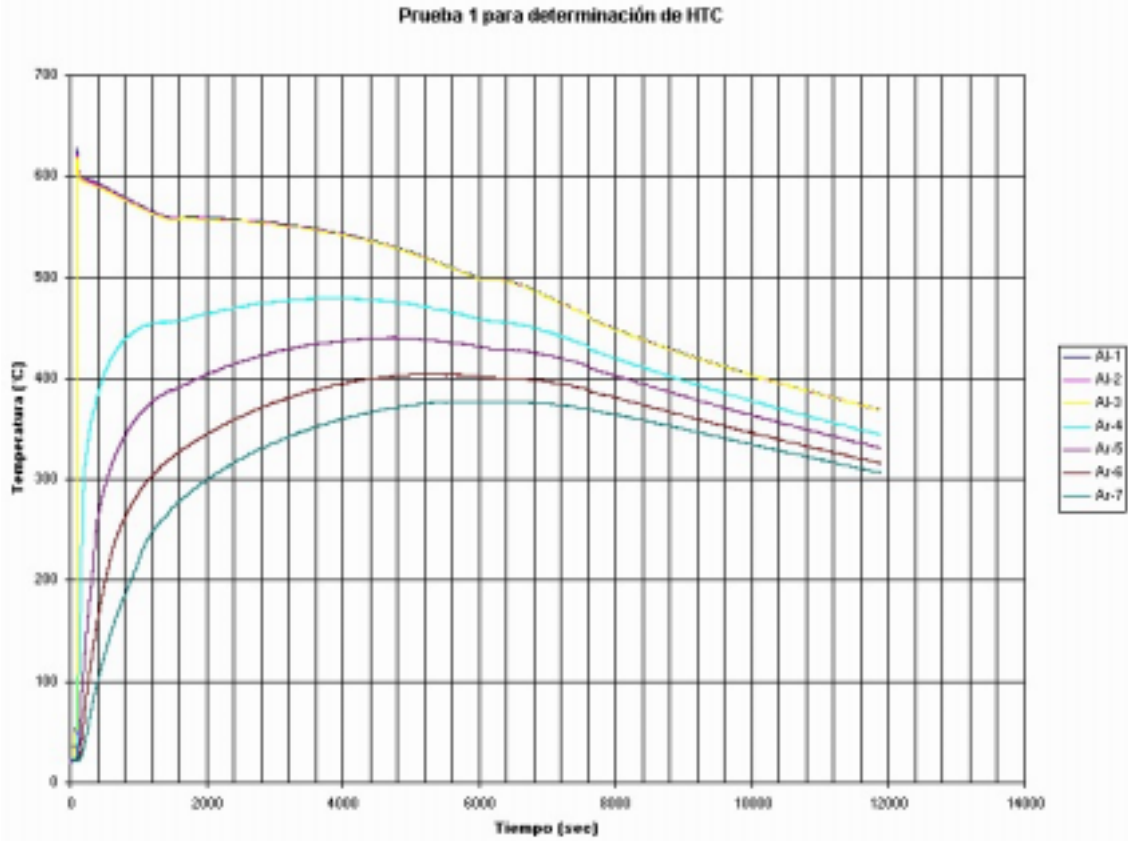


Figura 2. Perfil de Temperaturas obtenido durante la experimentación efectuada en el sistema aluminio-molde de arena.

El método gráfico consistió en observar el comportamiento de las curvas de enfriamiento resultantes de diferentes simulaciones con el sistema experimental de prueba molde de arena-pieza de aluminio, ir modificando poco a poco los valores del HTC respecto a la Temperatura de cada simulación y efectuar una nueva simulación, hasta que las curvas de enfriamiento fueran lo más parecido en forma y valores a los obtenidos experimentalmente.

El refinamiento consecutivo de los valores de HTC en cada simulación se efectuó basándose en las diferencias presentadas entre las curvas de enfriamiento de la simulación y las experimentales. Si la diferencia entre éstas es positiva significa que el HTC a esa temperatura es inferior al debido, porque al tener un HTC más bajo la transferencia de calor disminuirá y por lo tanto el diferencial de temperatura será más bajo y la temperatura se mantendrá elevada. Si la diferencia entre las curvas de enfriamiento es negativa se presume que el HTC a esa temperatura es mayor al debido, puesto que al tener un valor de HTC más alto la transferencia de calor aumentará y el diferencial de temperaturas será más elevado, por lo que la temperatura disminuirá. La figura 3 muestra este criterio de ajuste.

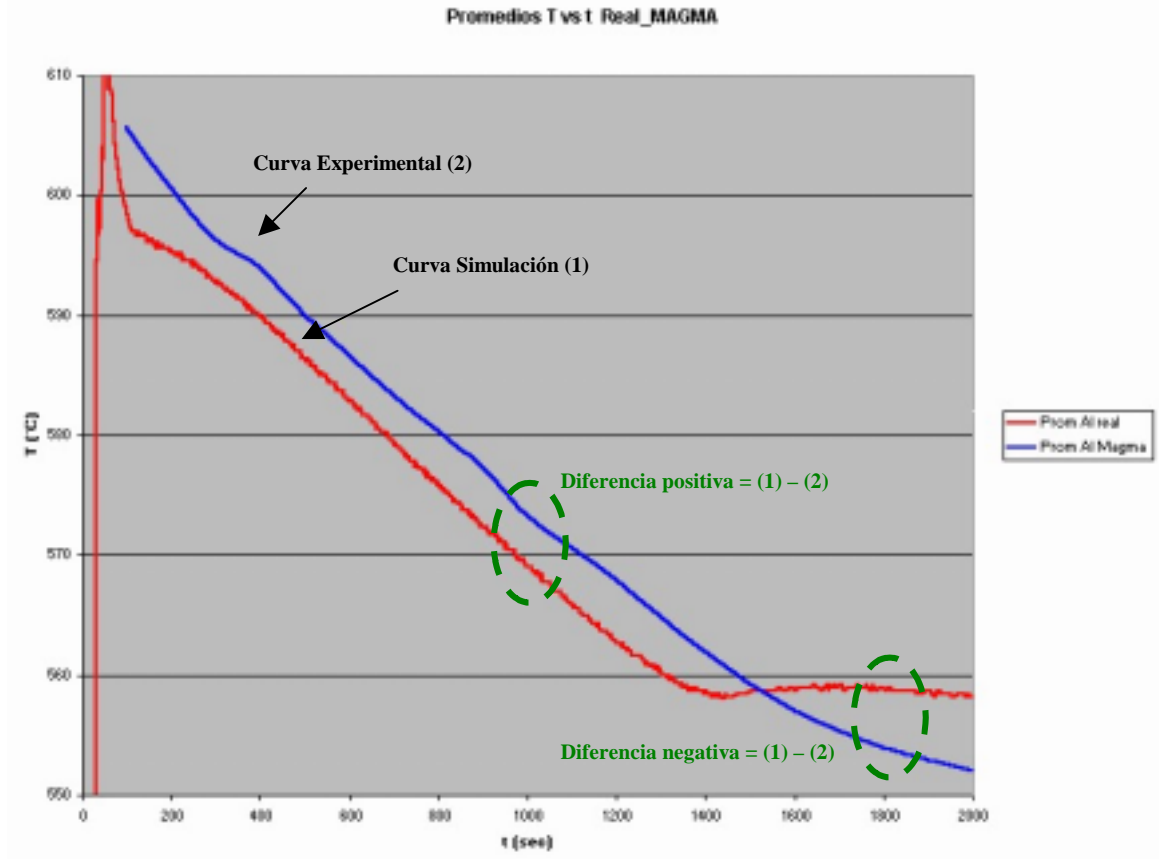


Figura 3. Criterio de ajuste de HTC basado en las diferencias entre las curvas de enfriamiento experimentales y resultantes de una simulación específica.

3. Resultados y Discusión

Para verificar la aplicabilidad de los parámetros de simulación durante la etapa de ajuste de los mismos, se compararon iterativamente los resultados del ciclo de solidificación (fracción líquida) contra los resultados de alimentación (zonas de porosidad potencial) para evaluar la correspondencia entre ellos. Los resultados obtenidos de algunas de las simulaciones efectuadas se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Observaciones de algunas simulaciones efectuadas para la determinación de los parámetros óptimos, las características de los materiales fueron alimentadas de la base de datos del software.

Versión	Aleación	Tipo de Arena para molde	% Feeding Effectivity	Observaciones de la simulación
A	319.0	Furánica	43-56	Presencia de gran cantidad de juntas calientes, no existe correlación entre la solidificación y los

				resultados de porosidad, la porosidad resultante es inferior a la esperada. (Figura 4)
B	319.0	Furánica	32-42	Presencia de gran cantidad de juntas calientes, no existe correlación entre la solidificación y los resultados de porosidad, la porosidad resultante es inferior a la esperada.
C	319.0	Furánica	21-31	Se incrementa correlación entre los resultados de solidificación vs. porosidad, aprox. 80% de correspondencia. (Figura 5)
D	319.0	Sílica para proceso de caja fría	10-20	Sí existe correlación entre los resultados de solidificación (puntos calientes) vs. criterio de porosidad. Falta de correspondencia con la pieza real, aunque disminuyen los puntos calientes potenciales aún aparecen más en la simulación que las porosidades halladas en la pieza real.

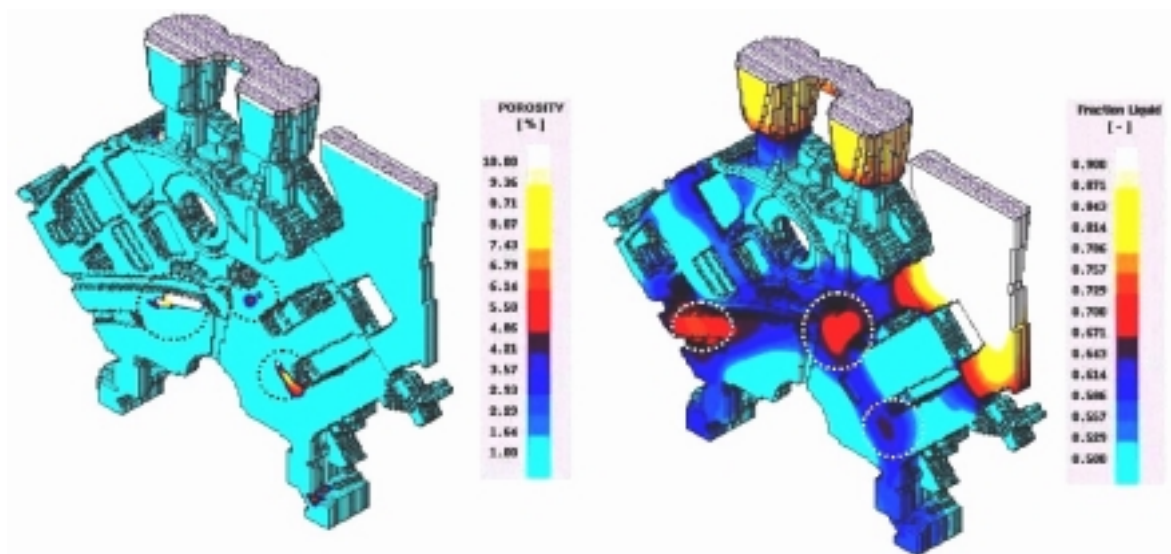


Figura 4. Imagen de resultados de % de porosidad y fracción líquida de la simulación V00 con rango de FEF de 43-56%, aleación 319.0 y arena furánica.

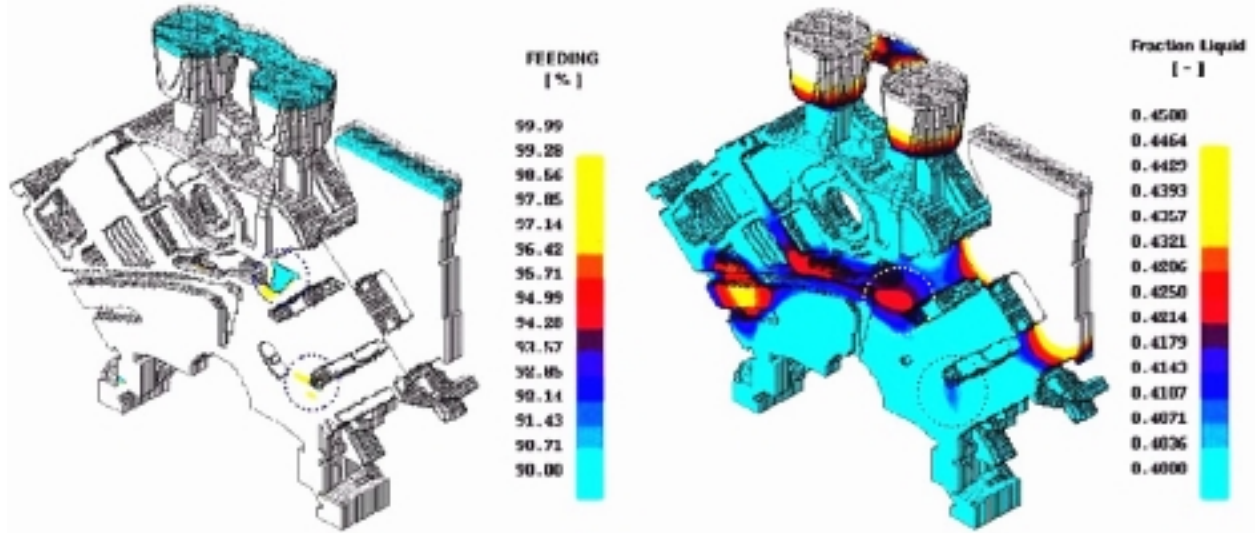


Figura 5. Imagen de resultados de alimentación y fracción líquida de la simulación V02 con rango de FEF de 21-31%, aleación tipo 319.0 y arena furánica.

El resultado del estudio metalográfico de la primera fase (sin ajuste del HTC) fue la determinación de zonas de la pieza real con problemas de rechupes y porosidades (Figura 6). Posteriormente, se identificaron las zonas marcadas por la simulación con defectos potenciales y que presentaban correspondencia con la pieza, tal como se muestra en la figura 7. Se pudo observar que de las 22 zonas predichas por la simulación sólo 10 correspondieron a problemas reales observados en la pieza.

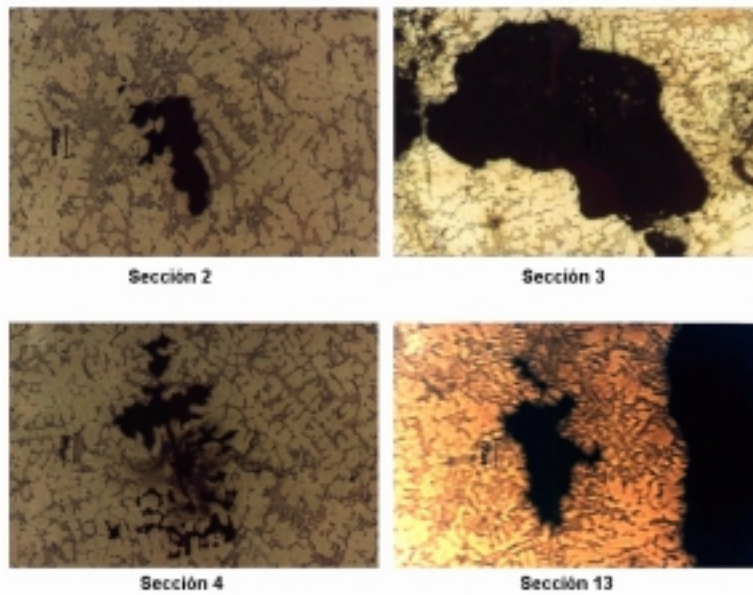


Figura 6. Ejemplos de defectos encontrados en las metalografías de las diferentes secciones analizadas de la pieza real.

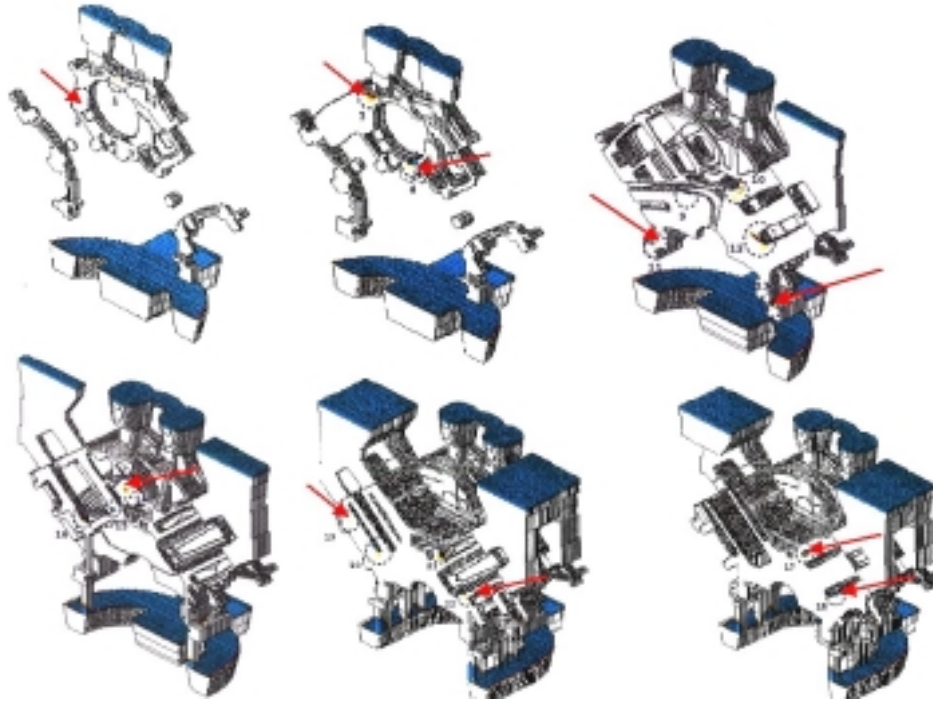


Figura 7. Resultado de la primera etapa de la simulación (Ajuste en %FEF, tipo de aleación, tipo de arena y definición de mallado): zonas con defectos potenciales (hot spots), las zonas que presentaron correspondencia con la porosidad hallada en la pieza real se muestran señalizadas.

De la segunda fase del estudio se obtuvieron los valores experimentales de HTC para el sistema aluminio-molde de arena. Por el método analítico los valores del coeficiente de transferencia de calor se encontraron en un rango de 170 a 525 W/m^2K y variando en el intervalo de temperatura de 360 a 560°C (curva HTC vs T), estos resultados se ingresaron a MAGMASoft como aproximación inicial para efectuar una simulación con el modelo matemático correspondiente a la geometría experimental de la cual se obtuvo una curva de enfriamiento (T vs tiempo), que se comparó gráficamente con la experimental, tal como se especificó para el cálculo del coeficiente por el método gráfico. Después de algunas simulaciones iterativas con este método se definió un rango de 300 a 500 W/m^2K que varía de acuerdo a la temperatura (0-1000°C).

Después de ajustar el coeficiente de transferencia de calor se efectuó una simulación con la geometría de la pieza monoblock, considerando todos los parámetros ajustados para el modelo. Los resultados de esta simulación se pueden observar en la figura 8, en ella se resaltan las zonas donde el software predice bajo porcentaje de llenado y por lo tanto problemas potenciales de porosidad; en esta ocasión el software sólo reportó 10 zonas con defectos, y no 22 como en la simulación inicial sin el ajuste del HTC. De las zonas que la pieza real presenta coinciden claramente cinco zonas (2, 3, 4, 11 y 13), las zonas marcadas como 17 B y 18 B son dos problemas que sí se presentan en las paredes de las cavidades de piezas reales (donde se posicionan los pistones), pero no siempre es en la misma cavidad para todas las piezas producidas debido a la simetría de las mismas, lo cual se corroboró con los responsables del producto, por lo que se consideran como zonas predichas por el simulador con correspondencia potencial con la pieza real.

Después de este resultado con las modificaciones en los parámetros de simulación se puede afirmar que se tiene una confiabilidad cercana al 90% en la predicción de defectos, puesto que considerando la posible aparición de los defectos marcados en las zonas 17 y 18 de la figura 8 en

cualquiera de las otras cavidades de la pieza, se tiene una similitud en el defecto de 9 de las 10 zonas que se detectaron en la pieza real.

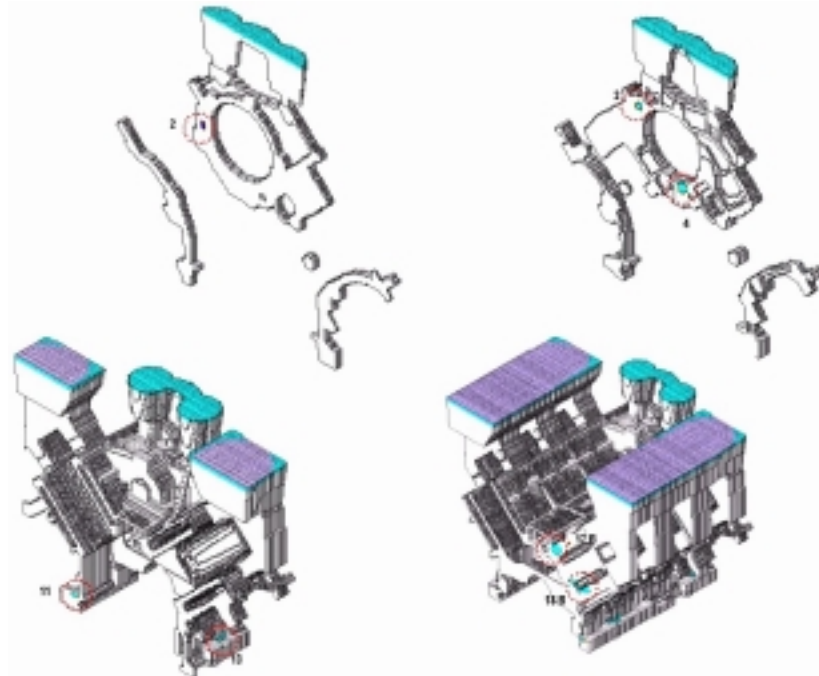


Figura 8. Resultado de la simulación de la pieza con el ajuste de parámetros en el modelo: %FEF, tipo de aleación, tipo de arena, definición de mallado y coeficiente de transferencia de calor.

4. Conclusiones

El coeficiente de transferencia de calor en la interfase del sistema aleación de aluminio tipo 319- molde de arena y el porcentaje de efectividad de alimentación (%FEF) se identificaron como los parámetros críticos que no se tenían especificados adecuadamente en simulación anteriores, derivándose la necesidad de determinarlos para lograr una correlación en la simulación confiable con respecto a la realidad del proceso.

El rango de FEF definido entre 10 y 20% resultó adecuado para esta aleación en particular. Se considera que este parámetro debe ser validado con otras piezas en simulaciones futuras.

El método gráfico empleado para el cálculo del coeficiente de transferencia de calor, aplicado directamente sobre las simulaciones fue adecuado pues involucró directamente los fenómenos de cambios de fase y la geometría del sistema. Resultó una forma iterativa más precisa que el método analítico, en la convergencia con la experimentación, generando la curva HTC (300-500 W/m²K) vs. Temperatura (0-1000°C).

Del ajuste de los parámetros de simulación para este estudio en particular se obtuvieron resultados acertados para mejorar las características de predicción y correlación del modelo con la pieza real; se puede afirmar que el estudio efectuado cumplió con el objetivo planteado y aportó herramientas

útiles, tanto en conceptos como en procedimientos para mejorar la metodología de simulación, que pueden ser aplicados a futuro con otros productos fabricados por el mismo proceso.

Sin embargo, se considera que para obtener una correlación más eficiente entre resultados de simulación-pieza, y una confiabilidad mayor en la predicción de defectos en la simulación, debe efectuarse a futuro un refinamiento de las propiedades de los materiales empleados en el modelo. Esto puede llevarse a cabo determinando experimentalmente las propiedades de los materiales del proceso estudiado, como por ejemplo la densidad de la arena, la densidad de la aleación de aluminio, la viscosidad del aluminio, la conductividad térmica del aluminio y de la arena, y otros.

5. Referencias

- [1] V.K. Suri, A.J. Paul, "Modeling and prediction of micro/macro-scale defects in castings", AFS Transactions, No. 144, 1993, U.S.A.
- [2] Tony C. Midea, David Schmidt, "1999 Casting Simulation Software Survey", Modern Casting, May 1999, U.S.A.
- [3] MAGMA Giessereitechnologie GmbH, "MAGMASoft 3.2: Users Manual", 1998, Germany.
- [4] D.R. Poirier, E.J. Poirier, "Heat Transfer Fundamentals for Metals Casting", The Minerals, Metals and Materials Society, 1994, U.S.A.
- [5] M. Rappaz, "Modelling of Solidification and Casting", 4th International Summer School of Aluminum Alloy Technology, 1997, Norway.

MEZCLAS ASFÁLTICAS ANTIDERRAPANTES COMO SOLUCIÓN A LAS SUPERFICIES DE RODAMIENTO DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY.

Carlos Humberto Fonseca Rodríguez, Vinicio A. Serment Guerrero

En el área metropolitana de Monterrey se ha padecido desde hace mucho tiempo de incrementos muy grandes en el número de accidentes durante los días en que se presentan condiciones climáticas adversas en forma de precipitaciones pluviales, aunque estas sean muy ligeras. En los años recientes este problema se ha agravado, siendo común que en días lluviosos, se presenten mas de 100 accidentes durante un solo día, y se observa, cada vez con más frecuencia que el número de accidentes sobrepasa 200. Esta condición ha sido uno de varios aspectos que han contribuido a que en los últimos años Monterrey y su área metropolitana ostente el primer lugar en México en accidentes automovilísticos. Dada la gravedad de este problema el Gobierno del Estado, a través del Sistema de Caminos de Nuevo León, solicitó al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey la realización de un estudio que permita proponer alternativas para incrementar la resistencia al deslizamiento de los pavimentos en el Estado.

Por lo anterior, los autores han trabajado en el diseño de mezclas asfálticas con mejor resistencia al deslizamiento empleando cementos asfálticos modificados con polímeros y tratando de obtener en la mezcla una granulometría que proporcione a la superficie de rodamiento una alta macrotextura. Para evaluar la aportación de los agregados pétreos a la microtextura en la mezcla asfáltica se emplearon agregados de tres procedencias mineralógicas: roca caliza, roca dolomita y escorias de acería, empleándose los tres tipos en la parte gruesa de la granulometría, (mayor de la malla No. 4). En las seis (6) mezclas asfálticas diseñadas por el método de ensayo Marshall se evaluaron los parámetros de diseño Marshall, la relación de estabilidad Marshall antes y después de inmersión, la relación de resistencia a tensión indirecta antes y después de inmersión, TSR, resistencia al deslizamiento con el péndulo de fricción, TRRL y la resistencia de las mezclas asfáltica a las deformaciones plásticas permanentes, ITESM-WT. Los valores evaluados y presentados como resultados de este estudio ponen en evidencia una notable mejoría en el comportamiento de las mezclas al emplear cementos asfálticos modificados con polímeros y agregados pétreos de procedencia dolomítica y escorias de acería.

Palabras clave: Mezclas asfálticas SMA. Cemento asfálticos modificados. Polímero SBS. Microtextura. Macrotextura. Pétreo calizo. Pétreo dolomítico. Pétreo de escoria de acería. Ensayo Marshall. Resistencia a tensión retenida. Deformaciones plásticas permanentes.

Dr. Carlos Humberto Fonseca Rodríguez, Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Civil y Consultor Extensionista de Centro de Diseño y Construcción, ITESM, Campus Monterrey.
Ing. Vinicio A. Serment Guerrero, Jefe de la Unidad de Servicios Técnicos del Centro SCT, Nuevo León, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

1. Introducción

Una de las muchas finalidades u objetivos con los que debe cumplir un pavimento asfáltico [1] y que debe verse como una de las más importantes, es la de 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 más largo plazo.

Desde el punto de vista del ingeniero, siempre ha sido de mucho interés al momento de proyectar la estructura de un pavimento conocer cuánto va a resistir, se le da mucha importancia a su función estructural y poca importancia a 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 hacerse con mezclas asfálticas que presenten las siguientes características funcionales: Buena adherencia entre el neumático y la superficie de rodamiento. 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 y reducción del envejecimiento y consumo de combustible de vehículos.

Estas características funcionales se han asociado con factores como la textura y la regularidad superficial de la capa de rodamiento de los pavimentos [3] 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 desgaste 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.

Las mezclas asfálticas como cualquier material compuesto adquieren características de las propiedades mecánicas de sus componentes y de la cantidad de cada uno de ellos en la mezcla. Por esto, hay que poner mucho cuidado en la calidad y cantidad de los componentes que se emplean: agregados pétreos (granulometrías y procedencia mineralógica), productos asfálticos (cementos asfálticos convencionales y modificados, emulsiones y rebajados), aditivos (azufre, fibras, rejuvenecedores, etc.) y rellenos (calizos, cementos portland, cenizas volantes, etc.).

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 se debe a la baja resistencia que la mezcla asfáltica presenta bajo los efectos abrasivos del tránsito, sobre todo cuando se emplean agregados calizos, considerados pulimentables, 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.

Todos los aspectos de textura, materiales nuevos, granulometrías, dosificaciones, etc., son de suma importancia en la solución al problema de baja resistencia al deslizamiento de la superficie de pavimentos, sin embargo, el problema no se puede analizar y atacar puntualmente; el dar soluciones de nuevas mezclas asfálticas especiales mejoradas y/o tratamientos superficiales antiderrapantes no pone fin al problema mencionado. 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.

Actualmente y durante muchos años, en la zona noreste del país en carreteras de acceso a la ciudad de Monterrey y municipios del área metropolitana, así como en las calles y avenidas de dichos municipios, la construcción de las capas de rodamiento de los pavimentos asfálticos se ha realizado mediante mezclas asfálticas tradicionales.

El agregado pétreo empleado ha sido producto de la trituración total de las canteras de calizas existentes en los cerros circunvecinos los cuales poseen una baja dureza, siendo susceptibles a pulimentarse bajo la acción abrasiva de las cargas del tránsito. La posibilidad de utilizar agregados pétreos de mayor dureza no es económicamente factible por la escasez de los mismos en zonas cercanas a la zona metropolitana. Por otro lado, el empleo de productos asfálticos de alta penetración, blandos, se conjuga con lo anterior para agudizar el problema existente.

Como consecuencia se tiene superficies muy lisas las cuales no presentan características funcionales adecuadas, existiendo condiciones de tránsito inseguras cuando el pavimento está húmedo; bajo estas condiciones se presenta un incremento de accidentes (alcances) significativos. Por tal motivo, la rapidez con que las capas de rodamiento de los pavimentos asfálticos pierden su fricción lateral y longitudinal es un parámetro sobre el cual hay que prestar especial atención, tanto en su evaluación así como en su reducción.

Como antecedentes, existen estudios del Coeficiente de Pulimento Acelerado, CPA, de los materiales pétreos calizos de la zona noreste, realizados por la Dirección General de Carreteras Federales a través del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Texas en Austin. De igual forma, es de conocimiento público el interés de funcionarios de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT en realizar estudios en esta misma línea. También existe interés por el Gobierno del Estado de Nuevo León en realizar trabajos que mejoren la resistencia al deslizamiento en la zona metropolitana de Monterrey, lo cual ha dado pie a que el Gobierno del Estado a través de la Dirección de Caminos de Sistema de Caminos del Estado solicite trabajos de investigación al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey a través del Centro de Diseño y Construcción para poder dar una solución al problema existente.

En el área metropolitana de Monterrey se ha padecido desde hace mucho tiempo de incrementos muy grandes en el número de accidentes durante los días en que se presentan condiciones climáticas adversas, sobre todo, cuando se presentan precipitaciones pluviales, aunque éstas sean muy ligeras. Sin embargo, en los años recientes este problema se ha agravado, siendo común que en días lluviosos, se ocasionen mas de 100 accidentes durante un solo día, y cada vez se observa con más frecuencia que el número de accidentes sobrepasa 200. Cuando ocurre un accidente intervienen una serie de factores entrelazados, pero que pueden dividirse en tres grandes grupos para facilitar su análisis.

Factores climáticos. Como se mencionó, en el caso que nos ocupa la lluvia es el principal factor que agrava el problema, sin embargo existen otros que inciden indirectamente, como son el viento, la aridez de la región y la neblina. La lluvia disminuye el coeficiente de fricción entre los neumáticos y la superficie de rodamiento al provocarse el fenómeno conocido como acuaplaneo o hidroplaneo. El agua

es un líquido incompresible a los niveles de esfuerzo que se aplican por las cargas del tráfico de vehículos, además por la velocidad con que se circula se evita el desplazamiento del agua existente en el pavimento, generándose una película entre la llanta y la superficie de la vía, que impide un contacto adecuado. A este fenómeno se agrega el hecho que al presentarse una precipitación pluvial de poca intensidad (llovizna) el polvo existente sobre la calle no se lava, sino que se mezcla con el agua de lluvia formando un lodo que disminuye aún más la resistencia al derrapamiento. La presencia de polvo sobre la vialidad se genera por aridez de la zona, pero puede controlarse de alguna manera si se controlan las emisiones de polvos en la industria; el propiciar la vegetación de baldíos, además de los beneficios ecológicos, puede colaborar en la disminución de accidentes viales.

Factores del usuario. Dentro de los factores del usuario influyen, de manera principal, la educación vial y las condiciones mecánicas de los vehículos. Cabe mencionar que a nivel mundial más del 60% [2] de los accidentes son provocados por factores humanos, además como se mencionó en el inciso anterior la velocidad de circulación incide directamente en el fenómeno de acuaplaneo, a mayor velocidad de circulación menor resistencia al deslizamiento y mayor fuerza de inercia. Por ello conviene hacer notar que cualquier esfuerzo para incrementar la seguridad vial debe incluir una campaña eficaz de educación vial. Además es importante concienciar en la necesidad de mejorar las condiciones mecánicas de los vehículos, sobre todo en lo que se refiere al estado físico de los neumáticos, cabe recordar que el “dibujo” de las llantas tiene como función evitar que el agua existente en la superficie del pavimento quede atrapada bajo el neumático, por lo que una llanta en mal estado incrementa el riesgo de derrapar.

Factores de la vía. Entre estos factores podemos mencionar principalmente a la señalización, el drenaje y el pavimento. Por lo que se refiere al señalamiento éste debe ser claro y visible, el exceso de anuncios publicitarios en las proximidades de la vialidad quita atención del señalamiento y distrae a los usuarios de la vía. El rápido desalojo del agua aportada por la lluvia incrementa la seguridad de circulación, es necesario considerar acciones en este sentido. Por último, el pavimento, es el factor estudiado, se considera que de este son tres los aspectos que inciden, principalmente, en el problema de derrapamiento al ser determinantes en la textura de la superficie de rodamiento: la calidad del material pétreo, la calidad y tipo del asfalto empleado y la dosificación del asfalto y, en su caso, empleando agentes modificadores y/o aditivos.

2. Objetivo

El presente estudio pretende cumplir con el fin de dar una solución práctica a la problemática presentada y hacer partícipes de ella a los ingenieros de nuestro entorno. Por lo anterior la estrategia a seguir fue estudiar experimentalmente en el laboratorio el comportamiento de nuevos materiales asfálticos y pétreos, así como diferentes granulometrías y dosificaciones para elaborar mezclas asfálticas especiales y tratamientos superficiales antiderrapantes, que sean capaces de proveer a la superficie de rodamiento de una buena resistencia al deslizamiento.

3. Metodología

El estudio fue llevado a cabo bajo un enfoque metodológico de tipo experimental. Los trabajos experimentales se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Materiales Asfálticos del Departamento de Ingeniería Civil. Como parte de la metodología del estudio se propuso al Gobierno del Estado de Nuevo León establecer un seguimiento posterior al estudio del laboratorio mediante un control de fabricación y aplicación del tratamiento y una auscultación del comportamiento in situ, situación que permitirá la comparación de resultados del laboratorio con los de campo, con ello se pueden establecer importantes correlaciones de resultados, si existen. Llevar este seguimiento retroalimentará

continuamente los diseños iniciales de las mezclas y tratamientos empleados y dará pie a la elaboración de especificaciones de diseño, fabricación, aplicación y control de calidad de los mismos.

Para realizar los trabajos experimentales se siguieron normas de ensayos de laboratorios establecidas por diferentes países e instituciones nacionales e internacionales. Se emplearon las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, las normas de la American Society for Testing and Materials, (ASTM) y las normas españolas, (NLT). Los trabajos experimentales realizados fueron los siguientes: Caracterización de los materiales pétreos, materiales asfálticos y mezclas asfálticas que fueron objeto de estudio.

Como parte de la metodología se realizó una búsqueda bibliográfica para contar con evidencias que pongan de manifiesto la experiencia en lugares similares y así conocer características mecánicas y de comportamiento de soluciones para este tipo de deterioro en mezclas asfálticas. Se estudiaron seis (6) mezclas diferentes, tres (3) con una granulometría tipo Stone Matrix Asphalt, SMA, y tres (3) con granulometría tipo Open Graded, OG. En los dos tipos de mezclas asfálticas diseñadas se emplearon materiales pétreos diferentes y dichas mezclas asfálticas se describen a continuación.

M1. Mezcla asfáltica con granulometría tipo SMA, con tamaño máximo de agregado de 12 mm. El material pétreo en 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 caliza 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 en 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 caliza 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 en su fracción gruesa (> Malla No. 4) es 100% grava caliza, en su fracción fina (< Malla No. 4) es 100% arena caliza y el rellenedor (< Malla No. 200) es 100% calizo.

M4. Mezcla asfáltica con granulometría tipo Open Graded, con tamaño máximo de agregado de 12 mm. El material pétreo en 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 caliza y el rellenedor (< Malla No. 200) es 100% calizo.

M5. Mezcla asfáltica con granulometría tipo Open Graded, con tamaño máximo de agregado de 12 mm. El material pétreo en 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 caliza y el rellenedor (< Malla No. 200) es 100% calizo.

M6. Mezcla asfáltica con granulometría tipo Open Graded, con tamaño máximo de agregado de 12 mm. El material pétreo en su fracción gruesa (> Malla No. 4) es 100% grava caliza, en su fracción fina (< Malla No. 4) es 100% arena caliza y el rellenedor (< Malla No. 200) es 100% calizo.

Para cada una de las mezclas asfálticas estudiadas se elaboraron 2 probetas de 30 x 15 x 5 centímetros que emplea el prototipo o simulador conocido como ITESM Wheel Tracking. Estas probetas dentro del molde se someten a un calentamiento a 60°C durante 4 horas y dicha temperatura es conservada en el interior de la máquina de pista. Después de ensayar la probeta se obtiene la deformación vertical de la mezclas asfáltica en función del número de pasadas de la rueda cargada.

4. Resultados y Discusión

El análisis que se realizó en este trabajo se irá describiendo de acuerdo a los resultados obtenidos de propiedades de los materiales empleados y de las mezclas estudiadas.

Cemento asfáltico modificado con polímero SBS. El cemento asfáltico empleado en el diseño de las seis (6) mezclas asfálticas tiene valores de propiedades mecánicas como las mostradas en la Tabla 1 a continuación. [1] [2].

En la Tabla 1 se muestran valores para caracterizar el cemento asfáltico mediante normas ASTM (American Society for Testing Materials) y por SHRP (Strategic Highway Research Program). Este último programa norteamericano definió el término PG (Performance Graded) para caracterizar el cemento asfáltico con base a su comportamiento a temperaturas extremas. Para el caso mostrado en la tabla el rango de temperaturas de trabajo adecuadas para este tipo de cemento asfáltico es entre -22 °C y 76 °C.

Tabla 1.- Valores de parámetros medidos del cemento asfáltico modificado.

Parámetro	Unidad	Valor	Especificación
Densidad	g/cm ³	1.033	ASTM D70-86
Reblandecimiento A&B	°C	60	ASTM
Penetración 25 °C, 100g, 5 seg.	0.1 mm	65	ASTM D5-86
Grado de comportamiento SHRP		PG76-22	SHRP

Adicionalmente, este mismo cemento asfáltico modificado con el 3% de SBS (Estireno-Butadieno-Estireno) se caracterizó por comportamiento mediante el Método Universal de Caracterización de Ligantes, UCL, [3] [4], (Figura 1). Como podemos observar las pérdidas por desgaste al Cántabro tanto en bajas como en altas temperaturas son menores en el cemento asfáltico modificado con polímero que en el cemento asfáltico convencional. Esto indica que la susceptibilidad térmica del primero es más baja por lo cual presentará un mejor comportamiento dentro del rango de temperaturas de trabajo.

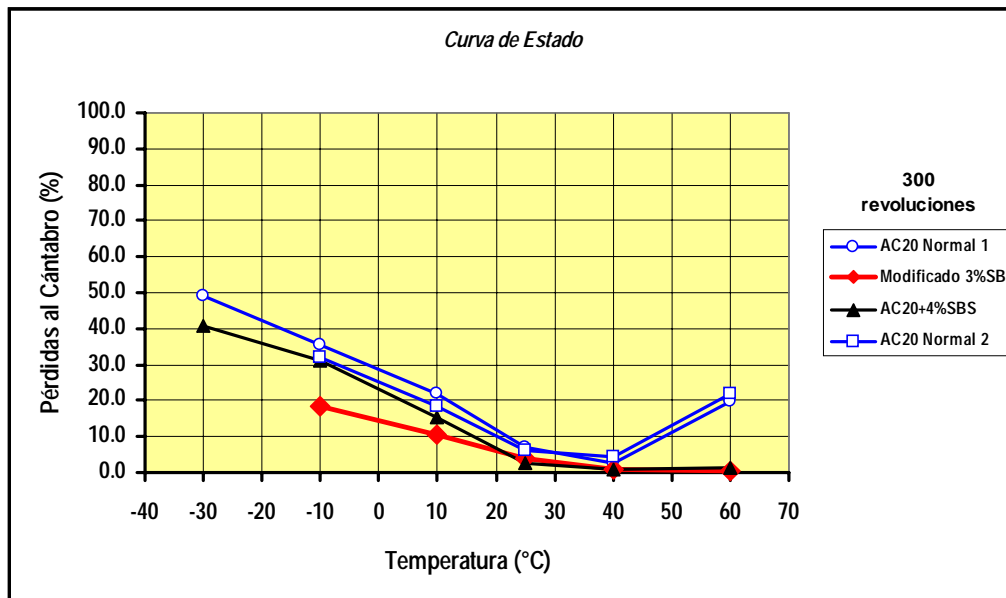


Figura 1. Curva de estado Método UCL para cementos asfálticos modificados.

Las pérdidas por desgaste al Cántabro a 60°C para ambos cementos asfálticos muestran una diferencia de más de 15°C, siendo menor la del modificado con polímero. De acuerdo a trabajos realizados en el Laboratorio de Asfaltos del ITESM empleando la Máquina de Pista Wheel Tracking, las deformaciones plásticas en mezclas fabricadas con asfaltos modificados con polímeros son bastante menores que en las mezclas fabricadas con cementos asfálticos convencionales. [5] [6].

Materiales pétreos empleados en las mezclas asfálticas. Las granulometrías empleadas en las seis (6) mezclas asfálticas se presentan en la Tabla 2. Las mezclas M1, M2 y M3 presentan un porcentaje que pasa la Malla No. 4 del 37.3% máximo con lo cual se obtiene un porcentaje retenido en esta malla de 62.5% mínimo, y un porcentaje de vacíos en la mezcla asfáltica del orden del 5.5% en promedio. Por otro lado, en las mezclas restantes, M4, M5 y M6, el valor mínimo retenido en la Malla No. 4 es del 79.9%, lográndose con esto vacíos en la mezcla asfáltica del orden del 15.3% en promedio, (Tabla 4). En ambos casos es importante mencionar el fuerte esqueleto mineral proporcionado por estos porcentajes de material grueso y el alto porcentaje de vacíos por el poco porcentaje de finos. De estas condiciones se espera una mezcla asfáltica con buenos comportamientos a las deformaciones plásticas permanentes, roderas.

Tabla 2.- Granulometría de trabajo de mezclas asfálticas en % que pasa cada malla.

Malla	1/2"	3/8"	1/4"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
M1	99.8	78.6	52.5	37.3	27.5	21.0	15.9	13.2	10.2	8.6
M2	99.4	89.3	53.0	35.8	28.0	21.0	16.0	13.1	9.6	6.4
M3	99.6	85.6	52.0	32.7	20.0	17.0	15.0	12.0	9.6	7.0
M4	99.6	66.5	30.0	19.9	16.8	14.4	11.1	7.9	6.4	5.3
M5	99.3	74.3	25.6	17.6	16.3	14.2	10.0	7.7	6.1	5.2
M6	99.6	65.3	24.5	19.1	17.1	15.0	11.7	8.5	6.8	5.7

Tabla 3. Propiedades mecánicas de las granulometrías ensayadas.

Propiedades Mecánicas	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Densidad, g/cm ³	2.735	2.937	2.635	2.753	3.048	2.636
Equivalente de arena, %	66	65	60	67	68	67
Contracción lineal, %	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Absorción, %	0.5	0.7	0.5	0.5	0.9	0.5

Parámetros de diseño de las mezclas asfálticas. Para diseñar las mezclas asfálticas determinando el contenido óptimo se empleó para las mezclas M1, M2 y M3, el método Marshall, y para las mezclas M4, M5 y M6, el método Cántabro de pérdidas por desgaste. Tanto la Tabla 4 como la Tabla 5 contienen los valores de los parámetros de diseños para cada uno de los métodos mencionados.

De los valores de la Tabla 4 hay que aclarar que el porcentaje de cemento asfáltico modificado es con relación al peso seco suelto del agregado pétreo. También la densidad aparente es de las probetas Marshall elaboradas con 75 golpes por cara y pesadas al aire y por último las estabilidades Marshall son corregidas por diferencias de alturas promedios con los 63.5 mm y ensayadas a 60°C.

En los seis (6) diseños de las mezclas asfálticas se evaluó la acción que el agua tiene a la desenvuelta, dicho en otras palabras, la resistencia a la adhesividad pasiva de todas. Esto se logró en las mezclas tipo SMA mediante el cambio que sufrieron las mezclas en su estabilidad Marshall y en su

resistencia a tensión indirecta después que fueron sometidas a la acción del agua a 60°C durante 24 horas. En el caso de la mezclas tipo Open Graded la adhesividad pasiva se evaluó mediante las pérdidas por desgaste al Cántabro. En todos los casos el comportamiento es excelente lo cual explica la buena cohesión que estas mezclas tendrán cuando la acción del agua potencie la pérdida de cohesión.

Tabla 4. Parámetros de diseño para las mezclas asfálticas M1, M2 y M3.

Parámetro Medido	M1	M2	M3
Contenido de Cemento Asfáltico, en %	4.6	4.7	4.6
Densidad aparente, en g/cm ³	2.415	2.522	2.371
Estabilidad Marshall, en Kg	960	1067	831
Flujo Marshall, en mm	4.3	4.5	4.4
Vacíos en la Mezcla Asfáltica, en %	5.5	7.0	3.9
Vacíos 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 ²	6.8	8.0	6.6
Resistencia a tensión indirecta, 25°C, tras inmersión 24 h a 60°C, en Kg/cm ²	6.6	8.3	6.4
Tensión indirecta retenida, en %	97	100	97

Tabla 5. Parámetros de diseño para las mezclas asfálticas M4, M5 y M6.

Parámetro Medido	M4	M5	M6
Contenido de Cemento Asfáltico, en %	4.0	4.0	4.0
Densidad aparente, en g/cm ³	2.190	2.338	2.177
Vacíos en la Mezcla Asfáltica, en %	15.3	17.8	13.4
Pérdidas de desgaste al Cántabro, en % a 25°C	5.3	6.7	9.0
Pérdidas de desgaste al Cántabro, en %, a 25°C tras inmersión 24 h a 60°C	6.3	12.0	10.5

Resistencia a las deformaciones plásticas permanentes de las mezclas asfálticas, roderas.

Otro parámetro empleado para lograr un diseño más racional de las mezclas asfálticas fue la resistencia a las deformaciones plásticas permanentes, la cual al ser baja propicia la aparición de rodera conocidas en la literatura anglosajona como “rutting”. Resultados a manera de gráfica del ensayo ITESM-Wheel Tracking para una de las mezclas asfálticas ensayadas se muestran en la Figura 2.

Los resultados de las seis (6) mezclas asfálticas se pueden observar en la Tabla 6 adelante. Como era de esperarse el rango de deformaciones plásticas permanente de las mezclas tipo SMA es menor al que se obtuvo para las mezclas tipo Open Graded, siendo la razón principal la diferencia de vacíos en los dos tipos de mezclas asfálticas. En cada uno de los dos tipos de mezclas asfálticas, SMA y Open Graded, la presencia de dolomitas y de escorias de acería mejoró la resistencia a la deformación plástica permanente, ya que se observan menores deformaciones que al emplear material pétreo solo

calizo. Estos dos materiales presentan un mejor rozamiento entre las partículas de gravas lo cual se debe a la microtextura de cada uno de ellos, son más ásperas que la del material calizo.

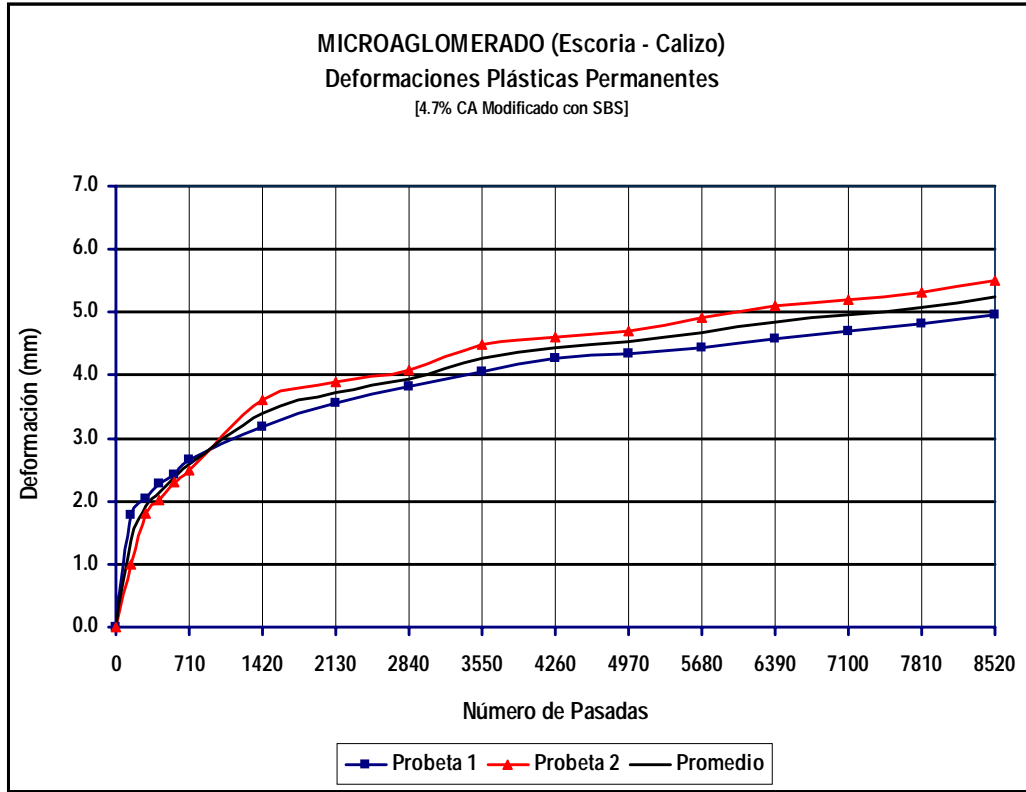


Figura 2. Deformaciones plásticas permanentes de una de las mezclas asfálticas estudiadas.

Esta misma condición se pudo observar en los resultados del coeficiente de resistencia al deslizamiento, CRD, medido con el péndulo de fricción inglés a 25°C en las pastillas elaboradas en el Laboratorio de Materiales Asfálticos del ITESM para la máquina de pista Wheel Tracking. Estos valores del CRD son bastantes aceptables si se comparan con mediciones realizadas con el mismo dispositivo en calles del área metropolitana de Monterrey, las cuales tienen valores del CRD entre 0.32 y 0.40.

5. Conclusiones

Como conclusiones del presente estudio se pueden mencionar que para la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey es muy importante emplear mezclas asfálticas con características antiderrapantes debido a la problemática prevaleciente en la zona en condiciones de pavimento mojado. Los aspectos económicos pueden ser una limitante ya que este tipo de mezclas asfálticas son en sí más caras que las mezclas asfálticas convencionales.

La metodología de diseño empleando adicional al método Marshall y Cántabro la máquina de pista ITESM-Wheel Tracking, tensión indirecta y el Péndulo de Fricción Inglés, coadyuva a tener mejores diseños ya que se obtienen parámetros adicionales que ayudan a obtener decisiones más apegadas al comportamiento que tendrán las mezclas asfálticas.

Tabla 6. Parámetros de diseño para todas las mezclas asfálticas.

Parámetro Medido	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Deformación plástica, en mm, a 8520 pasadas	4.4	5.2	7.1	7.9	8.9	14.1
Velocidad de Deformación, en mm/min, entre 6390 y 8520 pasadas	0.059	0.025	0.135	0.048	0.034	0.019
Densidad aparente, en g/cm ³	2.126	2.201	2.126	1.949	2.097	1.898
Densidad aparente con relación a la densidad Marsahl, en %	88	87	90	89	89	87
Coefficiente de Resistencia al Deslizamiento CRD (NLT-175/88) (ASTM E303-93), 25°C	0.77	0.83	0.77	0.76	0.70	0.65

Es de suma importancia elaborar tramos de prueba en diferentes puntos del área metropolitana de Monterrey bajo condiciones de tránsito diferentes, realizando en ellos auscultaciones periódicas por un tiempo razonable y evaluar la evolución de ciertos parámetros que indiquen cuál es el diseño que mejor cumple con los objetivos planteados inicialmente.

6. Referencias

- [1] "Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing". SUPERPAVE Series N°.1 (SP-1), Asphalt Institute, USA. 1994.
- [2] "Superpave Level 1 Mix Design". SUPERPAVE Series N°.2 (SP-2), Asphalt Institute, USA. 1995.
- [3] Miró Recasens, J. R. "Metodología para la caracterización de ligantes asfálticos mediante el empleo del ensayo Cántabro". Tesis Doctoral. ETSECCPB, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 1994.
- [4] Pérez Jiménez, F. & Miró Recasens, R. "Caractérisation mécanique de liants asphaltiques: méthode UCL". Proceedings of the Fifth International RILEM Symposium of Mechanical Test for Bituminous Materials, Recent Improvements and Future Prospects, Lyon, France, pp. 41-46. 1996.
- [5] Fonseca Rodríguez, C., Serment Guerrero, V. y Villalobos Dávila, R., "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. 1999.
- [6] Fonseca Rodríguez, C., Serment Guerrero, V. y Villalobos Dávila, R., "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. 1999.

Producción durante un proceso de degradación con peróxido, de compósitos de polipropileno reforzados con fibras de carbono formadas por deposición de vapor.

Jaime Bonilla, Carlos Cárdenas, Luis Rey Assem, Héctor Silva

Se produjeron compósitos de polipropileno (PP) reforzados con fibras de carbono formadas por deposición de vapor, con y sin peróxido orgánico, para determinar el efecto que tiene el peróxido sobre las propiedades reológicas de los compósitos. Se encontró que la viscosidad del compósito se incrementa cuando se añade el peróxido durante el proceso de integración. Debido a que el comportamiento esperado tras la adición de peróxido en resinas de PP es el opuesto al observado en el presente trabajo, se propone la hipótesis de una vinculación química entre la matriz polimérica y las fibras de carbono, así como un procedimiento para su evaluación.

Palabras clave: Materiales compósitos, Fibras de carbono, Polipropileno

1. Introducción

El polipropileno (PP) es un termoplástico conveniente en el aspecto comercial debido a su fácil procesamiento. Además, su tecnología de polimerización es eficiente y de bajo costo. Las aplicaciones finales de las distintas resinas de polipropileno se basan en las diferencias que existen entre sus distribuciones de pesos moleculares (MWD), así como en la formulación de sus aditivos. Para lograr producir resinas comerciales con distintas especificaciones de manufactura, las resinas de polipropileno de grado reactor (RGPP) son comúnmente modificadas mediante un proceso conocido como vis-cracking, el cual se realiza durante la extrusión de los pellets, resultando finalmente en resinas con viscosidades modificadas. Este proceso se lleva a cabo al hacer reaccionar las resinas RGPP con un peróxido orgánico, el cual ataca los carbonos terciarios de las cadenas de polipropileno (ver Figura 1). El proceso de extrusión activa al peróxido ya que las altas temperaturas lo transforman en radicales libres. La reacción que se da entre los radicales libres del peróxido y las cadenas de polipropileno produce radicales poliméricos, los cuales se asume son terminados por una serie de reacciones con antioxidantes y otros aditivos de la resina.[1] Previo al proceso de extrusión, el peróxido es añadido, junto con otros aditivos, a la resina proveniente del reactor (RGPP). Esta mezcla se seca para entonces ser introducida al extrusor, formando así pellets con una distribución de pesos moleculares distinta a la de las resinas RGPP. La predicción de la MWD final tras el proceso vis-cracking ha sido modelada en un trabajo previo, logrando una buena correlación con resultados experimentales.[2]

Las aplicaciones en ingeniería de los materiales poliméricos son en su mayoría como compósitos, los cuales pueden ser definidos como la combinación macroscópica con interfase identificable, de distintos materiales, de los cuales uno es conocido como la matriz y el resto como cargas.[3]

Dr. Jaime Bonilla Ríos. Director de Investigación y Extensión del ITESM campus Monterrey.
Carlos Cárdenas. Estudiante de la licenciatura en ciencias químicas. ITESM campus Monterrey.
Luis Rey Assem. Estudiante de ingeniería química. ITESM campus Monterrey.
Héctor Silva. Estudiante de ingeniería química. ITESM campus Monterrey

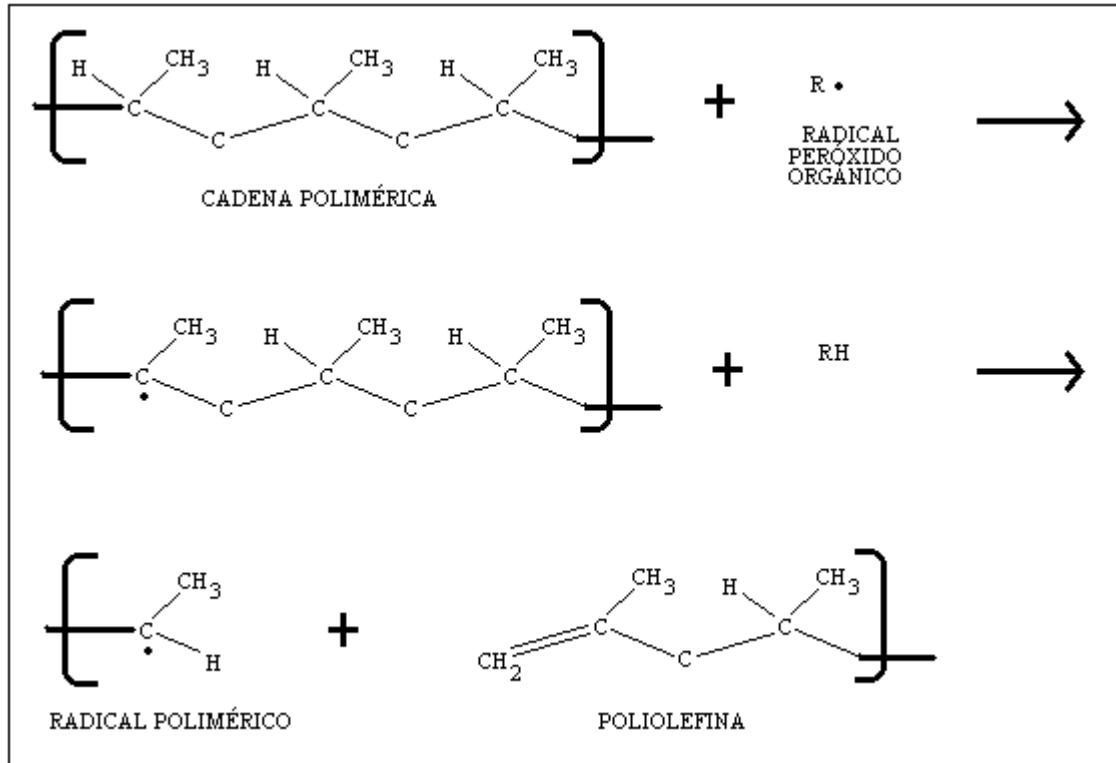


Figura 1. Reacciones químicas del proceso vis-cracking

Dependiendo de su naturaleza, las cargas pueden conferir a los compósitos propiedades tales como dureza, fuerza, rigidez, resistencia térmica, resistividad eléctrica reducida, etc., permitiendo así el mejoramiento de su desempeño.[4] Las características de un material compósito son resultado de las propiedades de los materiales que lo constituyen, así como de sus interacciones (naturaleza de la interfase) y de su distribución geométrica.[4]

La interfase es una región de grosor determinado en la cual las propiedades físicas, tales como la fuerza y el coeficiente de expansión térmica, cambian abruptamente, generando así un punto crítico donde se puede dar un punto de falla en la adhesión.[5] El fenómeno de adhesión se refiere a la condición bajo la cual dos cuerpos no similares se mantienen juntos por contacto de interfase,[6] y es resultado de tres principales tipos de interacción: mecánico (anclaje), físico (fuerzas atractivas tales como interacciones dipolo-dipolo o de van der Waals), y químico (ya sea enlace covalente o de hidrógeno). [5] Entre éstas, el enlace covalente es el más deseable ya que presenta la interacción de enlace más fuerte, y por lo tanto mejor adhesión.[5]

El tipo de carga de refuerzo más ampliamente usado en los compósitos es de tipo fibroso, ya que muchos materiales son mucho más fuertes y rígidos en esta forma que en masa.[8] Las fibras de carbono son agentes de refuerzo muy atractivos para compósitos de matriz polimérica ya que presentan valores excepcionalmente altos de módulo de tensión, razón de fuerza de tensión sobre peso y fuerza de fatiga, así como un muy bajo coeficiente de expansión lineal térmica.[7] En particular, las fibras de carbono formadas por deposición de vapor (VGCF's por su nombre en inglés vapor-grown carbon fibers) presentan dimensiones nanométricas y propiedades físicas, tales como alta fuerza, alta dureza, conductividad eléctrica y térmica; que las hacen buenos candidatos para la producción de compósitos con propiedades ampliamente mejoradas. [9] Como se muestra en la Figura 2, las VGCF's presentan una estructura de cilindros concéntricos, los cuales son de naturaleza gráfica. [9]

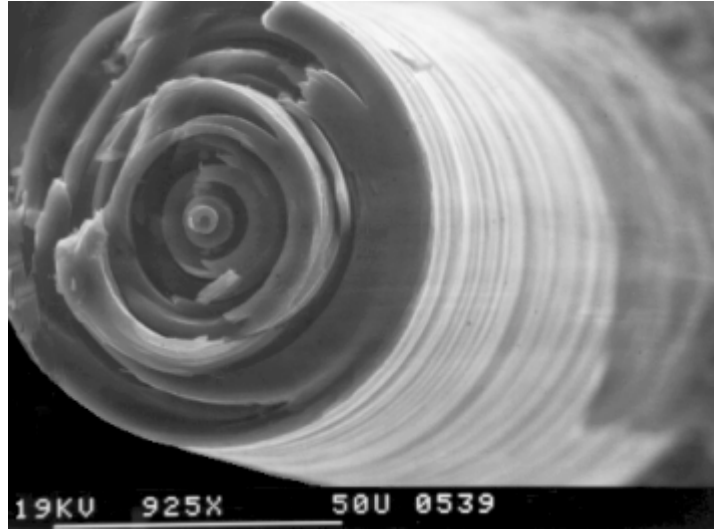


Figura 2. Imagen de microscopio electrónico de barrido (SEM) de una VGCF, por Applied Sciences, Inc.

El desarrollo de compósitos de matriz polimérica utilizando VGCF's como refuerzo ha sido reportado por varios autores, [11,12,13] logrando aumentar la conductividad térmica y eléctrica, así como las propiedades mecánicas. Se cree que el mejoramiento de estas propiedades físicas se ha limitado debido a una mala interacción entre las fibras y la matriz, [11,12] por ello se espera un mejoramiento mayor de las propiedades mecánicas al lograr un enlace químico entre las VGCF's y la matriz polimérica. [14]

En el presente trabajo, compósitos de PP con VGCF's como carga fueron producidos *in situ* durante una simulación del proceso vis-cracking. Para ello, se incorporó la carga y se aplicó trabajo mecánico de mezclado sobre una resina de PP en presencia de un peróxido orgánico a una temperatura elevada bajo la cual el peróxido se descompone en radicales libres y el material polimérico es fluido como para permitir el mezclado adecuado. Con ello se espera que los radicales poliméricos formados, además de reaccionar con otras cadenas de polímero, reaccionen con las VGCF's, logrando así una mejora en la adhesión y, consecuentemente, en las propiedades mecánicas.

2. Metodología

En el presente estudio se utilizó polipropileno de grado reactor (RGPP) con un índice de flujo MFI 12, producido por ATOFINA. Se generaron dos distintos compósitos: la muestra 1 (PP, VGCF's 0.5% peso, peróxido 100 ppm), y la muestra 2 (PP, VGCF's 0.5% peso, sin peróxido). La adición del peróxido a la muestra 1 se realizó de la siguiente manera: 0.4 g de peróxido DHBP (2,5-dimetilhexano-2,5-di-*t*-butilperóxido) conocido como Lupersol 101 fueron disueltos en metanol hasta obtener un volumen total de 1 L. 10 mL de esta solución fueron mezclados con una muestra de 40g de la resina de PP, dejando reposar la mezcla a condición ambiente durante 24 horas. Tras este período, la suspensión fue evaporada por calentamiento a presión atmosférica, obteniendo finalmente un material sólido de color blanco. El metanol fue seleccionado como solvente para este procedimiento ya que a su temperatura de ebullición el peróxido no se descompone significativamente. Se utilizaron fibras de carbono formadas por deposición de vapor (VGCF's) conocidas como Pyrograph-III, las cuales son producidas por Applied Sciences, Inc. Estas fibras fueron sometidas previamente a un proceso de purificación al ser expuestas durante 72 hrs a una solución acuosa de ácido nítrico (35% en peso), promoviendo de manera simultánea la formación de grupos funcionales que contienen oxígeno.[14] La presencia de estos grupos

funcionales es deseable ya que por su reactividad pueden facilitar la vinculación química con el polímero. Los compósitos fueron elaborados de la siguiente manera: para la muestra 1, se utilizó el PP con peróxido preparado previamente y se introdujo en un equipo de mezclado Brabender junto con 2 g de VGCFs previamente purificadas, se mezcló a una temperatura de 180°C a 55 rpm durante 8 minutos; para la muestra 2, se tomaron 40 g de PP sin peróxido, los cuales fueron introducidos en el mismo equipo Brabender con 2 g de VGCFs previamente purificadas, se mezcló bajo las mismas condiciones que la muestra 1. Una tercera muestra (muestra 3) fue preparada bajo las mismas especificaciones que la muestra 1, a excepción que las VGCFs fueron integradas hasta después de un período de 8 minutos en el equipo Brabender bajo las condiciones indicadas; una vez incorporada la carga se continuó con el mezclado durante un segundo período de 8 minutos. Con esta tercera muestra se pretende aislar el efecto que pudiera tener la degradación del PP con las VGCF's *in situ*. Es importante notar en este punto que tras un período de 8 minutos, la concentración de peróxido cambia de 100ppm a un valor despreciable de 0.01ppm,[1] por lo que en la muestra tres las VGCF's son incorporadas una vez terminado el proceso de degradación.

Se realizaron mediciones de viscosidad con las tres muestras utilizando un reómetro rotatorio de cono de 22 mm de diámetro. Las mediciones se realizaron a 210° C.

3. Resultados y Discusión

Las mediciones reológicas realizadas en la muestra 1 (PP con peróxido, VGCF) y la muestra 2 (PP sin peróxido, VGCF) se muestran en la Figura 3. La gráfica de viscosidad vs. razón de corte muestra viscosidades más altas para la muestra 1 en comparación con la muestra 2 a una temperatura de 210°C.

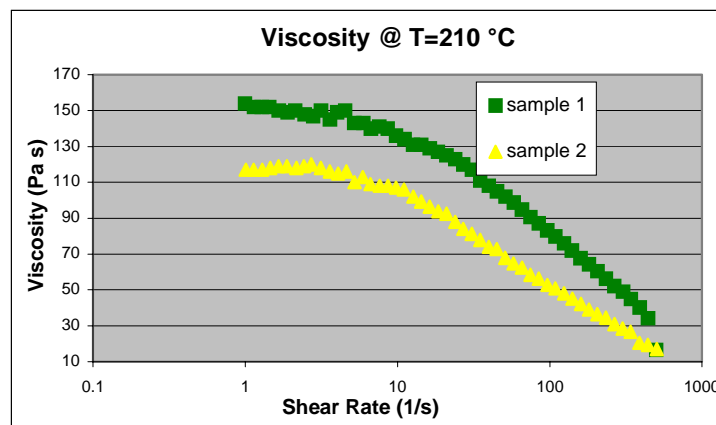


Figura 3. Gráfica de viscosidad vs. razón de corte para ambas muestras

La respuesta reológica de una resina es indicativo de su estructura molecular así como de su distribución de pesos moleculares (MWD). La viscosidad de corte cero (zero shear viscosity) es a su vez indicativo del peso molecular promedio (M_w) de una resina. La Tabla 1 presenta el resultado de regresiones lineales en la región Newtoniana de las curvas de viscosidad contra razón de corte para ambas muestras. Los resultados indican que las resinas se comportan de una manera en la cual la muestra 1 tiene un M_w mayor que el de la muestra 2. De acuerdo con investigaciones anteriores,[2] la adición de peróxido disminuye el valor del M_w del polipropileno al reaccionar con las cadenas a una temperatura de 180° C. Por lo tanto, se esperaría observar una viscosidad más baja en la muestra 1 (que contiene peróxido) que en la muestra 2 (que no contiene peróxido). Sin embargo, lo opuesto es observado. Los resultados de este estudio sugieren la existencia de una interacción más fuerte entre la matriz de PP y las VGCF's como resultado de la degradación con peróxido del polipropileno realizada *in situ* con las fibras.

Para corroborar esta suposición, se generó la muestra 3 incorporando las fibras a la matriz una vez terminado el proceso de degradación con peróxido. Se realizaron las mismas pruebas reológicas con la muestra 3, mostrando una separación de fases durante la medición: el material negro (fibras de carbono) migró hacia las orillas, dejando una región transparente al centro. Por lo tanto, se sugiere que la interacción observada en la muestra 1 sólo se logra cuando las VGCF's son incorporadas al material durante la degradación con peróxido.

Zero shear viscosity		
Muestra 1	153	Pa s
Muestra 2	118	Pa s

Tabla 1. Viscosidad de corte cero (Zero shear viscosity) para ambas muestras.

4. Conclusiones

Las mediciones reológicas de este estudio sugieren un incremento de la interacción entre la matriz de PP y la carga de VGCF's cuando la degradación con peróxido se realiza con la carga *in situ*. Este incremento de adhesión entre el PP y las VGCF's puede ser causado de manera mecánica o química. En el caso de un incremento por interacción mecánica, las cadenas de PP son degradadas y reordenadas sobre la superficie de las fibras, facilitando un anclaje adecuado; esto es, la integración de las dos fases se facilita por una movilización de las cadenas poliméricas que no se logra bajo procedimientos convencionales de mezclado en la fase fluida. Por otro lado, la interacción puede ser de tipo químico como consecuencia de una reacción durante la producción de la muestra 1, en la cual los radicales poliméricos resultantes del ataque del peróxido al PP, reaccionan con la superficie de las VGCF's. De esta manera, la matriz y la carga quedan enlazadas químicamente.

Trabajo futuro

Para respaldar resultados, es necesaria la preparación de un mayor número de compósitos con distintas cantidades de VGCF's y peróxido. En tal caso, son necesarios estudios de fractura a nivel microscópico así como análisis químicos para determinar la naturaleza de la interacción entre la fibra y la matriz de PP.

5. Referencias

- (1) Fritz, H.G.; Stöhrer, B. *Polymer Compounding Process for Controlled Peroxide-Degradation of PP*. Intern. Polym. Poc., **1986**, 1, 31-4100:28.
- (2) Bonilla, J. *Effects of Peroxide on Molecular Weight and Rheological Properties of Polypropylene Resins*. Doctoral thesis. Texas A & M University. College Station, TX. 1996.
- (3) Mangonon, P.L. *The Principles of Materials Selection for Engineering Design*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1999.
- (4) Berthelot, J.M. *Composite Materials, Mechanical Behavior and Structural Analysis*. Springer. New York, N.Y. 1999.
- (5) Scheirs, J *Compositional and Failure Analysis of Polymers*, John Wiley and Sons, LTD., Chichester, England. 2000.

- (6) Wu, S. *Polymer Interface and Adhesion*, Marcel Dekker, Inc., New York, N.Y. 1982.
- (7) Mallick, P.K. *Fiber-Reinforced Composites*, second edition, Marcel Dekker, Inc., New York, N.Y., 1993.
- (8) Gibson, R.F. *Principles of Composite Material Mechanics*, McGraw-Hill, New York, N.Y., 1994.
- (9) <http://www.apsci.com/asi>
- (10) Van Hattum, F.W.J.; Benito-Romero, J.M.; Madroñero, A.; Bernardo, C.A. *Carbon* **1997**, 35, 1175-1183.
- (11) Lozano, K; Zheng, A; Mayeaux, B; Espinoza, N; Yowell, L; Provenzano, V; Shull, R; Files, B; Bonilla, J; Barrera, E. *Powder Materials: Current Research and Industrial Practices. The Minerals, Metals and Materials Society*, **1999**, 341-348.
- (12) Carneiro, O.S.; Covas, J.A.; Bernardo, C.A.; Caldeira, G.; Van Hattum, F.W.J.; Ting, J.-M.; Alig, R.L.; Lake, M.L. *Composites Science and Technology* **1998**, 58, 401-407.
- (13) Macedo, F.J.; Ferreira, J.A.; Van Hattum, F.W.J.; Bernardo, C.A. *Journal of Materials Processing Technology* **1999**, 92-93, 151-155.
- (14) Lozano, K; Files, B; Rodríguez-Macías, F; Barrera, E.V. *Powder Materials: Current Research and Industrial Practices. The Minerals, Metals and Materials Society* **1999**, 333-340.

PRODUCCION Y CARACTERIZACION DE METIL-ESTERES PARA SU USO EN MOTORES DIESEL A PARTIR DE MEZCLAS DE ACEITES CON UN CONTENIDO VARIABLE DE ACEITE DE COCO

José Luis Sánchez¹ y Oliver Probst^{2*}

En el presente trabajo se reportan algunos experimentos en los cuales se logró usar aceites vegetales con altos índices de yodo (aceite comercial de maíz y aceite de reuso de una cafetería) para la producción de metil-ésteres aptos para la combustión interna en motores Diesel. La reducción necesaria del índice de yodo se logró mediante la preparación de mezclas de aceites con un contenido definido de aceite de coco y la posterior elaboración de metil-ésteres (biodiesel) a través de una transesterificación con catalizador alcalino. Como resultado de estos experimentos observamos una reducción significativa del índice de yodo del biodiesel elaborado la cual permite cumplir con los estándares internacionales para este combustible. Al variar la fracción de aceite de coco se observa una variación correspondiente del índice de yodo del biodiesel. Una desventaja del procedimiento descrito es un aumento de la viscosidad del biodiesel el cual es aproximadamente proporcional a la fracción del aceite de coco en la mezcla. Sin embargo, existe una ventana para el porcentaje del aceite de coco en la cual el biodiesel elaborado cumple tanto con el estándar para la viscosidad como con el para el índice de yodo. La aplicación de esta investigación consiste en la posibilidad de usar aceites normalmente no aptos para la producción de metil-ésteres pero disponibles en grandes cantidades y a precio competitivo (como el aceite de maíz) como materia prima para biodiesel.

Palabras clave: Biodiesel, metil-ésteres, aceites vegetales, aceite de coco, índice de yodo, viscosidad

1. Introducción

El uso masivo de las fuentes fósiles, empezando en la segunda mitad del siglo 18 y continuando a la fecha, ha conducido a una alteración significativa del clima global (ver por ejemplo, [1]) cuyas consecuencias todavía no se pueden medir en su totalidad. Por otro lado, estudios cuidadosos de la producción de petróleo y gas natural en las diferentes regiones del mundo así como de los nuevos hallazgos de reservas indican que dentro de pocos años la producción de estos combustibles clave de la economía mundial pasará pronto por su máximo [2].

De lo anterior queda claro que la búsqueda de fuentes y tecnologías alternativas de energía debe ser una de las prioridades mundiales en los próximos años y décadas. Dos características de estas nuevas fuentes y tecnologías son esenciales: La *minimización del impacto ambiental* y la *renovabilidad*.

De los diferentes sectores el transporte ha sido uno con mayor dinamismo en el pasado; a la vez representa una de las fuentes más importantes de la contaminación del aire, particularmente en los grandes centros urbanos, destacándose la situación en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Intentos de controlar las emisiones provenientes de los vehículos particulares y camiones en la ZMVM han tenido un impacto muy modesto sobre la concentración de los contaminantes en la atmósfera por lo cual soluciones alternativas siguen siendo urgentes. En las zonas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey se esperan condiciones igualmente preocupantes dentro de pocos años.

¹ Ing. José Luis Sánchez, Departamento de Ingeniería Agrícola, ITESM Campus Monterrey

² Dr. Oliver Probst, Director, Departamento de Física e Investigador, Centro de Estudios de Energía, ITESM Campus Monterrey

* Autor para correspondencia: oprobst@campus.mty.itesm.mx, Tel. 83-58-20-00 ext. 4631

2. Biocombustibles y biodiesel

Una alternativa interesante para la reducción de la contaminación del aire son los *biocombustibles* que a la vez cuentan con el beneficio de la renovabilidad. Los biocombustibles son por lo menos neutros en su balance de CO₂ y por lo tanto ayudarían a la mitigación del cambio climático. Además, prácticamente no contaminan en el proceso de su elaboración, a diferencia de los combustibles elaborados en base a fuentes fósiles los cuales causan una serie de daños ambientales desde la extracción hasta el despacho final.

Una opción muy interesante son los llamados metil-ésteres, mejor conocido como biodiesel, que se pueden elaborar a partir de una gran variedad de aceites vegetales y animales. El aceite de mayor uso para este tipo de combustible ha sido la canola (“rapeseed”), principalmente debido a su amplia disponibilidad en países con clima templado como Alemania, Austria o Francia [3]. En México existen muchas opciones adicionales para la materia prima del biodiesel por lo cual un estudio cuidadoso de las diferentes opciones y sus propiedades técnicas y económicas es de suma importancia.

En el presente estudio reportamos algunos resultados realizados con aceite de maíz y aceite de reuso proveniente de una cafetería y fracciones variables de aceite coco. Estos trabajos fueron motivados por el alto *índice de yodo* que tiene tanto el aceite de maíz como el aceite de reuso estudiado. El índice de yodo es una medida para el número de doble enlaces contenidos en los triglicéridos que conforman el aceite. Un biodiesel con un índice de yodo alto tiende a formar depósitos altamente viscosos en algunas partes clave del motor (por ejemplo, en los inyectores) por lo cual las normas internacionales estipulan un valor máximo de 115. Aceite de maíz tiene un índice de yodo de 123 (debido a su alto contenido de ésteres del ácido linoléico que muestra una doble insaturación en su cadena de 18 átomos de carbono) por lo cual no se presta normalmente para la producción de biodiesel. En cambio, aceite de coco el cual consiste principalmente de ácidos grasos saturados, tiene un índice de yodo de tan sólo 10 por lo cual una mezcla de ambos debería de poder alcanzar valores por debajo de 115. El inconveniente en el uso del aceite de coco es su alta viscosidad por lo cual su fracción en la mezcla no puede ser muy alta.

3. Procedimiento experimental

Se elaboraron y caracterizaron seis muestras de biodiesel elaborados con contenidos variables de aceites de coco con aceite de maíz (marca Mazzola) y seis muestra con aceite de reuso (marca del aceite nuevo Gardenia) como aceite principal. Las fracciones volumétricas del aceite de coco fueron 0, 5, 10, 15, 20 y 25% en ambos casos.

En todos los casos se elaboró primero una mezcla homogénea de los aceites usados. La transesterificación se realizó en todos los casos con metanol como reactivo e hidróxido de sodio como catalizador. Se elaboró primero a temperatura ambiente una mezcla del metanol con el hidróxido de sodio para formar metóxido de sodio; después de una breve agitación se agregó el metóxido a la mezcla de aceite cuya temperatura se mantenía a 65°C. La proporciones utilizadas son las reportadas en la literatura [3], es decir 220ml de metanol y 3.5g de catalizador por cada litro de aceite, las cuales corresponden a las relaciones estequiométricas (tres moles de metóxido de sodio por mol de aceite) En el caso del aceite de reuso se realizó primero una titulación con NaOH para neutralizar ácidos grasos libres existentes en la muestra. Se permitió la reacción bajo una constante agitación durante dos horas. Después de este lapso se hizo una separación de la fase gruesa formada en la reacción (glicerina) y la fase ligera (biodiesel) mediante decantación. Para esto, se dejó reposar la mezcla durante ocho horas en un recipiente con fondo cónico; posteriormente se drenó la fase gruesa hasta que apareciera la fase ligera la cual se analizó posteriormente.

Para la caracterización de las muestras se midieron cuatro parámetros: (i) Densidad, (ii) viscosidad cinemática, (iii) índice de yodo y (iv) punto de cristalización. Este último fue definido como aquella temperatura en la cual se empezaron a formar pequeños depósitos sólidos en la muestra. La densidad fue determinada pesando un recipiente de volumen conocido con y sin muestra. La viscosidad cinemática se determinó mediante un viscosímetro de Oswald. El índice de yodo fue determinado mediante el procedimiento de Hanus [3].

4. Resultados

Los resultados de las pruebas realizada se resumen en forma compacta en la tabla 1. Se puede observar que la densidad de todas las muestras estuvo alrededor de 0.88 g/cm³; el aumento de la densidad con la fracción de aceite de coco no fue significativo. El punto de cristalización para todas la muestras fue de

1°C, dentro del rango de incertidumbre debido a la definición utilizada. Dado que el punto de congelación del aceite de coco es de tan sólo 10°C era de espera que conforme se aumentara la cantidad de aceite de coco en la mezcla, el punto de congelación subiera; sin embargo, parece ser que la transesterificación anula dicho efecto.

El uso de aceite de coco como aditivo de aceites vegetales provenientes de plantas oleaginosas provoca un aumento de viscosidad conforme aumenta la cantidad de aceite de coco en la mezcla, esto se debe a que el aceite de coco es muy viscoso a temperatura ambiente (consistencia de mantequilla), aun así, todos los aceites mantienen su viscosidad dentro de lo permitido por la norma Cummins para combustibles de emergencia (1.2 a 13.1 mm²/sec). El uso de aceite de coco como aditivo para disminuir el índice de yodo de las mezclas de biodiesel parece surtir un mayor efecto con el aceite de reuso que con el aceite Mazola,

Mezcla de biodiesel	Índice de yodo	Densidad [g/cm ³]	Viscosidad [mm ² /s]	Punto de cristalización [°C]
B. Mazola 100%	114	0.879	7.43	1°C
B. Reuso 100%	117	0.879	10.65	1°C
BMC5	109	0.881	8.08	1°C
BMC10	105	0.882	8.89	1°C
BMC15	101	0.882	9.10	1°C
BMC20	96	0.883	9.41	1°C
BMC25	92	0.883	10.13	1°C
BUC5	109	0.885	11.15	1°C
BUC10	102	0.885	11.47	1°C
BUC15	94	0.886	11.85	1°C
BUC20	86	0.886	12.26	1°C
BUC25	79	0.886	12.68	1°C

Tabla 1 Resultados de pruebas de caracterización de biodiesel hecho a partir de mezclas de aceite Mazola o aceite de reuso con distintas proporciones de aceite de coco. Nomenclatura: (i) BMC*n* = biodiesel elaborado a partir de aceite de maíz/Mazola con una fracción volumétrica de *n* porcientos. (ii) BUC*n* = biodiesel elaborado a partir de aceite de reuso con una fracción volumétrica de *n* porcientos.

La figura 1 muestra la variación del índice de yodo y de la viscosidad del biodiesel elaborado con una fracción variable de aceite de coco. Se observa que el índice de yodo disminuye efectivamente linealmente con la fracción de aceite de coco en la mezcla original, como era de esperarse ya que el índice de yodo mide simplemente la fracción total de enlaces dobles en la muestra. Planteando una relación lineal mediante

$$IY(x) = IY_{\text{Maíz}}(1 - x) + IY_{\text{Coco}}x, \tag{1}$$

donde *IY* es el índice de yodo y *x* la fracción de aceite de coco podemos determinar los índices de yodo del maíz y del coco de un ajuste de curva. Experimentalmente obtenemos

$$IY(x) = 114 - 87.4x \tag{2}$$

por lo cual $IY_{\text{Maíz}} = 114$ y $IY_{\text{Coco}} = 26.6$. Estos datos muestran solamente un acuerdo cualitativo con los datos reportados en la literatura lo cual se atribuye a la variabilidad de las materias primas.

En el caso de la viscosidad no esperabamos que una simple regla de mezcla como (1) aplicara debido que la viscosidad es producto de la interacción entre sus componentes. Sin embargo, aun en este caso observamos un aumento aproximadamente lineal con la fracción de aceite de coco.

Es interesante observar que el índice de yodo se puede ajustar hacia valores poco nocivos para el motor sin perjudicar significativamente la viscosidad del combustible. En el caso del aceite Mazola todas las muestras analizadas cumplían por lo menos la norma para combustibles de emergencia del fabricante de motores Diesel Cummins (<13mm²/s).

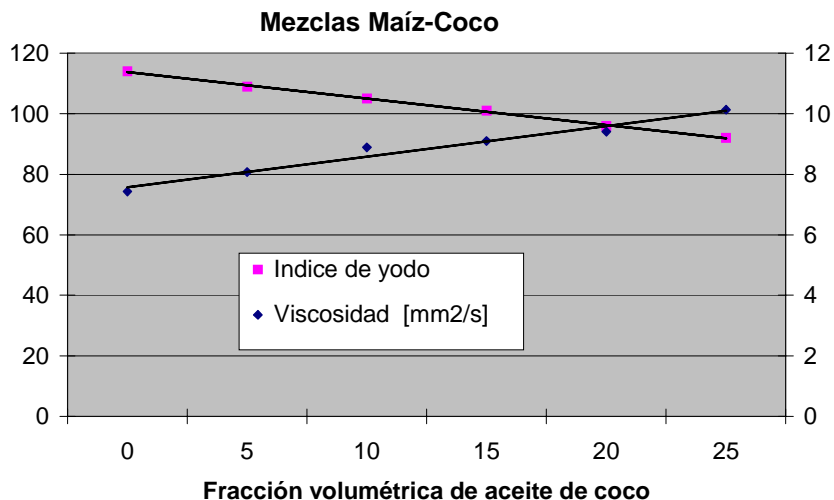


Figura 1 Índice de yodo y viscosidad cinemática de biodiesel elaborado en base a mezclas de aceite de maíz y aceite de coco en función de la fracción volumétrica de aceite de coco

En el caso del aceite de reuso obtenemos la relación

$$IY(x) = 117 - 153x \tag{3}$$

indicando una reducción mucho más significativa del índice de yodo con la fracción x de aceite de coco. El gran valor de la pendiente nos indica que la relación lineal puede ser válida solamente en un cierto rango de x . La viscosidad muestra igualmente una variación más rápida con x que en el caso del aceite limpio; sin embargo, se mantiene nuevamente adentro del rango permitido por la norma Cummins por lo cual el combustible elaborado de esta manera puede servir por lo menos como combustible de emergencia.

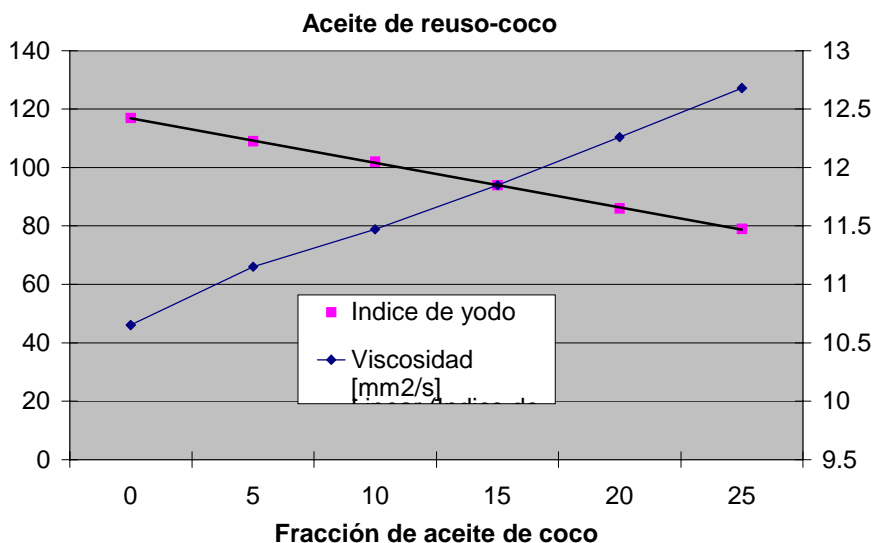


Figura 2 Índice de yodo y viscosidad cinemática de biodiesel elaborado en base a mezclas de aceite de reuso y aceite de coco en función de la fracción volumétrica de aceite de coco

5. Resumen y Conclusiones

Se mostró la factibilidad de la elaboración de un combustible biodiesel a partir de materias primas normalmente no aptas para la producción de biodiesel mediante la fabricación de mezclas con aceite de

coco. La densidad y el punto de cristalización prácticamente no se ven afectados por la adición del aceite de coco, manteniéndose este último en un valor que permitiría la operación de motores Diesel con este combustible en la mayor parte de México. El índice de yodo y la viscosidad, parámetros de suma importancia para un combustible Diesel pueden ajustarse en un gran rango permitiendo por lo menos el cumplimiento de la norma para combustibles de emergencia del fabricante Cummins.

En estudios posteriores se optimizará el proceso y se estudiará a detalle la cinética de las reacciones.

6. Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Rosamaría López-Franco por darnos acceso a la instalaciones del Centro de Biotecnología así como discusiones con el M.C. José Luis López y la M.C. Sylvia Estrada. Asimismo agradecemos la entusiasta colaboración de dos grupos de estudiantes del curso “Fuentes Alternas de Energía”, en particular Deneb Lucero Suástegui Córdo, Nayeli Zúñiga, León Berdichevsky y Pedro Treviño.

7. Referencias

- [1] T.E. Graedel, Paul J. Crutzen, *Atmospheric Change: An Earth System Perspective*, Freedman & Company, New York, Oxford 1993
- [2] Colin J. Campbell, Jean H. Laherrère, *The End of Cheap Oil*, Scientific American, Marzo de 1998
- [3] Joshua and Kaia Tickell, “From the Fryer to the Fuel Tank: The complete guide to using vegetable oil as an alternative fuel”, Tickell Energy Consulting, Sarasota Florida, 1999
- [4] C.S. Hawkins, J. Fuls, Comparative combustion studies on various plant oils esters and the long term effect of an ethyl ester on a compression ignition engine. *Vegetable Oil Fuels*, Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, American Society of Agricultural Engineers Publishing, St Joseph MI, 1982, pp.195.
- [5] Georg H. Pischinger, Rolf W. Siekmann, Alexandre M. Falcon, Flavio R. Fernandes. *Metthylesters of plant oils as diesel fuels, either straight or in blends*. *Vegetable Oil Fuels*, Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, American Society of Agricultural Engineers Publishing, St Joseph MI, 1982, pp.204-205.

UN NUEVO INDICADOR DEL ERROR BASADO EN ESFUERZOS PARA PROBLEMAS ELASTOESTATICOS EN TRES DIMENSIONES

José Carlos Miranda Valenzuela, Karim Heinz Muci Küchler

Los elementos frontera que normalmente se utilizan para resolver problemas de elasticidad en tres dimensiones incluyen en la representación funcional de los desplazamientos y las tracciones únicamente los valores nodales de estas cantidades. En contraste, los elementos tipo Hermite incluyen también los valores nodales de sus derivadas tangenciales como grados de libertad adicionales. Como resultado, los elementos tipo Hermite dan, en general, mejores valores para los esfuerzos, particularmente en los nodos funcionales. Si se tienen dos mallas con el mismo número y distribución de elementos y nodos, una usando elementos tipo Hermite y otra usando elementos convencionales, es posible comparar los valores para los esfuerzos obtenidos por ambos modelos para estimar el error en la solución con elementos tipo Hermite. La principal desventaja de este procedimiento es su alto costo computacional. En este artículo se presenta una nueva alternativa que requiere solo un análisis con elementos tipo Hermite para estimar el error en la solución de los esfuerzos. En lugar de resolver un análisis con elementos convencionales, los desplazamientos y tracciones en el interior de estos elementos se aproximan usando funciones de forma de Lagrange junto con los valores nodales de dichas cantidades obtenidas del análisis con elementos tipo Hermite. Hasta ahora los resultados que se han obtenido han sido promisorios usando este procedimiento junto con una estrategia de adaptación de tipo refinamiento.

Palabras Clave: Mallado Adaptivo, Indicadores del Error, Elementos Tipo Hermite, Elementos Frontera.

1. Introducción

La exactitud de las soluciones numéricas obtenidas con el Método de Elementos Frontera (BEM, por sus siglas en inglés) depende directamente de la forma en que la frontera del dominio se discretiza. En general, las decisiones concernientes a la forma en que se construye la malla dependen de la experiencia y conocimiento del analista. Para ayudar al analista en esta tarea, diferentes técnicas de mallado adaptivo han sido propuestas para mejorar selectivamente la discretización de la malla en forma automática. En años recientes, el número de publicaciones en el campo de mallado adaptivo y estimación del error para BEM ha aumentado en forma considerable. Sin embargo, solo algunas de ellas han tratado problemas en tres dimensiones. A continuación se da un breve resumen de las alternativas que han sido propuestas para problemas tridimensionales.

Cerrolaza y Alarcón [1] utilizan un estimador del error basado en el residuo y funciones de forma jerárquicas para implementar un mallado adaptivo tipo p en problemas del potencial. Este tipo de problemas también fue investigado por Liapis [2] quien implementó esquemas de mallado tipo h y tipo h

Dr. José Carlos Miranda Valenzuela: Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica del ITESM Campus Toluca, jmiranda@campus.tolitesm.mx
Dr. Karim Heinz Muci Küchler: Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Detroit Mercy, USA, khmuci@udmercy.edu
regenerativo usando el residuo como estimador del error. El residuo también fue utilizado por Crook y Smith [3] quienes implementaron un esquema tipo h para problemas elastoestáticos usando elementos continuos y discontinuos. Demkowicz, Karafiat y Oden [4] usaron el residuo para implementar un

esquema tipo hp en el BEM tipo Galerkin para resolver problemas acústicos. Ervin y Stephan [5] implementaron un esquema tipo h con el fin de resolver problemas de electrodeposición usando también el residuo como estimador del error.

De forma adicional al uso del residuo como estimador del error, otras propuestas fueron presentadas por Karafiat [6], Yokoyama y Zhan [7] y Bächtold, Korvink y Baltes [8]. Karafiat consideró los errores causados por la interpolación de funciones, geometría y ondas incidentes para formular un estimador *a priori* de la convergencia de la solución en problemas exteriores de Helmholtz. Yokoyama y Zhan usaron las características de la convergencia de la razón de la integral del cuadrado del error y la integral del cuadrado del valor exacto del error para implementar un método adaptivo automático en problemas elastostáticos tridimensionales.

En este trabajo, las ideas presentadas por Muci-Küchler et al. en [9], [10] y [11] son extendidas a problemas elastostáticos en tres dimensiones. El computo del indicador del error presentado aquí requiere la comparación, elemento por elemento, de dos soluciones numéricas para los esfuerzos obtenidas de dos representaciones funcionales con diferente número de grados de libertad. Se supone que entre más grande la diferencia entre ambas soluciones, más grande será el error en el elemento. Para mantener el costo computacional al mínimo, ambas soluciones se obtienen de sólo un análisis con elementos frontera tipo Hermite [12]. La primera solución se obtiene al usar todos los grados de libertad del elemento junto con funciones de forma tipo Hermite. La segunda solución, menos exacta, se obtiene utilizando solo los valores nodales de las variables de interés junto con funciones de forma de Lagrange.

2. Metodología

La formulación de elementos frontera tipo Hermite requiere la colocación simultanea de las Ecuaciones Integrales en la Frontera Convencionales (EIFCs) y las Ecuaciones Integrales en la Frontera Hipersingulares (EIFHs). A continuación se presentan las EIFCs y las EIFHs junto con una breve descripción de cómo son formulados este tipo de elementos y como se calculan los esfuerzos en la frontera.

2.1 Ecuaciones Integrales en la Frontera Convencionales e Hipersingulares

Considere un dominio tridimensional cerrado V rodeado por una superficie S . Suponiendo que no hay fuerzas de cuerpo actuando dentro del dominio, las EIFCs pueden ser escritas como [12]:

$$\int_S T_{ij}(\bar{x}, \bar{\xi}) [u_j(\bar{x}) - u_j(\bar{\xi})] dS(\bar{x}) = \int_S U_{ij}(\bar{x}, \bar{\xi}) t_j(\bar{x}) dS(\bar{x}) \quad (1)$$

donde \bar{x} y $\bar{\xi}$ denotan al punto de campo y al punto fuente respectivamente y u_i y t_i denotan las componentes de los desplazamientos y las tracciones. Para el caso de un material isotrópico y homogéneo, los kernels U_{ij} y T_{ij} pueden ser encontrados en varias referencias y están dados por:

$$U_{ij}(\bar{x}, \bar{\xi}) = \frac{1}{16\pi\mu(1-\nu)} \left(\frac{1}{r} \right) [(3-4\nu)\delta_{ij} + r_{,i} r_{,j}] \quad (2)$$

$$T_{ij}(\bar{x}, \bar{\xi}) = \frac{-1}{8\pi(1-\nu)} \left(\frac{1}{r^2} \right) \left\{ \frac{\partial r}{\partial n} [(1-2\nu)\delta_{ij} + 3r_{,i} r_{,j}] + (1-2\nu)(r_{,j} n_i - r_{,i} n_j) \right\} \quad (3)$$

donde μ es el módulo de corte, ν es la relación de Poisson, n_i son las componentes del vector unitario normal a la superficie S en \bar{x} , $r = |\bar{x} - \bar{\xi}|$ y $r_{,i} = \partial r / \partial x_i$.

Las EIFHs en su forma completamente regularizadas pueden ser escritas como [12]:

$$\int_S V_{\beta ij}(\bar{x}, \xi) \left[u_j(\bar{x}) - u_j(\xi) - \frac{\partial u_j}{\partial \xi_\alpha}(\xi) l_{\alpha l} r_l \right] dS(\bar{x}) + \int_S Y_{\beta ij\alpha}(\bar{x}, \xi) dS(\bar{x}) \frac{\partial u_j}{\partial \xi_\alpha}(\xi) = \int_S [W_{\beta ij}^o(\bar{x}, \xi) t_j(\bar{x}) - W_{\beta ij}(\bar{x}, \xi) t_j(\xi)] dS(\bar{x}) \quad (4)$$

donde los kerneles $V_{\beta ij}$, $Y_{\beta ij}$, $W_{\beta ij}$ y $W_{\beta ij}^o$ están dados por:

$$V_{\beta ij}(\bar{x}, \xi) = -\varepsilon_{\beta\gamma} l_{\gamma k} \frac{\partial T_{ij}}{\partial \xi_k}(\bar{x}, \xi) \quad (5)$$

$$Y_{\beta ij\alpha}(\bar{x}, \xi) = l_{\beta p} \varepsilon_{pqk} E_{mnl} [v_q n_n(\bar{x}) - n_q(\bar{x}) v_n] \frac{\partial U_{im}}{\partial \xi_k}(\bar{x}, \xi) l_{\alpha l} \quad (6)$$

$$W_{\beta ij}(\bar{x}, \xi) = l_{\beta p} \varepsilon_{pqk} n_q(\bar{x}) \frac{\partial U_{ij}}{\partial \xi_k}(\bar{x}, \xi) \quad ; \quad W_{\beta ij}^o(\bar{x}, \xi) = l_{\beta p} \varepsilon_{pqk} v_q(\bar{x}) \frac{\partial U_{ij}}{\partial \xi_k}(\bar{x}, \xi) \quad (7)$$

En las ecuaciones anteriores \hat{v} denota el vector normal a S en ξ , $(\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3 = \hat{v})$ es una base ortonormal tal que $\zeta_1 \times \zeta_2 = \hat{v}$ y los cosenos directores de los vectores base $(\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3)$ con respecto a el sistema coordinado cartesiano están dados por $l_{ij} = \zeta_i \cdot \hat{j}$. Adicionalmente, $\varepsilon_{\alpha\beta}$ denota el pseudotensor bidimensional unitario y los subíndices griegos toman valores de 1 a 2.

2.2 Elementos frontera tipo Hermite

Para garantizar continuidad C^1 a lo largo de las caras de los elementos en problemas tridimensionales, los elementos Hermite deben incluir en su representación funcional para una variable w más grados de libertad que los valores nodales de w , $\partial w / \partial s_1$ y $\partial w / \partial s_2$. Desafortunadamente, el incluir estos grados de libertad adicionales dificulta la implementación numérica del método. En este trabajo, el término *elemento tipo Hermite* se utiliza para designar todos aquellos elementos que incluyen en su formulación como grados de libertad únicamente los valores nodales de las variables de campo y sus derivadas tangenciales. Elementos tipo Hermite no-isoparamétricos para problemas tridimensionales fueron implementados por primera vez por Muci-Küchler y Rudolphi [12]. En su formulación, la geometría de los elementos es representada usando funciones de forma de Lagrange y una variable w se aproximaba dentro del elemento como:

$$w(\eta_1, \eta_2) = \sum_{N=1}^{NN} \left\{ H_0^{(N)}(\eta_1, \eta_2) w^{(N)} + H_1^{(N)}(\eta_1, \eta_2) \frac{\partial w^{(N)}}{\partial s_1^{(N)}} + H_2^{(N)}(\eta_1, \eta_2) \frac{\partial w^{(N)}}{\partial s_2^{(N)}} \right\} \quad (8)$$

donde (η_1, η_2) son las coordenadas locales o intrínsecas del elemento, NN es el número de nodos funcionales, $s_1^{(N)}$ y $s_2^{(N)}$ son dos direcciones tangentes ortogonales asociadas con el nodo funcional N

de tal forma que $\hat{s}_1^{(N)} \times \hat{s}_2^{(N)} = \hat{n}^{(N)}$ y $H_k^{(N)}$ ($k=0,1,2$) son las funciones de forma asociadas con el nodo N . Estas funciones de forma pueden obtenerse de funciones de forma $\hat{H}_0^{(N)}$, $\hat{H}_1^{(N)}$ y $\hat{H}_2^{(N)}$ que son independientes de la geometría y que satisfacen las siguientes condiciones:

$$\hat{H}_0^{(N)}(\eta_1^{(J)}, \eta_2^{(J)}) = \begin{cases} 1 & \text{para } J = N \\ 0 & \text{para } J \neq N \end{cases} \quad (9)$$

$$\frac{\partial \hat{H}_0^{(N)}}{\partial \eta_1}(\eta_1^{(J)}, \eta_2^{(J)}) = \frac{\partial \hat{H}_0^{(N)}}{\partial \eta_2} = 0 \text{ para toda } J$$

$$\frac{\partial \hat{H}_1^{(N)}}{\partial \eta_1}(\eta_1^{(J)}, \eta_2^{(J)}) = \begin{cases} 1 & \text{para } J = N \\ 0 & \text{para } J \neq N \end{cases} \quad (10)$$

$$\hat{H}_1^{(N)}(\eta_1^{(J)}, \eta_2^{(J)}) = \frac{\partial \hat{H}_1^{(N)}}{\partial \eta_2}(\eta_1^{(J)}, \eta_2^{(J)}) = 0 \text{ para toda } J$$

$$\frac{\partial \hat{H}_2^{(N)}}{\partial \eta_2}(\eta_1^{(J)}, \eta_2^{(J)}) = \begin{cases} 1 & \text{para } J = N \\ 0 & \text{para } J \neq N \end{cases} \quad (11)$$

$$\hat{H}_2^{(N)}(\eta_1^{(J)}, \eta_2^{(J)}) = \frac{\partial \hat{H}_2^{(N)}}{\partial \eta_1}(\eta_1^{(J)}, \eta_2^{(J)}) = 0 \text{ para toda } J$$

Para este propósito, las siguientes relaciones pueden ser usadas:

$$H_0^{(N)}(\eta_1, \eta_2) = \hat{H}_0^{(N)}(\eta_1, \eta_2)$$

$$H_1^{(N)}(\eta_1, \eta_2) = \frac{1}{A^{(N)}} \left\{ A_{22}^{(N)} \hat{H}_1^{(N)}(\eta_1, \eta_2) - A_{21}^{(N)} \hat{H}_2^{(N)}(\eta_1, \eta_2) \right\} \quad (12)$$

$$H_2^{(N)}(\eta_1, \eta_2) = \frac{1}{A^{(N)}} \left\{ A_{11}^{(N)} \hat{H}_2^{(N)}(\eta_1, \eta_2) - A_{12}^{(N)} \hat{H}_1^{(N)}(\eta_1, \eta_2) \right\}$$

donde $A = A_{11}A_{22} - A_{12}A_{21}$, el superíndice (N) se usa para especificar cantidades evaluadas en el nodo funcional N y

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{G} \begin{bmatrix} (g_{22}\bar{e}_1 - g_{12}\bar{e}_2) \cdot \hat{s}_1 & (g_{11}\bar{e}_2 - g_{21}\bar{e}_1) \cdot \hat{s}_1 \\ (g_{22}\bar{e}_1 - g_{12}\bar{e}_2) \cdot \hat{s}_2 & (g_{11}\bar{e}_2 - g_{21}\bar{e}_1) \cdot \hat{s}_2 \end{bmatrix} \quad (13)$$

En la expresión anterior, $\bar{e}_\alpha = (\partial x_i / \partial \eta_\alpha) \hat{i}_i$, $g_{\alpha\beta} = \bar{e}_\alpha \cdot \bar{e}_\beta$ y $G = \det([g_{\alpha\beta}])$.

2.3 Computo de esfuerzos

Para usar la notación tensorial estándar, se introduce un sistema cartesiano de coordenadas rectangulares (x'_1, x'_2, x'_3) en el punto bajo consideración y una base ortonormal $(\hat{s}_1, \hat{s}_2, \hat{n})$ se identifica con la base $(\hat{i}'_1, \hat{i}'_2, \hat{i}'_3)$ del sistema. Denotando a las componentes de los desplazamientos en términos del sistema local de coordenadas como u'_i , las componentes del tensor de deformaciones $\varepsilon'_{\alpha\beta}$ en el punto bajo consideración puede obtenerse a través de la siguiente expresión:

$$\varepsilon'_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u'_\alpha}{\partial x'_\beta} + \frac{\partial u'_\beta}{\partial x'_\alpha} \right) = \frac{1}{2} \left[(\hat{s}_\alpha \cdot \hat{i}_m) \frac{\partial u_m}{\partial s_\beta} + (\hat{s}_\beta \cdot \hat{i}_m) \frac{\partial u_m}{\partial s_\alpha} \right] \quad (14)$$

También, usando la ley de Hooke y la definición del vector de tracciones, las componentes del tensor de esfuerzo están dadas por:

$$\sigma'_{11} = \frac{1}{1-\nu} [2\mu(\epsilon'_{11} + \nu\epsilon'_{22}) + \nu\sigma'_{33}] \quad ; \quad \sigma'_{22} = \frac{1}{1-\nu} [2\mu(\epsilon'_{22} + \nu\epsilon'_{11}) + \nu\sigma'_{33}] \quad (15)$$

$$\sigma'_{12} = \sigma'_{21} = 2\mu\epsilon'_{12} \quad ; \quad \sigma'_{i3} = \sigma'_{3i} = t'_i = (\hat{i}'_i \cdot \hat{j}'_m) t_m$$

De esta forma, una vez que las componentes $\epsilon'_{\alpha\beta}$ del tensor de deformación son conocidas, el computo de los esfuerzos se realiza de forma directa. Usando los resultados presentados en [12], las derivadas tangenciales de los desplazamientos están dadas por:

$$\frac{\partial u_i}{\partial s_\alpha} = \frac{1}{G} \left[(g_{22}\bar{e}_1 - g_{12}\bar{e}_2) \frac{\partial u_i}{\partial \eta_1} + (g_{11}\bar{e}_2 - g_{21}\bar{e}_1) \frac{\partial u_i}{\partial \eta_2} \right] \cdot \hat{s}_\alpha \quad (16)$$

Usando funciones de forma de Lagrange, los valores de $\partial u_i / \partial \eta_\alpha$ se obtienen usando la siguiente expresión:

$$\frac{\partial u_i}{\partial \eta_\alpha} = \sum_{N=1}^{NN} \frac{\partial M^{(N)}}{\partial \eta_\alpha} u_i^{(N)} \quad (17)$$

donde $M^{(N)}$ es la función de forma de Lagrange asociada con el nodo funcional N y $u_i^{(N)}$ son los valores nodales de los desplazamientos en el mismo nodo N .

En el caso de los elementos tipo Hermite, los valores de $\partial u_i / \partial \eta_\alpha$ pueden obtenerse como:

$$\frac{\partial u_i}{\partial \eta_\alpha} = \sum_{N=1}^{NN} \left\{ \frac{\partial H_0^{(N)}}{\partial \eta_\alpha} u_i^{(N)} + \frac{\partial H_1^{(N)}}{\partial \eta_\alpha} \frac{\partial u_i^{(N)}}{\partial s_1^{(N)}} + \frac{\partial H_2^{(N)}}{\partial \eta_\alpha} \frac{\partial u_i^{(N)}}{\partial s_2^{(N)}} \right\} \quad (18)$$

donde $u_i^{(N)}$, $\partial u_i^{(N)} / \partial s_1^{(N)}$ y $\partial u_i^{(N)} / \partial s_2^{(N)}$ son los valores de los desplazamientos y sus derivadas tangenciales en el nodo funcional N .

3. Computo del indicador del error

Supóngase que para un problema dado, una secuencia de soluciones para los esfuerzos en la frontera $\sigma_{ij}^{\{1\}}(\bar{x})$, $\sigma_{ij}^{\{2\}}(\bar{x})$, $\sigma_{ij}^{\{3\}}(\bar{x})$, ..., $\sigma_{ij}^{\{n\}}(\bar{x})$ existe y que además $\sigma_{ij}^{\{n\}}(\bar{x})$ tiene más grados de libertad que $\sigma_{ij}^{\{n-1\}}(\bar{x})$. En la medida en que el número de grados de libertad aumenta, es razonable esperar que la solución numérica se acercará a la solución real $\sigma_{ij}(\bar{x})$ si el método esta convergiendo a esta última. Esto es,

$$\left| \sigma_{ij}(\bar{x}) - \sigma_{ij}^{\{n\}}(\bar{x}) \right| \rightarrow 0 \text{ en la medida que } n \rightarrow \infty \quad (19)$$

Así, dos soluciones aproximadas en la secuencia deben acercarse arbitrariamente una a la otra ya que

$$\left| \sigma_{ij}(\bar{x}) - \sigma_{ij}^{\{n\}}(\bar{x}) \right| + \left| \sigma_{ij}(\bar{x}) - \sigma_{ij}^{\{m\}}(\bar{x}) \right| \geq \left| \sigma_{ij}^{\{m\}}(\bar{x}) - \sigma_{ij}^{\{n\}}(\bar{x}) \right|$$

$$\left| \sigma_{ij}^{\{m\}}(\bar{x}) - \sigma_{ij}^{\{n\}}(\bar{x}) \right| \rightarrow 0 \text{ en la medida que } n, m \rightarrow \infty \quad (20)$$

El usar la diferencia entre dos soluciones numéricas para obtener un estimador del error se ha implementado con éxito en el pasado [13]. Sin embargo, aunque este es un procedimiento efectivo,

resulta costoso desde el punto de vista computacional, especialmente en problemas tridimensionales donde modelos complejos pueden involucrar un número relativamente alto de elementos.

Para problemas bidimensionales, Muci-Küchler et al. [9] mostraron que es posible obtener dos soluciones numéricas diferentes de un solo análisis con elementos Hermite. La primera solución es la solución estándar que se obtiene de los elementos Hermite. La segunda solución se obtenía considerando cada elemento Hermite como uno de Lagrange con el mismo número y distribución de nodos. Ya que los elementos Hermite incluyen en su formulación los valores nodales de los desplazamientos y las tracciones, es posible utilizar estas cantidades para representar variables de campo dentro del elemento usando funciones de forma de Lagrange. Este procedimiento puede ser extendido a tres dimensiones ya que los elementos tipo Hermite también permiten la obtención de dos soluciones diferentes de solo un análisis.

De las ecuaciones (14) y (15) el computo de los esfuerzos en la frontera depende solo de un vector unitario normal, dos vectores unitarios tangentes, las tracciones y las derivadas tangenciales de los desplazamientos. Ya que los vectores unitarios normal y tangentes dependen solo de la geometría de la frontera, éstos serán los mismos para ambas soluciones puesto que ambas comparten la misma representación geométrica. Para el caso de los elementos tipo Hermite, si el punto de interés no es un nodo funcional, los valores de $\partial u_i / \partial s_\alpha$ pueden ser determinados usando las ecuaciones (17) y (18) y las tracciones pueden interpolarse como

$$t_i(\eta_1, \eta_2) = \sum_{N=1}^{NN} \left\{ H_0^{(N)}(\eta_1, \eta_2) t_i^{(N)} + H_1^{(N)}(\eta_1, \eta_2) \frac{\partial t_i^{(N)}}{\partial s_1^{(N)}} + H_2^{(N)}(\eta_1, \eta_2) \frac{\partial t_i^{(N)}}{\partial s_2^{(N)}} \right\} \quad (21)$$

donde $t_i^{(N)}$, $\partial t_i^{(N)} / \partial s_1^{(N)}$ y $\partial t_i^{(N)} / \partial s_2^{(N)}$ son los valores de las tracciones y sus derivadas tangenciales en el nodo N .

Para la solución de Lagrange, los valores de las derivadas tangenciales de los desplazamientos siempre tienen que ser obtenidas a través de la diferenciación de la representación funcional de los desplazamientos, ecuaciones (16) y (17). Las tracciones deben de interpolarse solo cuando el punto de interés no es un nodo funcional:

$$t_i(\eta_1, \eta_2) = \sum_{N=1}^{NN} M^{(N)}(\eta_1, \eta_2) t_i^{(N)} \quad (21)$$

Si la solución numérica para un determinado componente del esfuerzo (o medida combinada del esfuerzo) correspondiente a los elementos tipo Hermite se denota como σ y la solución numérica para la misma componente obtenida con elementos de Lagrange se denota como σ^* , el indicador del error para un elemento "e" cualquiera, puede calcularse usando una norma L_2 como

$$\lambda_\sigma^{(e)} = \left\{ \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 [\sigma^{(e)}(\eta_1, \eta_2) - \sigma^{*(e)}(\eta_1, \eta_2)]^2 J(\eta_1, \eta_2) d\eta_1 d\eta_2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (22)$$

donde $J(\eta_1, \eta_2)$ es el Jacobiano de transformación geométrica.

Aunque la formulación del indicador del error abre la posibilidad de usar cualquier componente del esfuerzo, cantidades como el esfuerzo combinado de von Mises, el esfuerzo principal máximo o el esfuerzo de corte máximo pueden ser más útiles puesto que son cantidades que se usan comúnmente en el diseño mecánico.

3. Resultados y Discusión.

Para ilustrar el comportamiento del nuevo indicador del error, se seleccionó el problema de deformaciones planas de una viga simplemente apoyada sujeta a una carga distribuida de tipo senoidal actuando a lo largo de la superficie superior. La Figura 1 muestra este problema con valores en la frontera. Las caras frontal y trasera de la viga están sujetas a las condiciones $t_1 = 0$, $t_2 = 0$ y $u_3 = 0$ y la superficie inferior está libre de tracciones. En la superficie superior las tracciones se especifican como $t_1 = 0$, $t_2 = -\sin(\pi x / l)$ y $t_3 = 0$. Para la cara izquierda de la viga, los valores del desplazamiento u_1 se especifican de la solución analítica para el problema que se puede consultar en [12], $u_2 = 0$ y $t_3 = 0$. Finalmente, en la cara derecha de la viga se prescriben las condiciones $t_1 = 0$, $u_2 = 0$ y $t_3 = 0$.

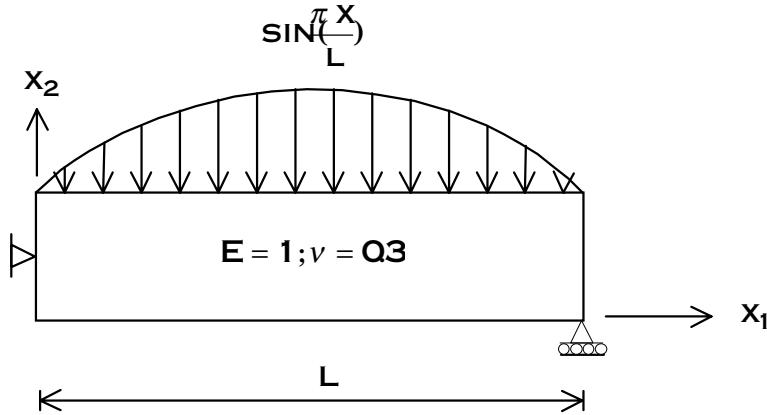


Figura 1. Problema con valores en la frontera para el ejemplo analizado.

Para modelar este problema, las variables de campo fueron aproximadas usando solamente elementos tipo Hermite de 4 nodos completamente discontinuos y no-isoparamétricos. El error en la solución numérica se estimó usando el esfuerzo combinado de von Mises. Como criterio de refinamiento, todos esos elementos con un valor del error mayor que 0.7 veces el valor máximo para esa misma cantidad fueron divididos en 4 elementos de igual tamaño. El proceso adaptivo se detuvo una vez que tres pasos fueron completados.

El proceso adaptivo para este problema se presenta en la Figura 2. Para todas las mallas que se muestran, el número y distribución de elementos en las caras ocultas son exactamente los mismos que las caras opuestas. Es importante mencionar que la manera en que los elementos son refinados es consecuencia directa de la simetría de la carga aplicada y la naturaleza bidimensional del problema.

Usando las etiquetas mostradas en la Figura 2, una comparación entre la normas L_2 del error estimado y el error verdadero para el esfuerzo de von Mises en los elementos de las caras superior y frontal del modelo correspondiente a la malla 2 se presenta en la Figura 3. De la figura resulta claro que el estimador da una buena idea de cómo se comporta en el error verdadero en los elementos. Resulta también evidente que el estimador del error sobrestima el error de manera considerable en todos los elementos. Una de las posibles causas de este efecto es el uso de elementos completamente discontinuos para discretizar la superficie del modelo.

En la Figura 4 se presenta el comportamiento del máximo valor de los esfuerzos de von Mises estimado y real para cada paso del proceso adaptivo. La figura muestra que ambos valores disminuyen y tienen a cero conforme la malla se va refinando. También muestra que, para este ejemplo, el máximo valor del error estimado es una cota superior del máximo valor del error real en cada uno de los pasos del proceso adaptivo. Es interesante notar el cambio abrupto en la pendiente de la curva de los errores después del segundo paso. Este cambio en la pendiente se debe a que un gran número de elementos fueron refinados en el segundo paso como consecuencia de que la mayoría de los elementos tenía

niveles de error muy similares. Finalmente debe ser claro que los resultados muestran que el último paso del proceso adaptivo no era necesario puesto que el máximo error en la malla 2 es ya muy pequeño.

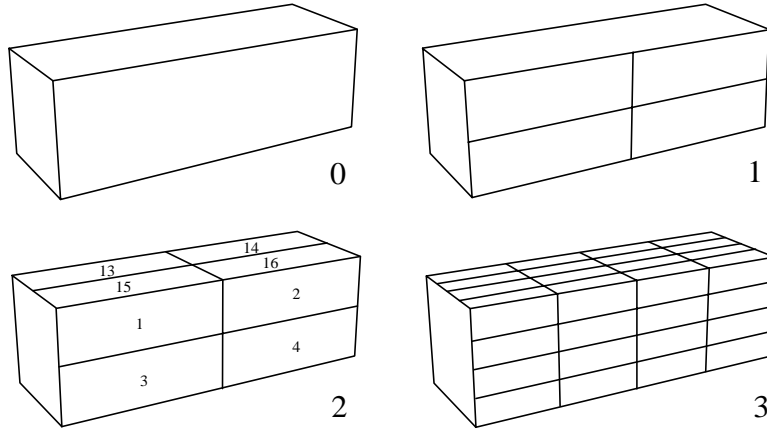


Figura 2. Proceso adaptivo para el problema analizado. Cada elemento candidato a ser refinado se divide en 4 elementos iguales.

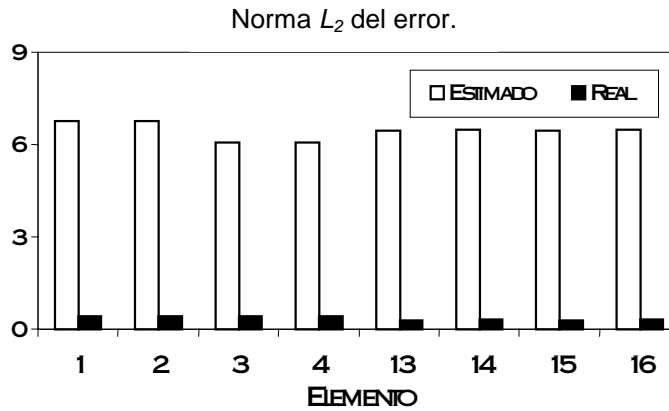


Figura 3. Comparación entre los errores estimados y verdaderos para algunos de los elementos de la malla 2 del proceso adaptivo. La norma L_2 del error que se presenta en la ordenada tiene unidades de esfuerzo por longitud.

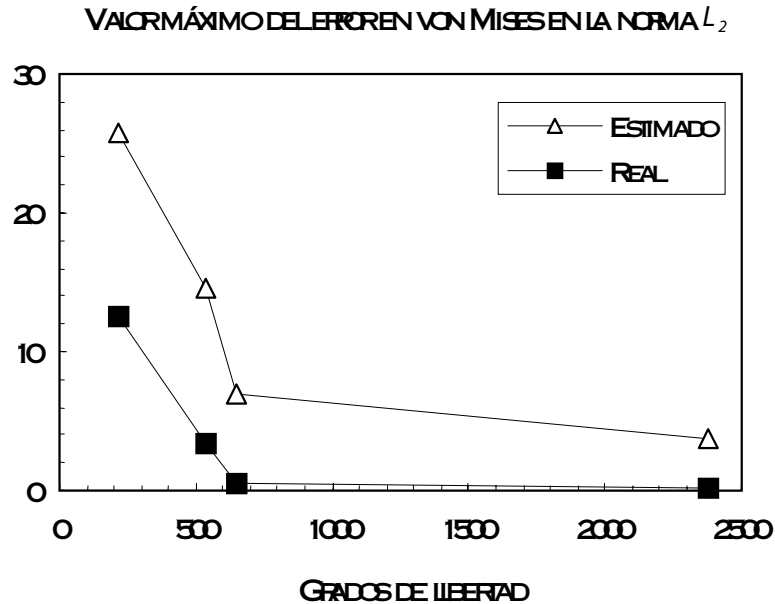


Figura 4. Comportamiento del valor máximo del error en von Mises en los diferentes pasos del proceso adaptivo. El valor máximo en el error en von Mises que se presenta en la ordenada está calculado mediante una norma L_2 y por lo tanto tiene unidades de esfuerzo por longitud.

4. Conclusiones.

En este trabajo se presentó un nuevo indicador del error basado en esfuerzos para problemas tridimensionales. Su formulación se basó en la posibilidad de obtener dos soluciones numéricas distintas de solo un análisis con elementos frontera tipo Hermite. Ya que ambas soluciones se obtienen del mismo análisis, el costo computacional asociado con el nuevo indicador del error es muy pequeño. Un ejemplo numérico se presentó para mostrar que el indicador del error es capaz de seguir de una forma razonable el comportamiento del error verdadero, además para el ejemplo, el error estimado es una cota superior del error real.

El buen balance entre confiabilidad y eficiencia que ofrece este indicador del error lo hace muy adecuado para guiar procesos de mallado adaptivo. Adicionalmente, la oportunidad de poder estimar el error en la solución usando cantidades como el esfuerzo de von Mises puede ser de mucho interés para los analistas y diseñadores puesto que estas cantidades son comúnmente utilizadas para predecir falla mecánica.

Aunque la formulación para los elementos tipo Hermite y el indicador del error puede ser usada con elementos continuos, parcialmente discontinuos o totalmente discontinuos con cualquier número de nodos, elementos cuadrilaterales totalmente discontinuos de 4 nodos fueron usados para facilitar la implementación del algoritmo de refinamiento. Por supuesto, el uso de elementos completamente discontinuos aumenta de forma considerable el número de grados de libertad en el modelo sin que necesariamente aumente la exactitud de los resultados numéricos obtenidos del modelo en aquellas partes donde los esfuerzos son continuos. Por lo tanto, un esquema de refinamiento que pudiera usar elementos continuos lo más posible podría tener algunas ventajas. Para finalizar conviene mencionar que las ideas presentadas en este trabajo pueden ser extendidas a otros problemas donde una formulación para elementos tipo Hermite se encuentre disponible.

5. Agradecimientos

José Carlos Miranda agradece el apoyo brindado por el CONACyT para la realización de esta investigación.

6. Referencias.

- [1] Cerrolaza, M., y Alarcón, E., "p-Adaptive boundary elements for three-dimensional potential problems". *Comm Appl Num Meth.* 3: 335-344, 1987.
- [2] Liapis, S., "An Adaptive Boundary Element Method for the Solution of Potential Flow Problems", *Eng. Anal.* 18: 29-37 (1996).
- [3] Crook, S.H. y Smith, R.N.L., "Conforming and Non-Conforming Elements in a Three-Dimensional H-Adaptive Boundary Element Method", en Brebbia, C.A., Gipson, G.S. (editores). *Boundary Elements XIII*. CMP Elsevier, 929-942, 1991.
- [4] Demkowicz, L., Karafiat, A, y Oden, T.J., "Solution of elastic scattering problems in linear acoustics using *h-p* boundary element method". *Comp Meth Appl Mech Engng*, 101: 251-282, 1992.
- [5] Ervin, V.J. y Stephan, E.P. "Adaptive approximations for 3-D electrostatic plate problems". *Adv Engng Software*, 15: 211-215, 1992.
- [6] Karafiat, A., "On *hp*- error estimation in the BEM for a three-dimensional Helmholtz exterior problem". *Comp Meth Appl Mech Engng*, 150: 199-214, 1997.
- [7] Yokoyama, M. y Zhan, J. "A *p*-adaptive 3-D BEM for acquiring the desired accuracy". *Adv Engng Software*, 28: 395-401, 1997.
- [8] Bächtold, M., Korvink, J.G. y Baltes, H. "An error indicator and automatic adaptive meshing for 3D electrostatic boundary element simulations" en Marchetti, M., Brebbia, C.A. y Aliabadi, M.H. (editores). *Boundary Element Methods XIX*, Computational Mechanics Publications, pp. 709-718, 1997.
- [9] Muci-Küchler, K.H., Miranda-Valenzuela, J.C. y Rudolphi, T.J., "A new error Indicator for Adaptive Meshing with Hermite Boundary Elements". *Comp. Meth. Appl. Mech. Engng.* 173: 419-431, 1999.
- [10] Muci-Küchler, K.H. y Miranda-Valenzuela, J.C., "A new error indicator based on stresses". *Engng. Anal.* 23: 657-670, 1999.
- [11] Miranda-Valenzuela, J.C., Muci-Küchler, K.H. y Soriano-Soriano, S., "Adaptive meshing in thermoelasticity using Hermite boundary elements". *Adv. Eng. Soft.* 32: 171-188, 2001.
- [12] Muci-Küchler, K.H. y Rudolphi, T.J., "Application of Tangent Derivative Boundary Integral Equations to the Formulation of Higher Order Boundary Elements", *Int.J.Sol.Struct.* 31: 1565-1584 (1994).
- [13] Rencis, J.J. y Mullen, R.L. "A self adaptive mesh refinement technique". *Comput Mech*, 3: 309-319, 1988.

Desarrollo de una Metodología para Determinar la Factibilidad de Manufactura de Nuevos Productos

Joaquín Aca Sánchez, Ricardo Mejía Gutiérrez, Arturo Molina Gutiérrez

Este artículo presenta los resultados del trabajo de investigación e implementación de las herramientas: Diseño para Manufactura (DFM) e Ingeniería Basada en Conocimiento (KBE) dentro del marco de trabajo del Grupo de Investigación de Ingeniería Concurrente (CERG) del ITESM a través del desarrollo de una metodología para capturar el conocimiento clave de las empresas y una metodología para lograr el desarrollo guiado del diseño de los dispositivos requeridos para la manufactura de nuevos productos en la búsqueda de reducir costos, defectos, tiempo de desarrollo e introducción al mercado.

1. Introducción

La Ingeniería Concurrente (IC) se ha introducido como una filosofía para el diseño y la fabricación de productos que permite a las compañías alcanzar competitividad internacional por medio del desarrollo de productos de forma rápida, barata y de mejor calidad [1]. En años recientes, la aplicación de IC en la industria mexicana tomó fuerza mediante la integración de los trabajos de Al-Ashabb y Molina [1,2,3]. Sin embargo, el largo plazo, la falta de una metodología formal para la introducción de nuevos productos y la necesidad de un mejor entendimiento y aplicación de las herramientas de Ingeniería Concurrente como un enfoque de Innovación y Desarrollo Integrado de productos, son algunas condiciones en las que se encuentran las compañías en México. Para esto, en el Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (CSIM) se ha desarrollado un proyecto para analizar y mejorar la práctica actual del Proceso de Innovación y Desarrollo de Productos a través de diferentes etapas que aseguren la práctica de Ingeniería Concurrente como una filosofía de trabajo que soporte el desarrollo de nuevos productos (Ver Figura 1).

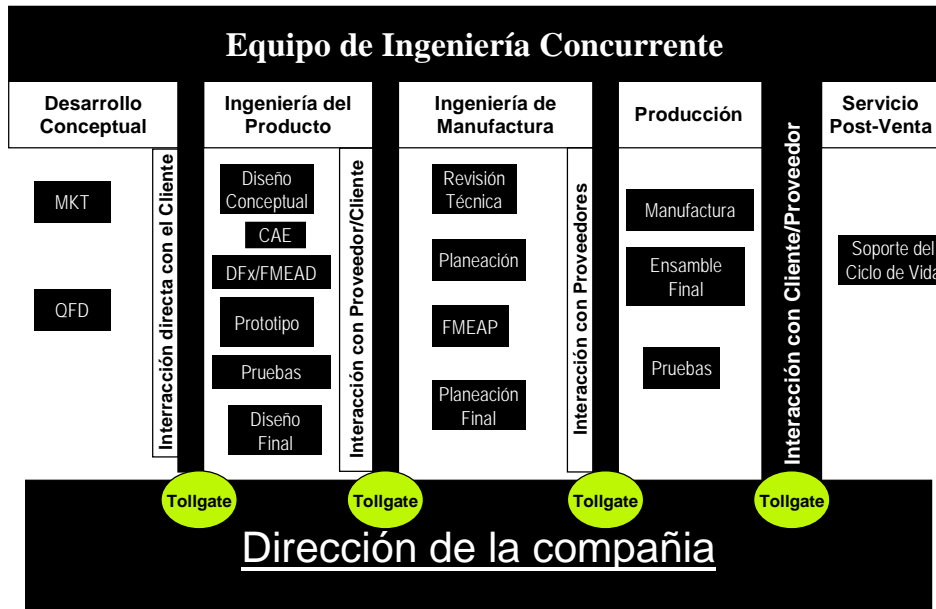


Figura 1. Metodología para el desarrollo de productos en una compañía [4].

El ciclo de vida del producto abarca desde las negociaciones con el cliente hasta la disposición final del producto y cada una de las etapas del desarrollo del producto tiene relacionadas varias herramientas de apoyo. El Diseño para Manufactura (DFM) es una herramienta de IC sobre la que se ha investigado con más interés debido a que proporciona una metodología sistemática de diseño para reducir el tiempo de desarrollo, los costos de producción y los defectos. Típicamente, DFM se enfoca en procesos de manufactura sobre los cuales sugiere criterios de diseño en las etapas iniciales de diseño del producto para prevenir problemas de manufactura y simplificar el proceso de producción.

Establecer los criterios y reglas de diseño que satisfagan a una empresa implica conocer sus procesos de manufactura, sus capacidades y sus recursos, además de coleccionar la experiencia práctica de los ingenieros y técnicos de la compañía. Otro aspecto importante es la forma en que se almacena y se administra este conocimiento. La Ingeniería Basada en Conocimiento (KBE) es la ejecución de tareas de ingeniería utilizando conocimiento que normalmente no es accesible para el diseñador o ingeniero, pero que ha sido acumulado y almacenado, frecuentemente a través de una herramienta computacional, para el uso del ingeniero o diseñador.

La manufactura es uno de los dominios más favorables para el desarrollo de sistemas expertos basados en conocimiento. Para lograr una producción de alta calidad, bajos costos de producción y lograr una mejor productividad, muchas decisiones críticas y complejas deben tomarse rápidamente y efectivamente a través de actividades de manufactura y los sistemas expertos basados en conocimiento pueden capturar el conocimiento casual e inferencial con respecto a estas actividades y proveer recomendaciones a los ingenieros durante el proceso de toma de decisiones [5].

2. Objetivos

Los objetivos principales de este trabajo de investigación son:

- *Implementar Ingeniería Concurrente (IC)*. Asegurar la práctica de IC en las etapas de Ingeniería del Producto y de Manufactura de acuerdo a la metodología para el Desarrollo de Productos (*figura 1*) con el fin de lograr una reducción en el tiempo de desarrollo y su costo asociado.
- *Metodología para Estructuración y Aplicación de reglas de DFM*. Desarrollo de una metodología que permita capturar, codificar y estructurar el conocimiento clave de una compañía relacionado con la manufactura de nuevos productos de tal manera que este a disposición del personal involucrado en tal proceso.
- *Desarrollo de un sistema KBE* que además de reducir el tiempo de desarrollo del producto, proporcione un guía para el diseño de nuevos productos.

3. Desarrollo de la investigación

3.1. Desarrollo de la metodología para la captura de conocimiento.

La primera etapa de la investigación está orientada al desarrollo de una metodología que permita capturar, estructurar y codificar el conocimiento clave de la empresa relacionado con la manufactura de de nuevos productos. La metodología propuesta consiste en seis etapas de acuerdo al diagrama de la Figura 2.

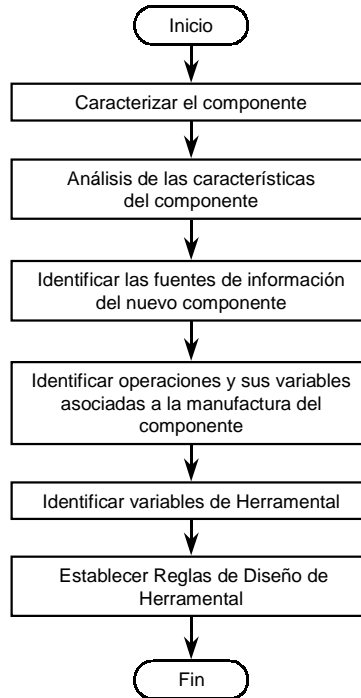


Figura 2. Metodología para la captura de conocimiento

3.1.1. Caracterizar componentes

Descripción y objetivo. Identificar las características o atributos geométricos que definen a los componentes y clasificarlos en familias de productos de acuerdo a las características identificadas. Cada familia identificada está basada en las *mismas características* las variaciones existen unicamente en dimensiones.

Resultado. Clasificación de familia de productos y sus características asociadas a cada una.

En la Figura 3 se ejemplifica el caso para tres familias de productos utilizadas para explicar el resto de la metodología, concentrándonos principalmente en la Familia A. En este caso la Familia A tiene dos características denominadas Base y Hoyo.

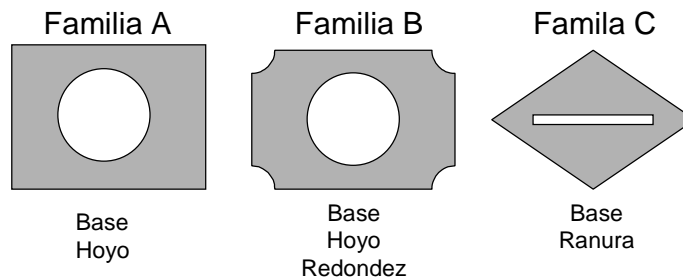


Figura 3. Características de cada familia de productos

3.1.2. Análisis de las características del componente

Descripción y objetivos. Para cada familia de productos, analizar las características identificadas en el primer paso de la metodología y determinar cuales son las variables que les dan valor.

Resultado. Asignar un nombre a cada una de las variables identificadas, por característica.

En la Figura 4 se muestra el análisis de las características de la Familia A.

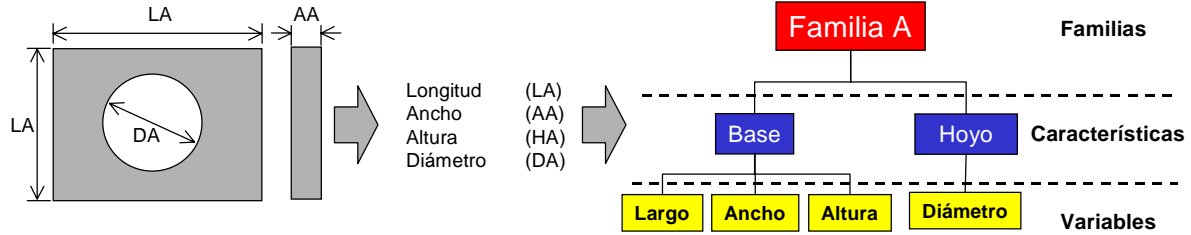


Figura 4. Análisis de las características de la Familia A.

3.1.3. Identificar operaciones y sus variables asociadas a la manufactura del componente.

Descripción y objetivo. Asociar a cada una de las características identificadas y analizadas una operación dentro del diagrama de flujo de proceso e identificar el herramental requerido para manufacturar dicha característica del componente.

Resultado. Diagrama de flujo de proceso y lista de herramental necesario para cada familia de productos, por lo tanto, debe haber tantos diagramas de procesos diferentes como familias de productos.

En la Figura 5 se ejemplifica esta etapa suponiendo un digrama de flujo de proceso de cuatro operaciones y que el único herramental requerido para la manufacturar la característica Hoyo es una Broca.

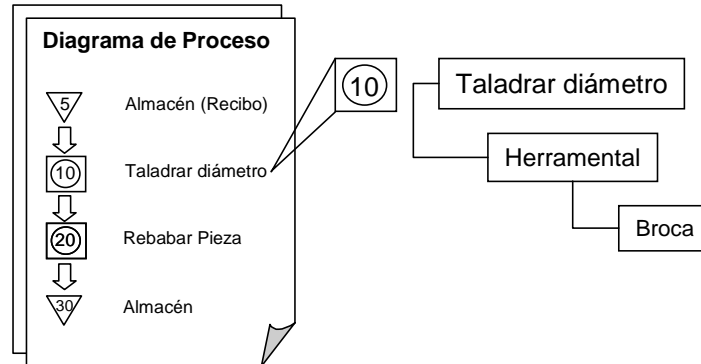


Figura 5. Diagrama de proceso del componente e Identificación del herramental requerido para su manufactura

3.1.4. Identificar las fuentes de información del nuevo componente.

Descripción y objetivo. Identificar de donde provienen los valores que dan valor a las variables identificadas para cada característica en la etapa dos de la metodología para asegurar que se cuenta con toda la información antes de iniciar el proceso de integración de un nuevo producto y evitar retrasos debido a la falta de información.

Resultado. Lista donde se establece cuales son los documentos que contienen la información de los valores de las variables para cada característica, por ejemplo, planos de maquinado, cartas de especificaciones, etc.

En la Figura 6 se ilustra la identificación de las fuentes de donde provienen los valores de las variables para la Familia A.

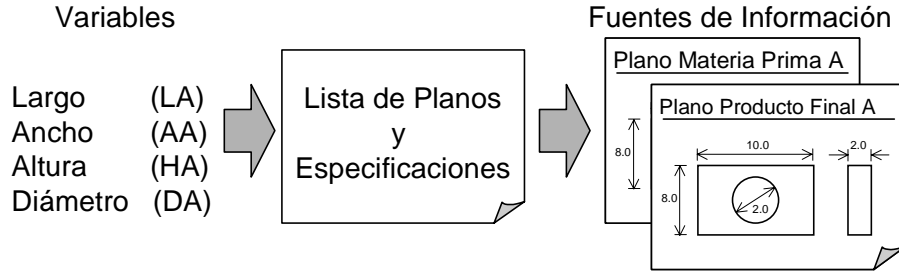


Figura 6. Identificación de fuentes de información de las características de la Familia A

3.1.5. Identificar variables de Herramental

Descripción y objetivo. Análisis de los planos y especificaciones del herramental requerido e identificado en la etapa 3 de la metodología. Identificar las características de cada herramental y clasificarlas en constantes y variables. Para estas últimas identificar las características del producto y sus variables de las cuales son dependientes.

Resultado. Lista de características variables para cada herramental, asociada con lista de las variables para cada características del producto.

En la Figura 7 se ilustra la identificación de las variables de la herramienta de corte Broca (variables de salida) y se relacionan con las variables de la característica hoyo (variables de entrada).

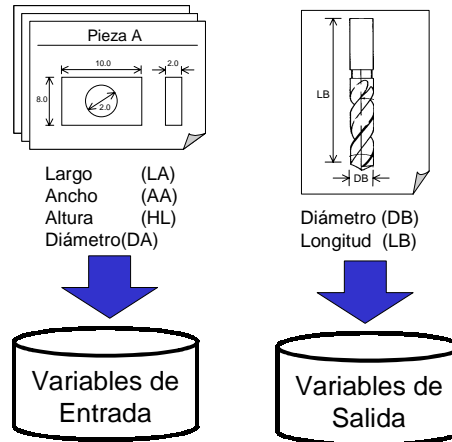


Figura 7. Identificación de las variables de la herramienta de corte Broca y asociación con variables de las características de los productos de la Familia A.

3.1.6. Establecer Reglas de Diseño de Herramental

Descripción y objetivo. Establecer los criterios o reglas de diseño y/o selección de Herramental requerido para la manufactura del nuevo producto, es decir, establecer el vínculo entre variables del producto y variables del herramental

Resultado. Conjunto de reglas que definen los valores de las variables del herramental necesarios para la manufactura del nuevo producto.

En la Figura 8 se muestran las Reglas de Factibilidad establecidas para la Herramienta de Corte: Broca asociada a la Operación 10 de Taladrar Diámetro y relacionada con la característica Hoyo de la Familia A.

Reglas de Factibilidad		
Variables de entrada	Fórmula	Salida
DA	$DB = DA - 0.003''$	DB
HA	Si $HA \geq 3.0''$ entonces $LB = 5.0''$ Si $HA < 3.0''$ entonces $LB = 4.0''$	LB

Nomenclatura		
Símbolo	Descripción	Viene de
DA	Diametro del barreno	Plano de la pieza A
HA	Altura del componente	Plano de la pieza A
DB	Diametro de la broca	Plano de la broca
LB	Longitud de la broca	Plano de la broca

Figura 8. Reglas de Factibilidad para la Herramienta de corte: Broca y Nomenclatura utilizada.

3.1.7. Formato Propuesto

La metodología propone el uso de un formato para la documentación del conocimiento. Dicho formato debe estar dividido en las cuatro partes que se mencionan a continuación.

- i. *Titulo.* Su función es la de identificar a que componente pertenece el documento. Además de indicar el número y nombre de la operación de acuerdo al diagrama de proceso (asociado con una característica del componente) e indicar el tipo de herramental que se esta diseñando.
- ii. *Documentos de Referencia.* Su función es registrar los documentos (planos, cartas sumarios, etc.) a los cuales nos vamos a referir durante la ejecución de las reglas de de diseño. En esta parte se reflejan los resultados de la etapa IV de la metodología: Identificar las fuentes de información del nuevo componente.
- iii. *Reglas de Diseño.* En esta parte se establecen las reglas de diseño. Se especifican las variables del componente (variables de entrada) y las variables que definen al dispositivo actual (herramienta de corte, calibradores, etc) y que son los resultados de aplicar las reglas. Toda la información que se introduzca en este apartado debe provenir de los documentos especificados en la sección de *Documentos de Referencia*. En esta parte se reflejan los resultados de la etapas II, V y VI de la metodología.
- iv. *Nomenclatura.* Su función es dar significado de todas las claves o abreviaciones (*símbolos*) utilizados en la sección de *Reglas de Diseño* e indicar de que documento proviene de acuerdo a lo especificado en *Documentos de Referencia*.

3.2. Metodología para determinar factibilidad de manufactura.

El ciclo de vida del producto inicia cuando los requerimientos y especificaciones del cliente son capturados y posteriormente reflejados en el diseño final del producto. Cuando el producto es enviado a producción surge la necesidad de determinar la maquinaria y el herramental requerido para la manufactura del mismo, entonces las empresas encargadas de la fabricación deben

llevar a cabo dos actividades claves en el tiempo y el costo de manufactura del producto y que se definen a continuación.

- Determinar la factibilidad del producto. Determinar si el nuevo producto se puede o no fabricar con la capacidad actual de la empresa.
- Proceso de Integración. Seleccionar el diagrama de proceso del nuevo producto y para cada estación hacer el diseño y/o selección de la maquinaria requerida, sus condiciones de operación y el herramental. Los resultados de esta actividad son las cartas de procesos del producto y los planos de los diseños resultantes.

La metodología propuesta para determinar la factibilidad de manufactura y llevar a cabo el proceso de integración de un producto tiene cinco etapas: (1) Recepción de la información; (2) Identificación del producto y sus características; (3) Búsqueda por características similares; (4) Diseño Herramental y (5) Elaboración de Reporte (Ver Figura 9).

En las siguientes secciones se da una descripción de los objetivos de cada una de las etapas de la metodología y sus formatos propuestos correspondientes.

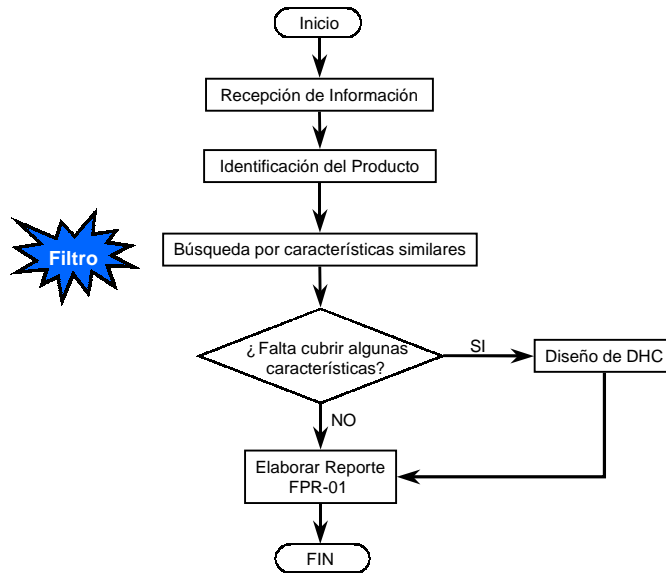


Figura 9. Metodología para determinar Factibilidad de Manufactura de un Producto

3.2.1. Recepción de la información

Objetivo. Informar cuales son los documentos básicos que debe tener antes de iniciar una actividad de integración. Este tipos de documentos son tales como: planos de maquinado, planos de materia prima, cartas de especificaciones, etc.

Descripción del Formato. El Formato de Información del Producto captura los números de los documentos de referencia y asegurar que se cuenta con esta información al inicio del proceso de integración. Existe un formato de este tipo para cada familia de productos.

3.2.2. Identificar al Componente y sus características

Objetivo de la Etapa. Que el usuario del manual pueda identificar al nuevo componente dentro una familia de productos fabricados anteriormente.

Esta etapa requiere de una tarea previa que consiste en clasificar al componente por familias e identificar las características que distinguen a dicha familia tal y como se estableció en la sección 3.1.1. de esta investigación.

En la Figura 10 se muestra el ejemplo de la clasificación por familias para un producto y se indican las variables de cada característica para cada familia.

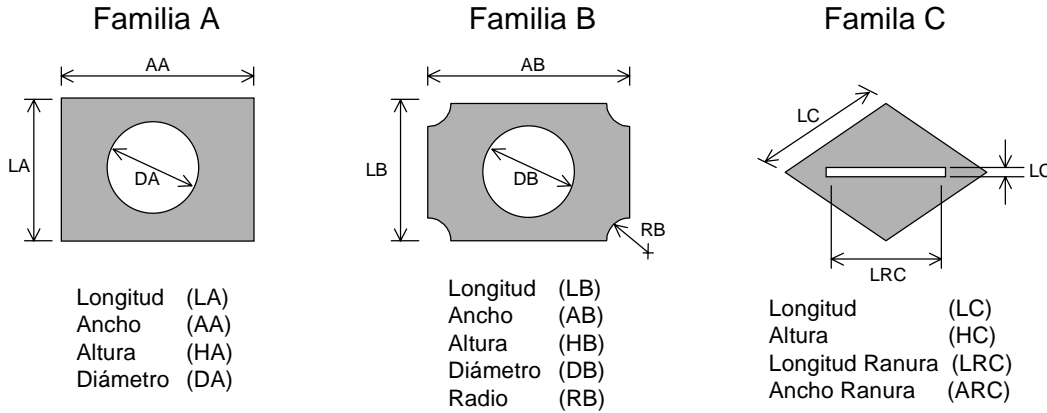


Figura 10. Clasificación por familias del componente y variables de cada característica

Descripción del Formato. El Formato de Identificación del Producto se debe hacer para cada una de las familias identificadas. El objetivo es capturar las dimensiones de las características (variables de entrada) del nuevo producto, las cuales se van a utilizar en las etapas siguientes de la metodología.

3.2.3. Búsqueda por características similares

Objetivo de la etapa. Esta etapa tiene dos objetivos o actividades que se describen a continuación:

- *Filtros de manufactura.* Son los valores máximos y mínimos de las características fabricadas hasta el momento. El objetivo es detectar si la manufactura del nuevo producto está dentro de capacidades actuales o requerirá de consideraciones especiales de diseño o de maquinaria. También tiene el objetivo de detectar algún parámetro que pudiera tener algún error.
- *Búsqueda por características similares.* El objetivo es definir los criterios de búsqueda a utilizar para encontrar en el herramental que se tiene en existencia y que pudiera ser útil en la manufactura del nuevo producto.

Descripción de los formatos. Se propone utilizar dos formatos en esta etapa que se describen a continuación.

- El Formato de Filtros de Manufactura relaciona al número de operación dentro del diagrama de proceso, la máquina que hace la operación y las variables de la característica relacionada en dicha operación. La tarea principal de este formato es definir las Dimensiones Máximas y Mínimas de tal manera que quién lleve a cabo la tarea de integración determine si las características del nuevo producto se encuentran dentro del rango permisible por las capacidades actuales de la empresa.

- Formato de Búsqueda de Características Similares. Este formato proporciona a quien ejecute la tarea de integración, los criterios de búsqueda para los nuevos diseños por cada operación del proceso. La tarea en este tipo de formatos es definir cuales son las características que van a servir como criterios de comparación. El uso de este formato requiere de tres pasos:
 - i. Seleccionar el número de parte con la característica similar.
 - ii. Comparar los valores de las variables entre el nuevo producto y el similar.
 - iii. Revisar y aceptar diseños similares o pasar a la Etapa 4 de Diseño de Herramental.

Este procedimiento se debe repetir tantas veces como sea necesario hasta cubrir el mayor número de operaciones y características posibles. Las características que no encuentre similares deben pasar a la siguiente etapa de Diseño de Herramental.

3.2.4. Diseño de Herramental

Objetivos de la etapa. En esta sección se hace el diseño del Herramental para las manufactura de las características que no pudieron ser seleccionadas de acuerdo a lo que se había hecho anteriormente.

Descripción del Formatos. Para hacer el diseño del Herramental debemos referirnos a los documentos de Reglas de Diseño de Herramental que se discutieron en el punto 3.1.6 de este documento.

3.2.5. Elaboración de reporte.

La elaboración del reporte implica especificar de manera detallada cual es el herramental requerido para llevar a cabo la manufactura del nuevo producto, detallando cuales son herramientas nuevos y cuales son ya existentes en el almacén. El formato correspondiente a etapa debe adecuarse a los formatos actuales de la empresa.

4. Resultados y discusión

Dentro del marco de trabajo del CERG del ITESM, Campus Monterrey, en su labor de implementación de IC en la industria mexicana se ha logrado la aplicación de las metodologías descritas en este documento en una empresa de la industria automotriz, fabricante de la flechas Cardán.

4.1. Antecedentes.

Dentro del programa de implementación de IC en la empresa, se detectó la necesidad de desarrollar una metodología para determinar la factibilidad de manufactura de un nuevo producto. La factibilidad de manufactura en dicha empresa implica llevar a cabo la actividad llamada de *Integración*, durante este proceso se define que dispositivos de sujeción, herramientas de corte y calibradores se requerirán para manufacturar el nuevo producto. Dichas actividades de *Integración* deben llevarse a cabo para el ensamble final y cinco componentes (Yugo Deslizante, Yugo Brida, Yugo Bola, Cruzeta y Espiga). Una de las restricciones más importantes dentro de la organización es la imposibilidad de hacer cambios en el diseño del producto final.

4.2. Actividades.

4.2.1. Implementación de la metodología para la captura de conocimiento.

Objetivo. Documentación y estructuración del conocimiento clave de la empresa orientado al diseño y/o selección de Dispositivos de Sujeción, Herramientas de Corte y Calibradores (DHC) para el componente Yugo Deslizante.

Resultados. Se logró documentar de manera completa el conocimiento para el diseño y/o selección de DHC requeridos para la manufactura del componente Yugo Deslizante (Ver figura 11). Además se hizo la documentación del 80% de la de información para el componente Espiga y se trabajó en la capacitación de los ingenieros de manufactura de la empresa para que continuaran con el trabajo de documentación del resto de los componentes y el ensamble.

Beneficios obtenidos. Estructura del conocimiento ingenieril de la empresa que facilita la posterior configuración automática del diseño de herramental y maquinaria lo cual permitirá reducir el tiempo de desarrollo y su costo asociado.

4.2.2. Manuales de diseño para determinar la factibilidad de manufactura.

Objetivo. Desarrollo guiado del diseño de DHC requeridos en la manufactura de componentes de la flecha Cardán.

Resultados. Se elaboraron manuales completos para el diseño y/o selección de DHC requeridos para el componente Yugo Deslizante y el 80% del manual para el componente Espiga. Además se proporcionó capacitación a los ingenieros de manufactura para elaborar los manuales de diseño del resto de los componentes y el ensamble.

Beneficios obtenidos. Asegurar que una persona con el mínimo de experiencia en el departamento de manufactura de la empresa pueda llevar a cabo las actividades de: Determinar la Factibilidad de Manufactura y el Proceso de Integración de un nuevo producto.

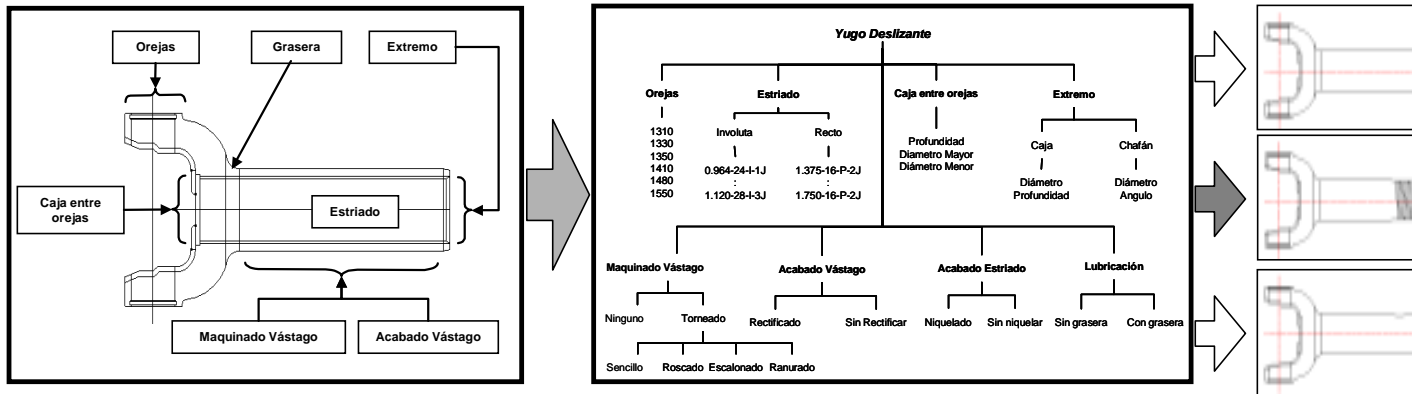
4.2.3. Desarrollo del prototipo de un sistema de información para determinar la Factibilidad de Manufactura.

Objetivo. Desarrollo de un sistema de información inteligente que automatice la administración y el diseño de herramientas y calibradores necesarios para la fabricación del componente Yugo Deslizante.

Resultados. Sistema computacional basado en la herramienta AML (Adaptive Modeling Language) capaz de llevar a cabo las siguientes actividades involucradas en la manufactura de un nuevo Yugo Deslizante. (Ver figuras del Apéndice A):

- i. Seleccionar diagrama de flujo del proceso
- ii. Cartas de Procesos para cada operación del diagrama de flujo.
- iii. Planos técnicos de las herramientas de corte y calibradores diseñados o seleccionados.
- iv. Estudio de Factibilidad de Manufactura
- v. Diagrama de Operación y Control (DOC) y Método Estándar de Trabajo (MET).

Beneficios. Reducir el tiempo del diseño de herramientas y calibradores y el costo asociado. Garantizar que todo el personal con el mínimo de experiencia en el departamento de manufactura de la empresa pueda llevar a cabo las tareas de determinar la factibilidad de manufactura del componente e integrar los DHC requeridos para su fabricación.



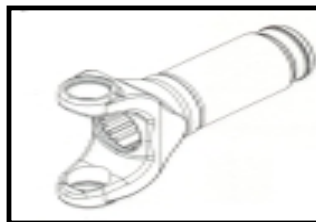
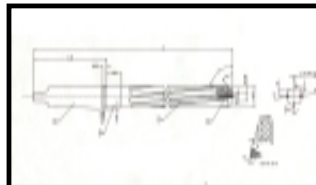
Caracterizar el Componente

Análisis de características

Definir y documentar reglas de diseño

Operación 10 - RIMA		
Operación 10 Rimar Diámetro Central		
Herramientas de Corte Broca Rima para diámetro central		
Documentos		
No.	Descripción	Ejemplo
1	Plano Maquinado del Yugo Deslizante	3-35991
2	Sumario (antes de riquéado)	1.391-31+1-J
3	Plano Rima	HRI3700101
Reglas		
Variables de entrada	Fórmula	Salida
MDS	$\varnothing A (L) = MDS - 0.030 + 0.001$ $\varnothing A (LS) = MDS - 0.030 + 0.002$	Diámetro A ($\varnothing A$)
DIM6	$DIM6 < 8^\circ$ entonces $LC = 18^\circ$ $DIM6 \geq 8^\circ$ entonces $LC = 19^\circ$	Longitud C (LC)
LC	$L^* = LC - 2^\circ$	Longitud * (L^*)
Nomenclatura		
Simbolo	Descripción	Viene de
MDS	Menor Diámetro - Límite superior	Sumario
$\varnothing A$	Diámetro A	Plano Rima
LI	Límite inferior	-
LS	Límite Superior	-

Identificar variables de herramientas



Fuentes de Información del nuevo componente

Identificar diagrama de operaciones

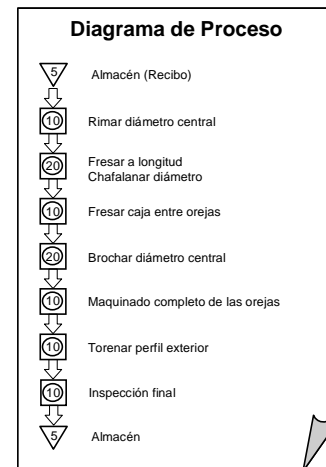


Figura 11. Desarrollo de la metodología para la captura del conocimiento aplicada al Yugo Deslizante

5. Conclusiones

El diseño en ingeniería es un complejo e intensivo proceso de conocimiento, actualmente la mayoría de los diseños son llevados a cabo por expertos, sin embargo, debido a los cambios constantes en el mercado se está volviendo extremadamente importante capturar el conocimiento en sistemas computacionales que puedan ser utilizados repetidamente. Además de que considerando la dinámica del mercado moderno, la complejidad y variedad de los nuevos productos podemos concluir que no es posible centralizar las decisiones importantes en expertos o aún en áreas específicas aisladas.

Sin embargo, para un experto es difícil transferir su conocimiento a un diseñador novato, por lo que surge la necesidad de crear una metodología sistematizada capaz de llevar a cabo el desarrollo guiado del diseño para asegurar que el conocimiento de la compañía este disponible para todo el personal de la empresa involucrado en el proceso de desarrollo de nuevos productos con el fin de mejorar el proceso de toma de decisiones mediante la descentralización del conocimiento clave de la empresa.

Esta investigación propone una metodología la cual permitirá a las compañías codificar y estructurar su conocimiento ingenieril orientado al desarrollo de nuevos productos. Además, esta metodología proporciona una estructura para la configuración automática de diseño de herramental y maquinaria lo cual permitirá reducir el tiempo de desarrollo y su costo asociado.

A pesar de que la implementación de la metodología no se ha llevado de manera completa en la industria, los resultados obtenidos hasta el momento se pueden calificar como satisfactorios, sin embargo, es importante resaltar la necesidad de culminar la implementación en el desarrollo de un sistema completo para finalmente ver reflejadas en su totalidad las bondades de la metodología.

6. Referencias.

- [1] Molina A., 1995, "Ingeniería Concurrente: Conceptos, métodos y tecnologías de información", Transferencia, ITESM Campus Monterrey, Vol. 30, Pág. 17 a 19, México.
- [2] Gómez E., Molina A., 1996, " Aplicación de la Ingeniería Concurrente en la Industria Mexicana", Transferencia, ITESM Campus Monterrey, Vol. 35, Pág. 23 a 25, México.
- [3] Molina A., Gómez E., Guerra D., 1997, "Concurrent Engineering Applications in México; two case studies", en "Computer Applications in Production and Engineering", Chapman and Hall, Inglaterra.
- [4] Al-Ashaab A., Valdepeña T., Quiroz D., Jaramillo Ma P, Peña L.E., de León J.L. e Silva I., 2000, "Introducing and Implementing Concurrent Engineering in the Mexican Automobile Industry", CE2000 Lyon, France.
- [5] Lu, S C-Y 1985, "Applications of Knowledge-Base Experts Systems in Automation Manufacturing", Proc., ASME Int. Computers in Engineering Conference, Boston, MA, vol1, Pág. 427 a 431.

7. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a José Luis Acosta, Fernando Pérez, Carlos Ochoa y Camilo Sandoval por su contribución a este proyecto.

Apéndice A

Sistema de Ingeniería Basado en Conocimiento desarrollado en AML para una empresa del sector automotriz.

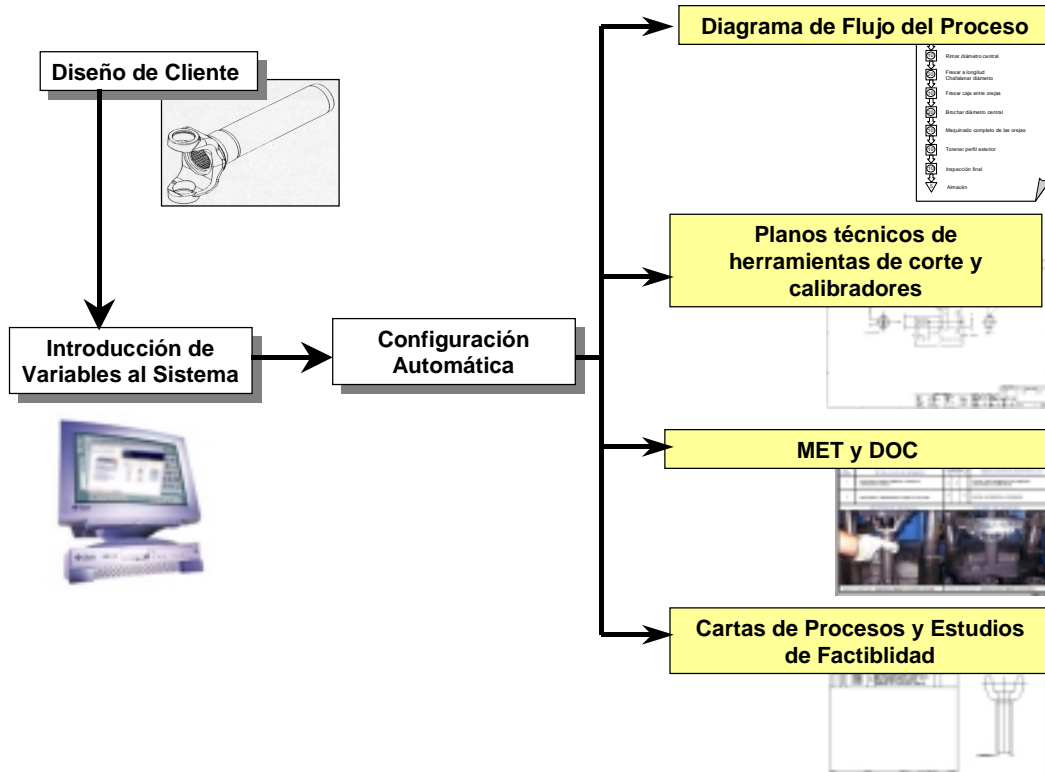


Figura A1. Resultados del sistema KBE

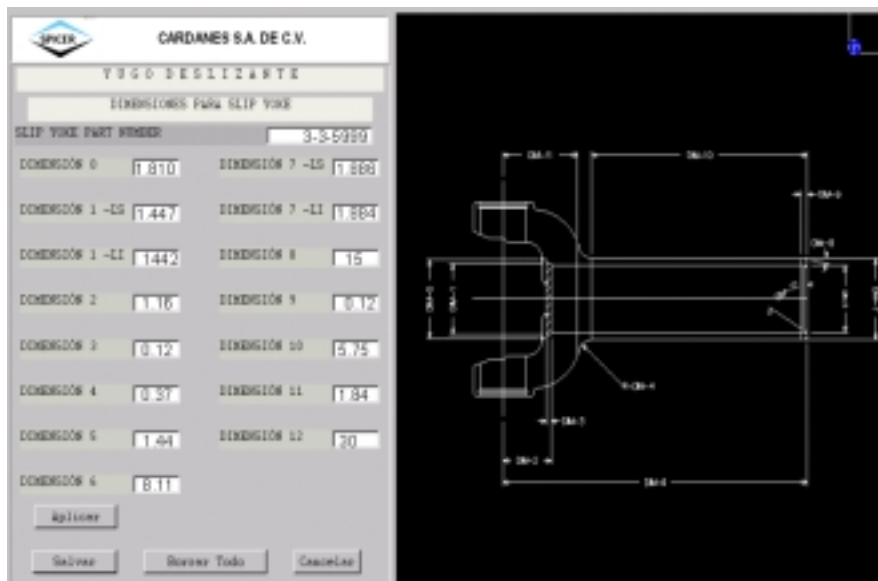


Figura A2. Interface de variables de entrada del componente

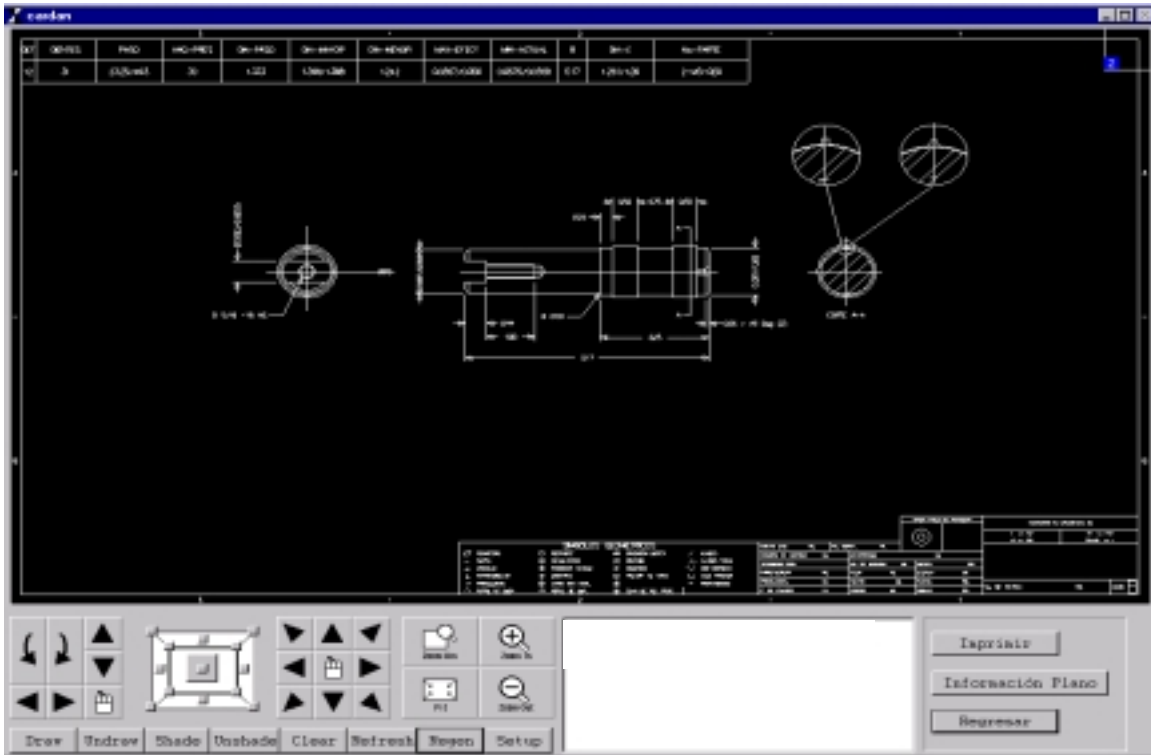


Figura A2. Plano de un calibrador requerido en la manufactura un nuevo Yugo Deslizante

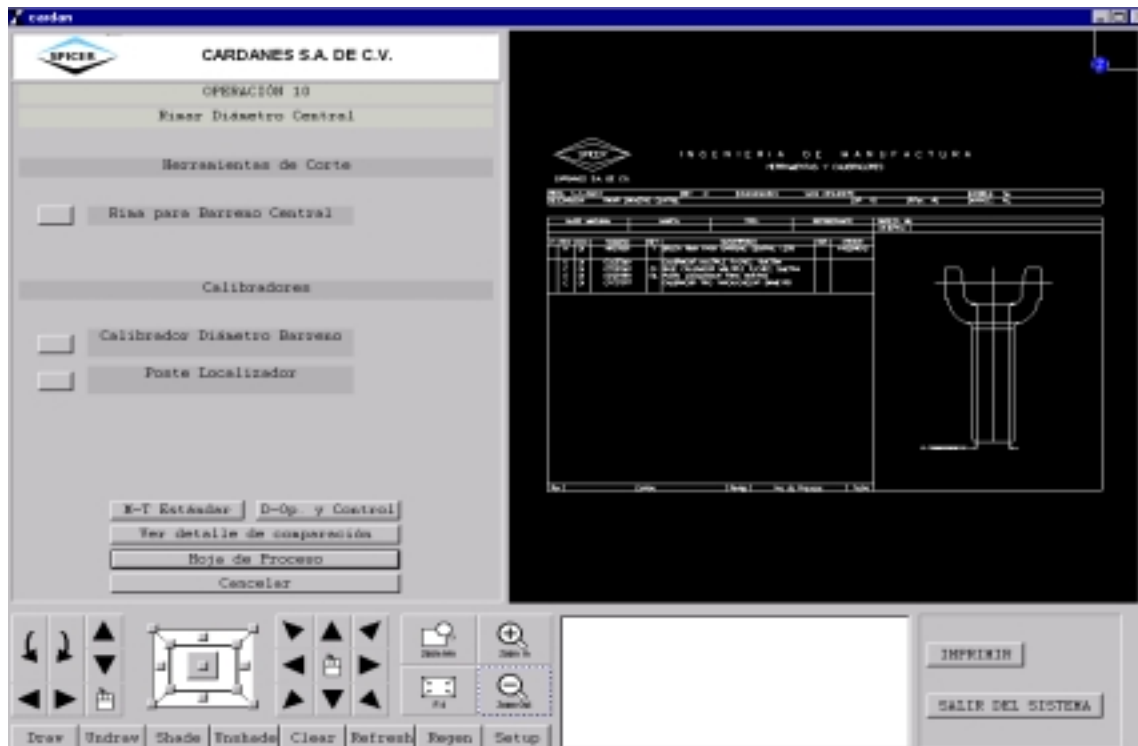


Figura A4. Hoja de Procesos requerida en la manufactura un nuevo Yugo Deslizante

TECNOLOGÍA MEXICANA DE CNC PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA PLANTA PRODUCTIVA DE LA MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA METAL-MECÁNICA DE PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO.

Miguel de Jesús Ramírez Cadena, Arturo Molina Gutiérrez

El presente trabajo informa sobre el seguimiento del proyecto Control Numérico Universal (CNU), el cual en sus inicios fue expuesto como diseño conceptual en el XXVII congreso de investigación y extensión del sistema ITESM y posteriormente en el XXX congreso de investigación y extensión como una geotecnología en desarrollo. En este documento se expresa principalmente los detalles de la arquitectura de referencia del prototipo de investigación y los últimos avances técnicos realizados en el proyecto. Se ha investigado que en países en vías de desarrollo como México, la micro, pequeña y mediana industria metal-mecánica tiene un limitado acceso al uso de tecnología de Control Numérico por Computadora (CNC) en máquinas-herramienta (MH's) utilizadas en los procesos de manufactura, lo anterior es debido al alto costo de dicha tecnología, la cual es extranjera en su gran mayoría. Esto impide el desarrollo de manufactura con calidad competitiva en mercados cada vez más globalizados. El concepto de Control Numérico Universal busca solucionar esta problemática suministrando tecnología de CNC de bajo costo para este sector industrial. El CNU pretende ser el inicio para la creación de una geotecnología en el área de los CNC's cuyos fundamentos estén sustentados en las características de los requerimientos de la micro, pequeña y mediana industria metal-mecánica de los países en vías de desarrollo. Para lograrlo el CNU sigue la tendencia mundial de los desarrollos basados en computadoras personales (PC's) y el concepto de sistemas abiertos, con lo cual se obtiene un CNC adaptable a cualquier ambiente industrial sin importar la plataforma tecnológica de las MH. El CNU permite la automatización de MH's manuales a través de la adición de sensores, motores, dispositivos mecánicos de movimiento y una computadora personal con un software de control. Los detalles de esta implementación en un torno prototipo se muestran en este documento.

Palabras Claves: Control Numérico por Computadora (CNC), Arquitectura de Sistemas Abiertos, Sistemas basados en PC, Automatización de Máquinas-Herramienta.

1. Introducción

En países en vías de desarrollo como México, además del problema de la falta de estandarización, ocurre que la tecnología de MHCNC es inherente a las grandes empresas debido a los altos costos de esta tecnología. La micro, pequeña y mediana industria metal-mecánica nacional, en su mayoría, no tiene acceso a este tipo de tecnología, por lo que utilizan MH convencionales ó MHCN tradicionales, lo cual nos lleva a un deterioro en la calidad de la manufactura [1].

M.C. Miguel de Jesús Ramírez Cadena: Profesionista de apoyo del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura y profesor de cátedra de los departamentos de ingeniería industrial y electrónica, mramirez@lce.mty.itesm.mx.
Dr. Arturo Molina Gutiérrez: Profesor investigador del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura del ITESM Campus Monterrey, armolina@campus.mty.itesm.mx.

Estudios realizados por el Colegio de México y la Technology Scientific Foundation [2] concluyen que: en América Latina la difusión interna de MHCN influye primero en las variables económicas nacionales (por ejemplo, la productividad de plantas usuarias, la organización industrial, etc.) y, mediante tal efecto, incide en los términos del comercio exterior del sector industrial intensivo en el uso de MHCN. En Latinoamérica los factores que influyen en la disminución de la absorción de MHCNC son: la deuda externa, la recesión industrial, tipo de bienes metal-mecánicos producidos, falta de políticas a la exportación, entre otras. Pero la mayor restricción para su uso es su precio, ya que las MHCNC triplican en precio a las MH convencionales. Estudios realizados por los autores demuestran que en México la planta productiva de este sector industrial está basada en maquinaria manual de segunda mano importada de países en desarrollo o del ex-bloque socialista europeo.

El Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (CSIM) del ITESM Campus Monterrey, a través del Laboratorio de Investigación de Máquinas-herramienta de Control Numérico por Computadora (LAB-CNC), realiza un proyecto denominado Control Numérico Universal (CNU), que se aplicará en la automatización de máquinas-herramienta. El proyecto se basa en el desarrollo europeo OSACA y tiene como objetivo crear tecnología Mexicana de bajo costo que siga las tendencias mundiales de vanguardia en el campo de tecnologías de automatización.

El LAB-CNC desarrolla el CNU con un costo de aproximadamente 50% menor que los kits de automatización de CNC comerciales basados en el uso de las computadoras personales. El CNU es un control numérico flexible y económico que colocará la tecnología de CNC al alcance de la micro, pequeña y mediana industria metalmecánica. El impacto social de un desarrollo como el CNU, se reflejará en un mejor aprovechamiento de los recursos humanos, obteniendo el personal capacitación y experiencia en tecnologías de vanguardia, generando incrementos cuantitativos y cualitativos reales en la productividad, lo que lleva a un mayor bienestar de la población. El objetivo específico del presente trabajo es describir los detalles de la implementación del prototipo de investigación del Control Numérico Universal esperando que sea el detonante del desarrollo de una geotecnología en el campo del CNC que englobe la problemática de los países en vías de desarrollo.

Uno de los principales problemas de las PyME's es el no contar con personal capacitado ni contar con los recursos económicos para adquirir un equipo de tecnología CNC. La reconversión automática de MH's manuales por medio del CNU, pretende ser un medio para la capitalización de micro, pequeñas y medianas industrias que no posean un capital inicial suficiente para comprar MHCNC comerciales. Se ha planteado que con ayuda de programas gubernamentales la empresa pequeña pueda tener ese capital inicial para iniciar la reconversión de su maquinaria manual.

Tal y como se muestra en la **figura 1**, si una empresa invierte en la automatización con el CNU de una de sus MH's manuales con un valor de inversión inicial de \$7,500 USD, teniendo en cuenta que con la adquisición de nueva tecnología le permitirá adquirir nuevos clientes y trabajos mejor pagados, su eficiencia subirá y por ende su utilidad. Y en un plazo razonable (2 años para este ejemplo) podrá reunir el dinero suficiente para comprar una MHCNC comercial con una eficiencia mayor. En la misma figura se muestra la curva de aprendizaje de la tecnología CNC utilizando una constante estimada. El CNU le permitirá a los talleres ir entrenando a su personal, a fin de llegar a un punto óptimo en su manejo cuando se compre la MHCNC comercial.

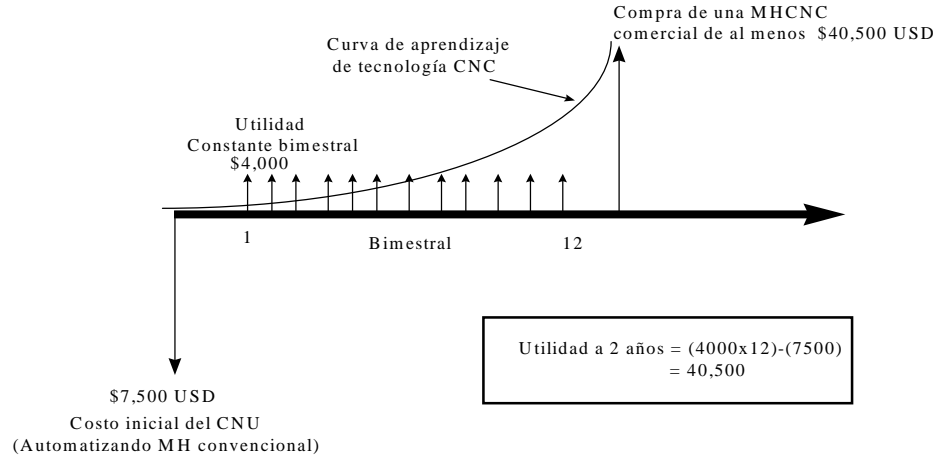


Figura 1. Capitalización de un taller de maquinados PyME utilizando el proyecto CNU.

2. Metodología

2.1 La Arquitectura

Una de las principales áreas de aplicación del CNU es la reconversión automática de MH's manuales, se plantea que uno de los puntos relevantes de la funcionalidad de la arquitectura del CNU debe ser su capacidad para lograr una adaptación flexible y rápida del controlador a las características mecánicas de una MH y a la integración de capacidades que se requieran del controlador (CNU). Para lograrlo, la arquitectura debe ser modular y configurable tanto en el hardware como en el software [3].

La arquitectura de referencia que se propuso es una plataforma la cual debe de soportar una "caja negra" que estará formada internamente por unidades de software cuya combinación define la funcionalidad del sistema a implementar en la arquitectura. Esta conceptualización permitirá el desarrollo de controles numéricos con la funcionalidad adecuada para cada MH que se requiera automatizar de acuerdo con el ambiente en que funcionará el sistema.

El CNU tiene una arquitectura modularizada que consta de unidades funcionales (UF's), las cuales son módulos de programas de aplicación que realizan tareas específicas requeridas por el usuario ó el proceso. La arquitectura del CNU cumple con los requerimientos de los sistemas abiertos, para lo cual consta de cuatro capas principales: capa de hardware, capa del sistema operativo, capa de comunicaciones internas y la capa de interfase de programación de aplicaciones (API). Estas capas ofrecen servicios a las unidades funcionales (UF), las cuales son módulos de programas de aplicación que realizan tareas específicas requeridas por el usuario. Con la introducción del concepto de unidades funcionales (UF) manejadas a través de la interfase del programa de aplicación se cumplen con los requerimientos de portabilidad, modularidad y escalabilidad ; la interoperatividad se logra a través de la interfase de comunicaciones. Para la implementación de las UF's se utiliza tecnología orientada a objetos (C++). En la **figura 2** se muestra la arquitectura de referencia del CNU [3].

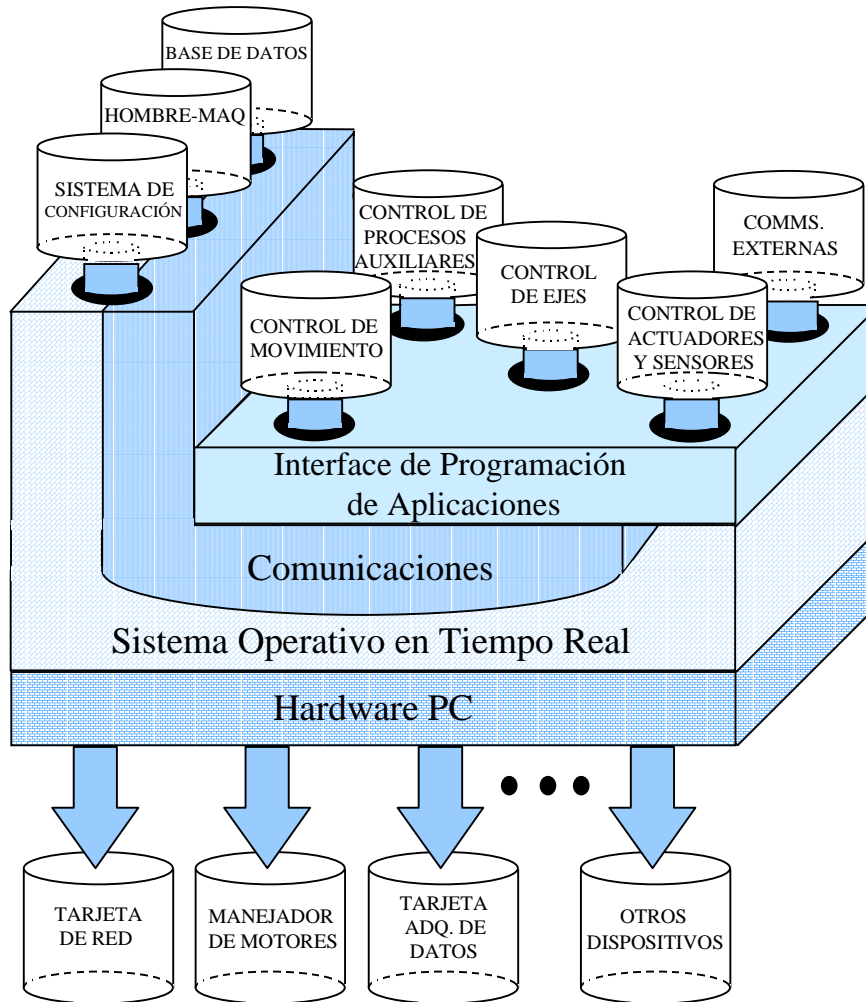


Figura 2 Arquitectura de Referencia del CNU

Las UF's de aplicación para la arquitectura del prototipo del CNU son: El control de movimiento (CM), el control de ejes (CE), el control de actuadores y sensores (CAS), el control de procesos auxiliares (CPA), las comunicaciones externas (CEX). A parte de las UF's mencionadas anteriormente, se encuentra la UF del sistema, que son la UF de base de datos, la UF sistema de configuración y la UF de la interface hombre-máquina. En la **figura 3** se muestra el flujo de información entre las UF's principales.

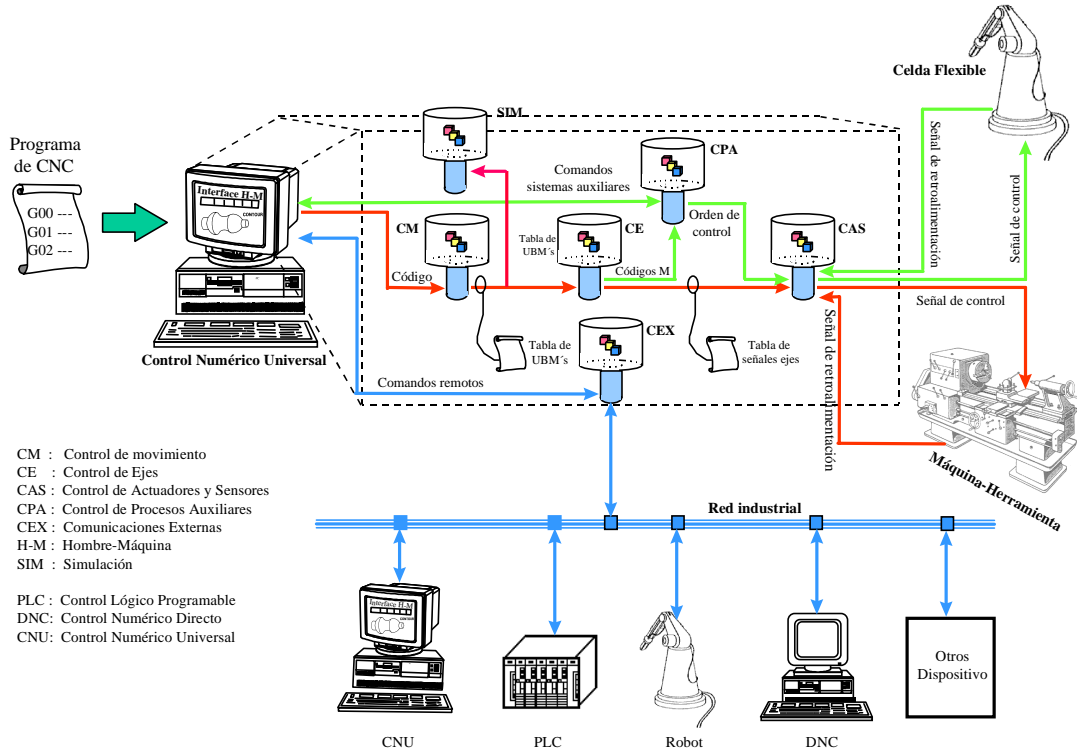


Figura 3 Flujo de información entre UF's en el CNU

Antes de analizar el flujo de información, se mostrará una definición de cada unidad funcional:

- a) Interface Hombre-máquina (HM). Es la encargada de ser el medio de comunicación entre el sistema de CNC y el usuario. Esta UF, además de su función de desplegar la opciones disponibles al usuario, tiene la opción de tener un simulador con el fin de que el usuario pueda verificar un programa de CNC antes de mandarlo ejecutar en la MH.
- b) Control de Movimiento (CM). Esta UF se encarga de calcular las trayectorias que deben de ser ejecutadas por cada uno de los ejes de la máquina. El CM toma el código original del programa de G's y M's del usuario y lo transforma en un programa de código intermedio libre de comentarios y de errores léxicos, sintácticos y semánticos. Posteriormente este programa es dirigido a los interpoladores que se encuentran dentro de la misma CM. Un interpolador es el elemento que se encarga de encontrar la trayectoria a ser seguida por la herramienta, la trayectoria es calculada en puntos denominados UBM (Unidades Básicas de Movimiento), una UBM es la resolución del movimiento de la herramienta con respecto a la pieza de trabajo. La salida de esta UF es una tabla de UBM's para cada eje, donde se define la trayectoria a maquinar.

- c) Control de ejes (CE). Esta UF tiene como función generar las tablas de señales para los ejes de la MHCNC y de enviar la información de los códigos M a la UF de procesos auxiliares. La estructura interna del CE permite que la información de cada eje sea manejada de manera independiente con el fin de poder escalar el número de ejes a controlar cuando sea necesario.
- d) Control de procesos auxiliares (CPA). Se encarga del control de los sistemas que auxilian en el proceso de maquinado, como : el sistema de limpieza de viruta, sistema del refrigerante, sistema de lubricación, sistemas de sujeción automáticos, etc. Además, esta UF también se encarga de generar las señales para el monitoreo y control de los componentes de una celda de manufactura, ya que el CNU se plantea que también funcione en un sistema flexible.
- e) Control de actuadores y sensores (CAS). Esta UF se puede considerar como el puerto de entradas y salidas del sistema de control numérico. Aquí es donde se realiza la conversión física de la información proporcionada por el CE y el CPA a señales eléctricas de control que manipularán a los actuadores y sensores. Esta UF se encarga del control de una tarjeta de adquisición de datos como base para desempeñar su funcionalidad, en general manejará señales analógicas y digitales. También en esta UF se encuentra el punto de suma del lazo de control del CNU, aquí es donde se recibe la señal de retroalimentación por parte de los sensores de movimiento de la máquina.
- f) Comunicaciones externas (CEX). Proporciona la funcionalidad al sistema de poderse comunicar con el exterior a través de una red industrial de comunicaciones ó para cargar programas por medio de una computadora (control numérico directo, DNC). Dentro de un ambiente industrial integrado el CNU debe de tener capacidad de interactuar con dispositivos como robots, celdas de manufactura, computadoras centrales, otros controles numéricos, PLC's, entre otros. Debido a esta complejidad la implementación de la UF CEX debe estar basada en interfaces estándares, el estándar más usado es el Manufacturing Message Specification (MMS) el cual es un protocolo de comunicaciones (ISO/IEC 9506-1,2,3,4) que está pensado para la integración de dispositivos heterogéneos de una planta industrial.
- g) La UF de base de datos. Es el banco de información donde se guarda información como : datos de herramientas, datos de compensadores, datos del proceso, entre otros.
- h) La UF sistema de configuración contiene la información necesaria para configurar el sistema, contiene datos como : casa de la herramienta, cantidad de juego mecánico en cada eje, configuración de tarjetas de hardware, parámetros de variables de inicio, entre otros.

El flujo de información para un programa de CNC comienza cuando el usuario introduce un programa de CNC en la interface H-M. El código de CNC es manejado entonces por el CM hasta obtener la tabla de UBM's. El CE maneja la tabla resultante y obtiene como resultado una tabla de señales eléctricas para los ejes. La CAP maneja la información del código correspondiente a los códigos M que mandan llamar a sistemas auxiliares. Con esta información proveniente de la CE y CAP, la UF CAS la convierte en señales de control para los actuadores, también recibe la información de retroalimentación de los sensores de la MHCNC y como en ella está el punto de suma, entonces puede generar una nueva señal para completar la orden original, la UF CAS es la encargada de manejar la tarjeta de adquisición de datos que estará en los slots de la máquina.

2.2 Implementación

La filosofía del CNU propone que es posible la automatización de una MH convencional mediante la adición de componentes como : sistemas actuadores, sistemas sensores, dispositivos mecánicos y una computadora personal con el software de control del CNU integrado y la inserción de tarjetas de adquisición de datos y de red.

En la **figura 4** se muestra el concepto de implementación manejado para el CNU, lo que se plantea es que dependiendo de las necesidades y capital económico destinado para la inversión por parte del usuario, éste pueda configurar su kit de automatización con los actuadores, sensores, mecanismos, tarjetas electrónicas, etc. que estén al alcance de su presupuesto y satisfacción de sus necesidades [3].

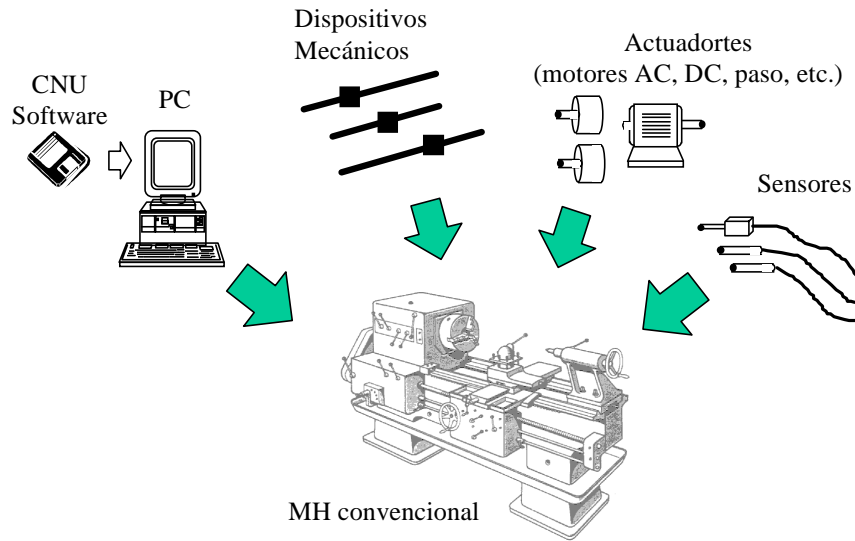


Figura 4. Implementación del concepto CNU

El proyecto prototipo del CNU, consistió en la automatización de un torno manual marca Monarch Machine Tool 10EF, con una distancia entre centros de 20" y un volteo de 12.5", construido en 1941. El torno se muestra en la **figura 5**, donde se visualizan montados algunos sensores y actuadores. Igualmente es mostrado un esquema general del proceso seguido en la automatización. Además, en la misma figura son mostrados los pasos para realizar el acondicionamiento mecánico y eléctrico de la máquina.

Primeramente se deben desactivar los elementos de movimiento manual de la MH, como palancas, poleas, etc. Posteriormente, se debe de realizar el acondicionamiento mecánico con los tornillos de bola y cremalleras, y además realizar el montaje de motores y sensores, si es necesario se debe de realizar rectificación en las guías y bancada o aplicar recubrimientos cerámicos. Hasta aquí es la fase de la reconversión mecánica de la máquina, y es cuando se debe de realizar una limpieza y lubricación general. La segunda parte es la conexión eléctrica y electrónica de componentes, así como de la puesta de la alimentación eléctrica. Esta parte abarca la conexión entre la tarjeta de adquisición de datos y todos los dispositivos electrónicos como los manejadores de motores, el inversor y el circuito de punto cero, entre otros.

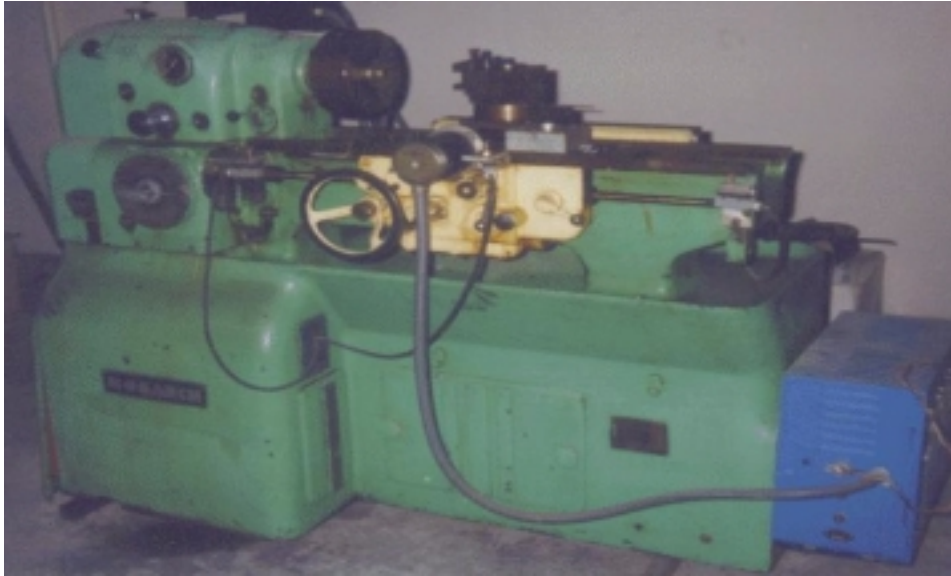


Figura 5. Torno utilizado para implementar el prototipo del CNU

A continuación se enumeran los elementos más significativos de la implementación [4] :

2.2.1 Tornillos de bola (Ball screw)

Las MH's manuales generalmente tienen tornillos acme, los cuales no pueden proporcionar un óptimo control de movimiento de los ejes debido a las fricciones y desgastes que producen. Es por eso que una MHCNC usa tornillos de bolas, donde las bolas recirculantes proporcionan un movimiento rotativo que disminuye la fricción, permitiendo un óptimo control de movimiento, en la **figura 6** se muestra un esquema de los tornillos de bolas y su montaje en una máquina-herramienta. Para la selección de los tornillos de bola se utilizó el catálogo de software Advanced Linear Actuator Guide de la compañía Thompson linear motion systems donde se selecciona el tornillo de bolas basándose en el cálculo de la fuerza axial que actúa sobre los tornillos, la carga crítica ó fuerza permisible para que el tornillo no sufra deformación y la velocidad de rotación crítica. Los resultados de la selección y montaje son los siguientes:

Longitud 18" para el eje X y 36" para el eje Z.
Paso 0.2 in. Diámetro 3/4"

No. de parte 5700975
Acero inoxidable

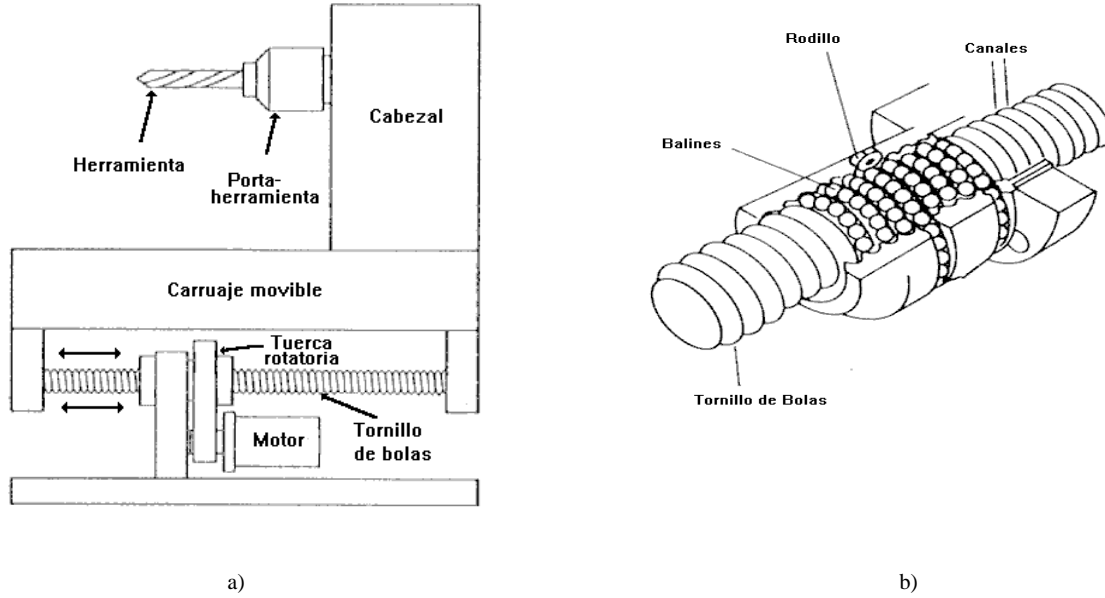


Figura 6 a) Montaje de un tornillo de bolas en una MH b) Esquema de un tornillo de bolas

2.2.2 Actuadores y Sensores.

Los actuadores y sensores seleccionados para el prototipo fueron de acuerdo con el presupuesto disponible y con la funcionalidad que se requería. Se compraron 2 motores de pasos de la compañía American Precision Industries modelo M421-12E con un codificador óptico marca BEI de 1000 pulsos por revolución acoplados al eje. Estos motores tienen un torque estático de 625 oz-in. Los manejadores seleccionados para los motores son de la misma compañía, son modelo DM226 con la técnica de micropasos donde cada paso puede ser dividido en hasta 50,000 pasos por revolución, lo que da una gran precisión y resolución en el movimiento final. Se montaron en el torno switches de límite mecánicos en los extremos de los ejes para de limitar el área de trabajo, éstos fueron de la marca Microhartmann.

Para determinar la capacidad necesaria de torque de los motores, se toma en cuenta la fuerza axial que actúa sobre el tornillo, el paso del tornillo y que una eficiencia de un tornillo de bolas es de alrededor del 90%. Lo anterior se expresa en la fórmula:

$$\text{Torquemotor (N-m)} = \frac{\text{F axial sobre el tornillo (N)} * \text{Paso(m)}}{2 \pi * \eta \text{ del tornillo}}$$

η: es la eficiencia del tornillo de bolas (≅ 90%)

2.2.3 El inversor

Para el control de la velocidad del husillo se compró un inversor Mitsubishi modelo FREQROL-Z200, con capacidad para manejar un motor de 4 kW, y dar corriente a la salida de 10 Ampers. El inversor debe ser alimentado con una fuente trifásica de 220 Volts. El software del CNU proporciona señales de control de 0 a 10 volts que alimentan al inversor para controlar las RPM's del husillo. La salida de la señal se realiza a través de las salidas analógicas de la tarjeta de adquisición de datos.

2.2.4 La tarjeta de adquisición de datos y la computadora personal

Se seleccionó para el prototipo la tarjeta de adq. de datos LAB-PC+ de la compañía National Instrument por su bajo costo y su funcionalidad, ésta va insertada en algún slot de la PC. La tarjeta tiene 24 canales digitales de entrada/salida, 2 salidas análogas, 2 entradas análogas, reloj de 2 MHz y 3 contadores. Para el prototipo del CNU se instaló una computadora 486 DX4 a 100MHz, con 32 Mbytes de RAM, 560 Mbytes de DD, Monitor UVGA de 14" y una tarjeta de video de 1 Mbyte.

2.2.5 Interface gráfica con el usuario

Para el desarrollo de la interface gráfica con el usuario, el proyecto CNU utilizó el desarrollador de interfaces denominado Photon. El microkernel de Photon corre como un microproceso (45K de código), el administrador de Photon crea un tridimensional "espacio eventual" y los eventos fluyen a través de este espacio, colgándose en cada una de las regiones definidas. Usando el mecanismo de comunicaciones del QNX, los procesos manipulan las regiones del "espacio eventual" dando al usuario servicios gráficos de alto nivel. En la **figura 7** se muestra la pantalla principal la cual fue desarrollada en Photon, la pantalla muestra opciones para : manejo de archivos, edición de programas, compilación, maquinado de piezas, manejo manual de máquina, entre otras.



Figura 7. Pantalla principal del CNU.

3. Resultados y discusión.

Los resultados más relevantes con respecto a la implementación del proyecto son los siguientes:

- Diseño conceptual de la arquitectura de referencia del CNU, donde se engloba todo el ambiente de desarrollo de aplicaciones y la funcionalidad interna. Además, se desarrolló y codificó el modelo orientado a objetos de la arquitectura del CNU basado en la metodología FUSION, el cual proporciona herramientas de desarrollo que ayudan a expresar y documentar las características de un proyecto flexible como el CNU.

- Aplicación del concepto CNU en la automatización de un torno manual, acondicionándose mecánicamente, montándole sensores y actuadores y adaptándole una PC como plataforma para la corrida del software del CNU.

En el mercado del CNC, existen varias compañías que ofrecen kits de automatización de MH manuales. Sin embargo, estos kits siguen estando a un alto costo para compañías micro, pequeñas y medianas en países en vías de desarrollo. Los precios fluctúan desde los USD \$10,000 en adelante, sin contar el precio del montaje y puesta a punto de componentes. EL CNU es un desarrollo cuyo costo del prototipo no va más allá de USD \$5,000. Por lo anterior se considera que el CNU es un desarrollo que puede llegar a tener un gran impacto en la industria metal-mecánica de los países en cuestión. Aunado a esto, se genera tecnología propia que permitirá ir atenuando la dependencia tecnológica de países desarrollados.

4. Conclusiones

Se ha logrado un conocimiento integral de la tecnología de los controladores CNC, así como en los componentes de hardware como motores de paso, sensores, tarjetas de adquisición de datos ; en los componentes mecánicos como la selección y montaje de tornillos de bola, cremalleras, soportes para actuadores, y en lubricación y mantenimiento de MH's. De la misma manera, poco a poco se ha ido adquiriendo y capitalizando el conocimiento en el desarrollo de software y desarrollo de interfaces. Así como la implementación de algoritmos de control de actuadores, y algoritmos de interpolación para la generación de trayectorias de maquinado.

El establecimiento de una arquitectura de referencia y su modelación orientada a objetos sientan las bases para la creación y difusión de una verdadera filosofía en la generación de CNC's flexibles y de bajo costo que permitan automatizar MH convencionales. Permitiendo, en un futuro, la generación de una geotecnología que permita a las micro, pequeñas y medianas industrias alcanzar niveles competitivos que los mercados cada vez más globalizados requieren.

5. Referencias

- [[1]] Ramírez Cadena M. De J., Molina A., "Algoritmos de interpolación matemáticos aplicados al corte de metal". Memorias del First meeting in Mathematics applied to the Engineer, computing and science, San José, Costa Rica. February 6-9, 2001.
- [[2]] Boom G. K., Mercado A. "Automatización flexible en la industria". 1a. edición, ed. Limusa-Noriega, México, D.F. 1990.
- [[3]] Ramírez Cadena M. De J., Molina A., "Desarrollo de Geotecnología: El caso del control Numérico Universal". Memorias del IX seminario Latino-Americano de Gestión Tecnológica ALTEC 2001, San José, Costa Rica. Octubre 17-19, 2001.
- [[4]] Ramírez Cadena M. De J., Molina A., "Software based Computer Numerical Controller for Low Cost Automation in Small and Medium sized Metal-Processing Enterprises in Developing Countries". Memorias del VI IFAC Symposium on Cost Oriented Automation, Berlin, Alemania. Octubre 8-9, 2001.

EVALUACIÓN DE TIEMPO EN OPERACIONES DE FRESADO DE ALTA VELOCIDAD - MODELO MECANÍSTICO PARA PARTES PRISMÁTICAS -

Manuel Monreal y Ciro A. Rodríguez

Este trabajo presenta una metodología para realizar predicciones de tiempo de maquinado en operaciones de fresado de alta velocidad. Los principales factores que influyen en el tiempo de maquinado son la capacidad de aceleración de la máquina y el cambio de dirección en las trayectorias de corte. Dichos factores no se toman en cuenta durante la predicción de tiempo con los sistemas de CAM, resultando en errores significativos bajo condiciones de altas velocidades de avance programado (hasta 350% para velocidades de avance de 16 m/min). Aquí se presentan modelos mecánicos para estimar la aceleración de la máquina y el efecto del cambio de dirección en las trayectorias de maquinado. Posteriormente, se realiza la predicción de los tiempos de maquinado para ejemplos específicos, por medio de los principios de movimiento uniformemente acelerado. Los modelos mecánicos propuestos fueron calibrados y probados experimentalmente para realizar la estimación del tiempo de maquinado en partes prismáticas, con una estrategia de maquinado para desbaste en zig-zag y velocidades de avance hasta 16 m/min. Se logró una predicción del tiempo de maquinado muy cercana al tiempo real (con un error máximo del 3% para velocidades de avance hasta 8 m/min y un error máximo del 12% para velocidades de avance de 16 m/min).

1. INTRODUCCIÓN

Las operaciones de maquinado de alta velocidad son exitosas siempre y cuando se consideran como un sistema que integra los siguientes elementos: herramientas de corte, máquina herramienta, controlador y programación. En la figura 1 se muestra el ciclo completo de maquinado desde que surge la necesidad de un nuevo producto hasta que este llega a su realización.

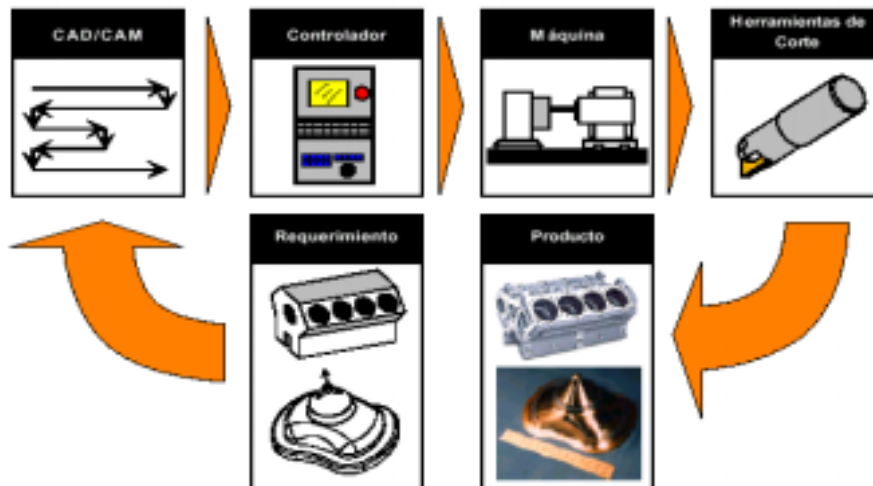


Figura 1. Proceso de maquinado en máquinas herramientas de CNC [9].

La creciente aplicación del maquinado de alta velocidad ha resultado de un continuo desarrollo en los controladores de las máquinas herramientas de CNC, de nuevas y mejores máquinas herramientas y de herramientas de corte cada vez más avanzadas [2][3][4][5]. Sin embargo, en algunos aspectos del maquinado de alta velocidad, los paquetes de CAM (Manufactura Asistida por Computadora) disponibles en el mercado no van de acuerdo con el desarrollo encontrado en los controladores y máquinas herramientas de CNC. Los paquetes existentes de CAM no consideran suficientes elementos de la física del proceso de maquinado. Esto significa que para algún programa de control numérico en particular, el CAM sólo considera la distancia total de la trayectoria de maquinado y la velocidad de avance nominal o programada para estimar el tiempo de maquinado. En muchos casos, el resultado obtenido es muy diferente al tiempo de maquinado real debido a que no se consideran los cambios en la velocidad de avance provocados por la aceleración y desaceleración que se presenta en los cambios de dirección de las trayectorias de maquinado [6].

El objetivo del proyecto de investigación del que se deriva este trabajo es la estimación adecuada del tiempo de entrega y costo unitario en operaciones de maquinado de alta velocidad. Una de las limitantes es la incertidumbre sobre el tiempo de maquinado, ya que bajo condiciones de alta velocidad de avance se ha demostrado que el tiempo de maquinado ideal (predicción del sistema de programación CAM), difiere significativamente del tiempo de maquinado real [8]. Esta problemática se presenta tanto en operaciones de maquinado de partes prismáticas como en el maquinado de superficies complejas [7] [8]. Los resultados que se presentan aquí son un avance parcial que se enfoca en establecer el modelo mecánico adecuado y en pruebas con partes prismáticas sencillas.

Existen algunas investigaciones que ayudan a complementar el funcionamiento de los paquetes de CAM con consideraciones del proceso de maquinado [9] [10]. También hay algunos trabajos que intentan capturar las limitaciones de las máquinas herramientas y traducir esas limitaciones en modelos de predicción de tiempos de maquinado [6] [11] [12]. El presente trabajo continúa desarrollando conceptos presentados en los trabajos mencionados anteriormente para formular nuevos modelos simplificados de predicción de tiempo de maquinado.

2. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para estimar los tiempos de maquinado en el proceso de maquinado de alta velocidad se basa en modelos mecánicos. Este tipo de modelo es una combinación de modelos analíticos (que consideran el sistema físico completo) y modelos estadísticos (que relacionan variables de entrada y variables de salida a través de funciones polinomiales o algún otro tipo de funciones simples). Los modelos mecánicos incorporan consideraciones básicas del sistema físico y algunos factores de calibración para tomar en cuenta parte de la incertidumbre del sistema. Además, los modelos mecánicos no requieren consideraciones sistemáticas de todas las variables físicas [13].

Los modelos mecánicos para la estimación de tiempos de maquinado requieren de los siguientes elementos [6]:

- **Velocidad de avance programada ($V_f \text{ prog}$)**
- **Geometría de la trayectoria** de maquinado que determina la longitud de las trayectorias de maquinado y los cambios de dirección que se presentan a través de éstas.
- **Aceleración de la máquina (a_m)**. Esta es una característica dinámica de la máquina que indica la rapidez con la que la máquina puede alcanzar las velocidades de avance programadas.
- **Compensación de la velocidad de avance** para mantener la tolerancia geométrica requerida. En la figura 2 se define el ángulo de la esquina ($\theta \text{ esq}$) para una serie de interpolaciones lineales. Para cada intersección de las trayectorias de maquinado, existe una velocidad de avance en la esquina específica ($V_f \text{ esq}$) necesaria para poder realizar el cambio de dirección en la trayectoria de maquinado y seguir manteniendo la tolerancia geométrica bajo los límites especificados [14] [12]. La velocidad de avance en la esquina está relacionada con la aceleración de la máquina y con el ángulo de la esquina ($\theta \text{ esq}$). A medida que el ángulo de la esquina ($\theta \text{ esq}$) se incrementa, la velocidad de avance de la esquina ($V_f \text{ esq}$) disminuye.

Una vez que se encuentran estos dos parámetros, utilizando modelos sencillos de movimiento uniformemente acelerado se logra la estimación de los tiempos de maquinado.

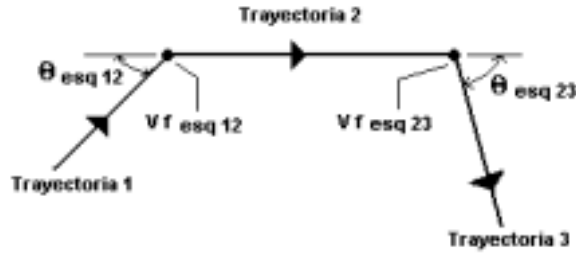


Figura 2. Definición del ángulo de la esquina y de la velocidad de avance en la esquina.

Modelo para la estimación de la velocidad de avance de la esquina

El modelo propuesto asume que un cambio en la dirección de las trayectoria de maquinado con interpolaciones lineales se da a través de una pequeña trayectoria circular (ver figura 3). Este radio de la esquina (r_{esq}) se asume tangente a las trayectorias lineales y además depende del ángulo de esquina definido anteriormente y de un parámetro de calibración (e) que se analizará mas a fondo en las siguientes secciones de este trabajo (ver figura 3). Una vez encontrado ese radio de esquina, la velocidad de avance de la esquina se define de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Vf_{esq} = \sqrt{a_m r_{esq}}$$

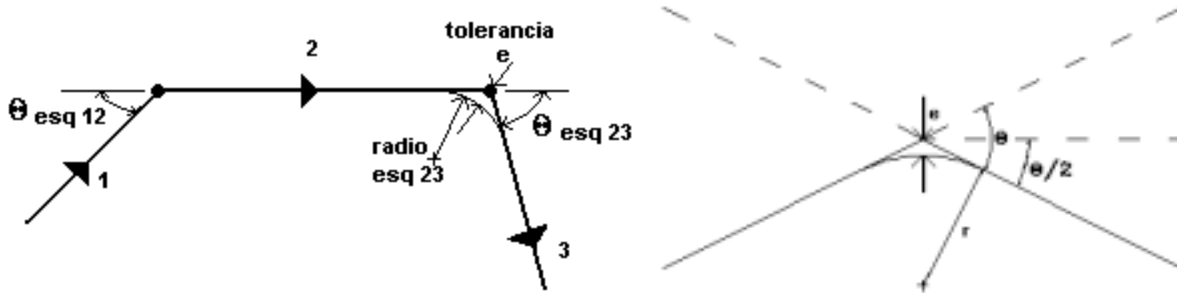


Figura 3. Definición del radio de la esquina.

Una vez establecida la velocidad de avance de la esquina, se propone un modelo sencillo basado en los principios físicos del movimiento uniformemente acelerado para realizar la estimación del tiempo de maquinado en trayectorias de maquinado. Básicamente en el modelo de estimación de tiempo de maquinado para un segmento de una trayectoria se pueden distinguir dos casos, uno cuando la velocidad de avance máxima (Vf_{max}) que puede alcanzar la máquina en el segmento y que está en función de la aceleración de la máquina, es menor que la velocidad de avance programada (Vf_{prog}) y el otro caso es cuando esta Vf_{max} es mayor que la Vf_{prog} (ver figura 4).

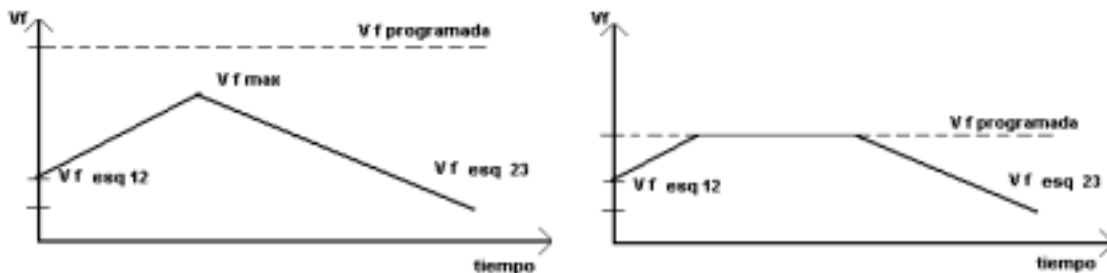


Figura 4. Casos en el modelo de estimación del tiempo de maquinado para un segmento (asumiendo aceleración constante).

Para poder desarrollar el modelo propuesto primero se tienen que encontrar la aceleración de la máquina **am** y el parámetro de calibración **e**. Para encontrar estos y otros parámetros necesarios para la elaboración del modelo, se diseñó una prueba de calibración de tiempo de maquinado con polígonos [8].

Prueba de polígonos para la calibración del tiempo de maquinado

Esta prueba consiste en maquinar polígonos que contienen cierto número de cambios de dirección en la trayectoria a un determinado ángulo de esquina. Por ejemplo, en un triángulo equilátero hay 3 cambios de dirección de 120 grados cada uno. Se eligió una longitud de 20 mm para los segmentos de los polígonos y esta longitud se mantuvo constante para todos los polígonos (ver figura 5). Se llevaron a cabo las pruebas de maquinado en aire con diferentes velocidades de avance y realizando una gran cantidad de repeticiones de los segmentos a fin de disminuir el efecto del error humano en la medición de los tiempos de maquinado (realizados con cronómetro manual). El diseño completo de las pruebas de polígonos así como el tiempo medido en segundos para cada prueba se muestran a continuación en la tabla 1.

Estas pruebas se llevaron a cabo en una máquina HURON modelo KX-10 (controlador Siemens 840D), por lo que el diseño de las pruebas dependió directamente de las limitaciones físicas de la máquina en cuanto al tamaño de la mesa. Dichas pruebas se realizaron con la utilización de un código especial con función de *look ahead* que permite a la máquina anticipar los movimientos futuros y desacelerar para realizar el contorneado en cada transición o cambio de dirección de la trayectoria, para que de esta forma el modelo propuesto con el radio en la esquina tenga mayor sentido [15].

Los datos experimentales en la Tabla 1 muestran la discrepancias entre el tiempo ideal (distancia sobre velocidad de avance programada) y el tiempo real (distancia sobre velocidad de avance promedio real). La velocidad de avance promedio real es consecuencia de los periodos de aceleración y desaceleración en las zonas cercanas a los cambios bruscos de dirección. La magnitud de la discrepancia entre el tiempo ideal y el tiempo ideal aumenta para ángulos de esquina mayores y para velocidades de avance programado mayores.

Número de Lados del Polígono	Ángulo de la esquina	125 segmentos		500 segmentos		2000 segmentos	
		Avance mm/min					
		500	1000	2000	4000	8000	16000
72	5	300	150	300	150	300	150
		300	150	300	150.6	413.13	413.22
36	10	300	150	300	150	300	150
		300	150	300.46	168.6	546.1	546.18
18	20	300	150	300	150	300	150
		300	150.72	313.22	190.31	622.13	621.84
12	30	300	150	300	150	300	150
		300	151.34	323.25	199.32	648.57	647.56
9	40	300	150	300	150	300	150
		300.28	153.02	328.97	202.84	659.65	659.56
6	60	300	150	300	150	300	150
		301.19	154.44	334.29	207.54	673.6	673.53
4	90	300	150	300	150	300	150
		302.53	156.03	338.78	210.69	683.02	682.38
3	120	300	150	300	150	300	150
		303.25	156.11	340.38	211.38	684.28	684.81

Tabla 1. Datos experimentales correspondientes a la prueba de polígonos (tiempo ideal en la parte superior de cada casilla y el tiempo real en parte inferior de cada casilla). El tiempo ideal corresponde a la relación entre la longitud total recorrida (20 mm * número de segmentos) y la velocidad de avance programada. El tiempo real corresponde a la relación entre la longitud total recorrida y la velocidad de avance real (promedio).

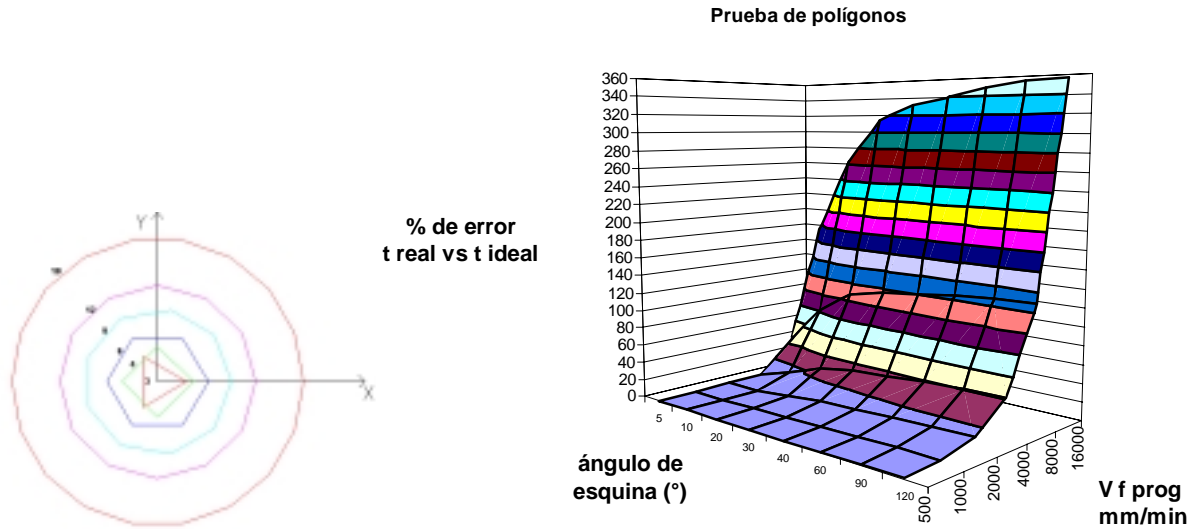


Figura 5. Resultados en la prueba de polígonos (con longitud de segmento constante), en términos de la diferencia entre el tiempo ideal (t_{ideal}) vs. el tiempo real (t_{real}).

Caracterización de la aceleración de la máquina herramienta

Para encontrar la aceleración se utilizaron los resultados de la prueba de polígonos para el caso del polígono de 3 lados (triángulo) ya que este polígono presenta un cambio en la dirección de la trayectoria de 120° que al ser un ángulo muy grande, requiere que la velocidad en la esquina sea pequeña. Para este caso se puede suponer que la velocidad de esquina (Vf_{esq}) es cero, simplificando el análisis matemático. Se observa que la aceleración de la máquina es diferente para los valores de velocidad de avance programada (ver figura 6) lo cual cambió el concepto de aceleración constante (independiente del avance programado) que se había planteado en trabajos anteriores [6]. Para encontrar un modelo que aproxime de manera correcta el comportamiento de la aceleración se utilizó una función exponencial (ver figura 6). La ecuación encontrada es:

$$a_m = 363 \left[1 - e^{\left(\frac{5.00 - Vf_{prog}}{3.07} \right)} \right] + 321$$

donde Vf_{prog} es la velocidad de avance programada en m/min y a_m es la aceleración de la máquina en mm/s^2 .

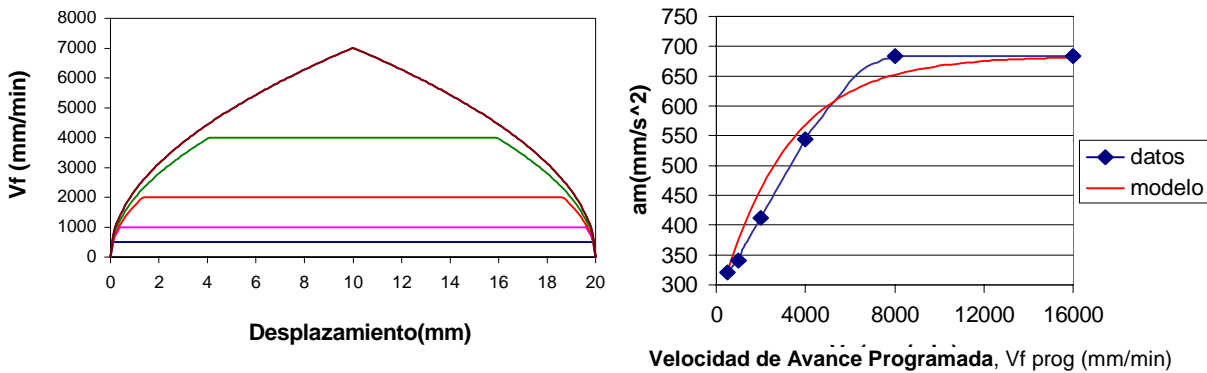


Figura 6. Comportamiento de la aceleración de la máquina en función de la velocidad de avance programada (Vf_{prog}).

Modelo para la estimación del tiempo de maquinado

En un trabajo anterior [6] se realizó la predicción del tiempo de maquinado tomando como suposiciones importantes: a) aceleración constante en la máquina (independiente del avance programado) y b) velocidad puntual en la esquina, es decir, la trayectoria comienza en **Vf esq** e inmediatamente empieza a acelerar para tratar de llegar con la **Vf prog** (ver figura 4). Al aplicar estas suposiciones a las pruebas de polígonos y encontrar el valor más apropiado para **e** se obtuvieron los resultados que se muestran en la figura 7.

Aquí se recomienda tomar en cuenta la porción del segmento que forma parte del arco formado por el radio de la esquina (**r esq**). Esto significa que no se toma la velocidad de esquina **Vf esq** como puntual sino que esta velocidad se mantiene a lo largo de un pequeño segmento **A** que es igual a la distancia en la que el arco de **r esq** tiene efecto sobre la trayectoria del segmento (ver figura 8). Con esta nueva consideración, el error de predicción se reduce, presentando un patrón mucho más homogéneo y arbitrario en comparación con los resultados con las consideraciones de aceleración constante y velocidad en la esquina puntual (figura 8).

Un modelo mecanístico como el utilizado en este trabajo contiene una parte determinística y una parte estadística, que se manifiesta a través de constantes de calibración. Las Figuras 7 y 8 muestran el valor de la tolerancia de esquina (**e**) que mejor ajusta el modelo a los datos experimentales. Dicha tolerancia es una de las constantes de calibración utilizadas en el modelo estadístico.

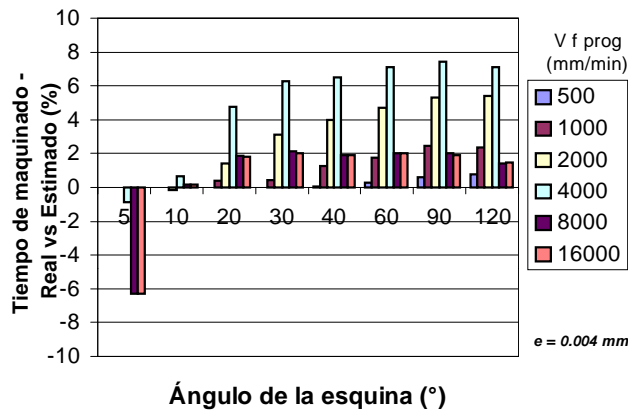


Figura 7. Estimación del tiempo de maquinado considerando aceleración constante y velocidad de esquina puntual para prueba de polígonos.

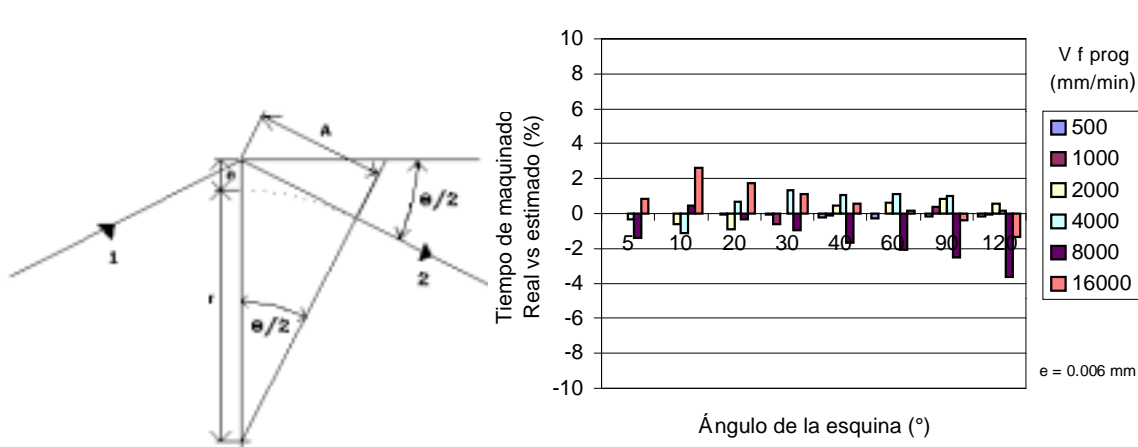


Figura 8. Estimación de tiempos de maquinado considerando aceleración variable y el arco en esquina para prueba de polígonos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de comprobar los resultados de la metodología propuesta en el modelo de estimación de tiempo de maquinado para las pruebas de polígonos, se realizaron algunas pruebas de maquinado a una pieza de las siguientes características (ver figura 9). El tipo de estrategia de maquinado zig-zag a utilizar se muestra en la figura 9. Con el fin de tener una solución modular, se estableció un modelo para la predicción del tiempo de maquinado en un patrón que se repite en la estrategia de maquinado zig-zag. En la figura 10 se muestra un ejemplo de un programa de CNC completo, con un ángulo específico. Las pruebas de maquinado en aire se realizaron en un centro de maquinado de alta velocidad, marca HURON KX-10 y con controlador Siemens 840D. La figura 11 muestra dicho centro de maquinado.

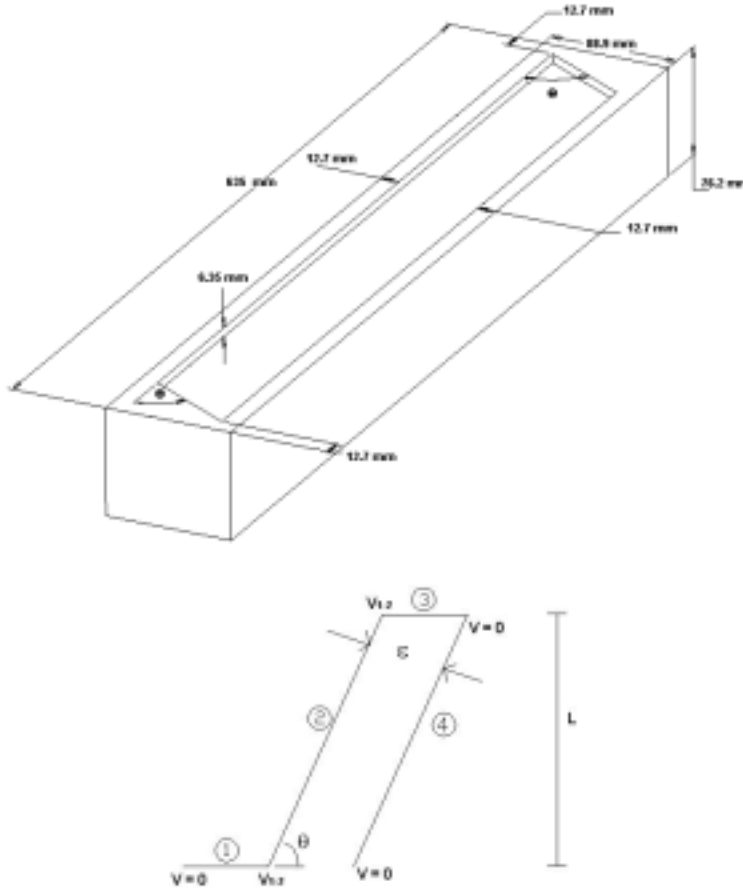


Figura 9. Pieza a maquinar para probar las estrategias de maquinado y tipo de trayectoria.

Ángulo de trayectoria: 60°
 Diámetro de herramienta: 12.7 mm
 Paso: 2.54 mm

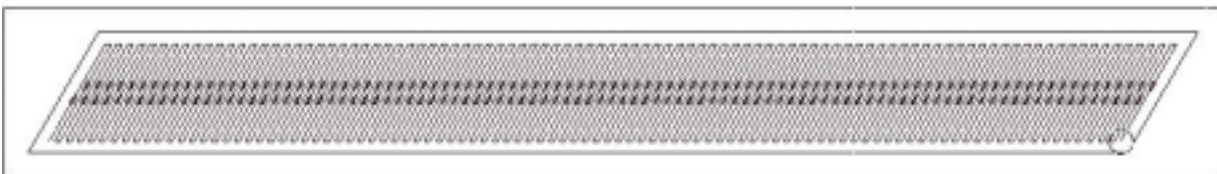


Figura 10. Trayectoria de maquinado a 60°.



Figura 11. Centro de maquinado de alta velocidad HURON KX-10 (Centro de Sistemas Integrados de Manufactura – Campus Monterrey).

Como se pudo demostrar en la prueba de polígonos, el ángulo en la trayectoria de maquinado tiene un efecto muy importante en la diferencia entre el tiempo de maquinado real y el tiempo de maquinado ideal. En estas pruebas no se pueden comparar directamente los tiempos de maquinado y observar el efecto que tiene el cambio de trayectoria en éstos, debido a que el área de maquinado no es la misma por el cambio en el ángulo de la caja de maquinado. Por lo tanto, una mejor forma de comparar y ver el efecto de este ángulo es a través del análisis de la velocidad de avance promedio para un solo patrón de la trayectoria completa (ver figura 12).

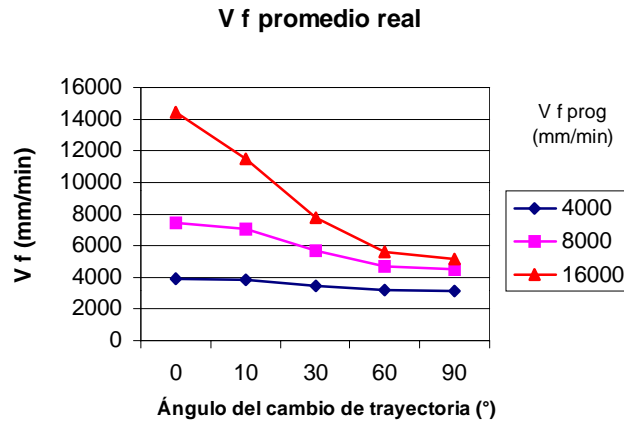


Figura 12. Efecto del ángulo de cambio de trayectoria y la velocidad de avance programada (V_f prog) en la velocidad de avance real (promedio) (V_f promedio real).

Los resultados anteriores se obtuvieron al realizar pruebas en aire con el patrón de maquinado mostrado en la Figure 10, a diferentes ángulos en la caja de maquinado y para velocidades de avance programadas desde 4,000 hasta 16,000 mm/min. Los resultados completos se muestran en la tabla 2:

Ángulo	Avance mm/min		
	4,000	8,000	16,000
0	194.27	101.03	52.21
10	66.62	36.53	22.37
30	174.09	107.5	78.29
60	222.85	149.85	126.06
90	243.10	167.50	146.60

Tabla 2. Tiempos de maquinado (seg) para las pruebas realizadas con patrón zig-zag.

Una vez formulado el modelo de estimación de tiempo para el patrón mostrado en la figura 9, se compararon los tiempos de maquinado reales (R) contra los ideales (I) y los obtenidos por el modelo (M). Los resultados se muestran en las siguientes figuras:

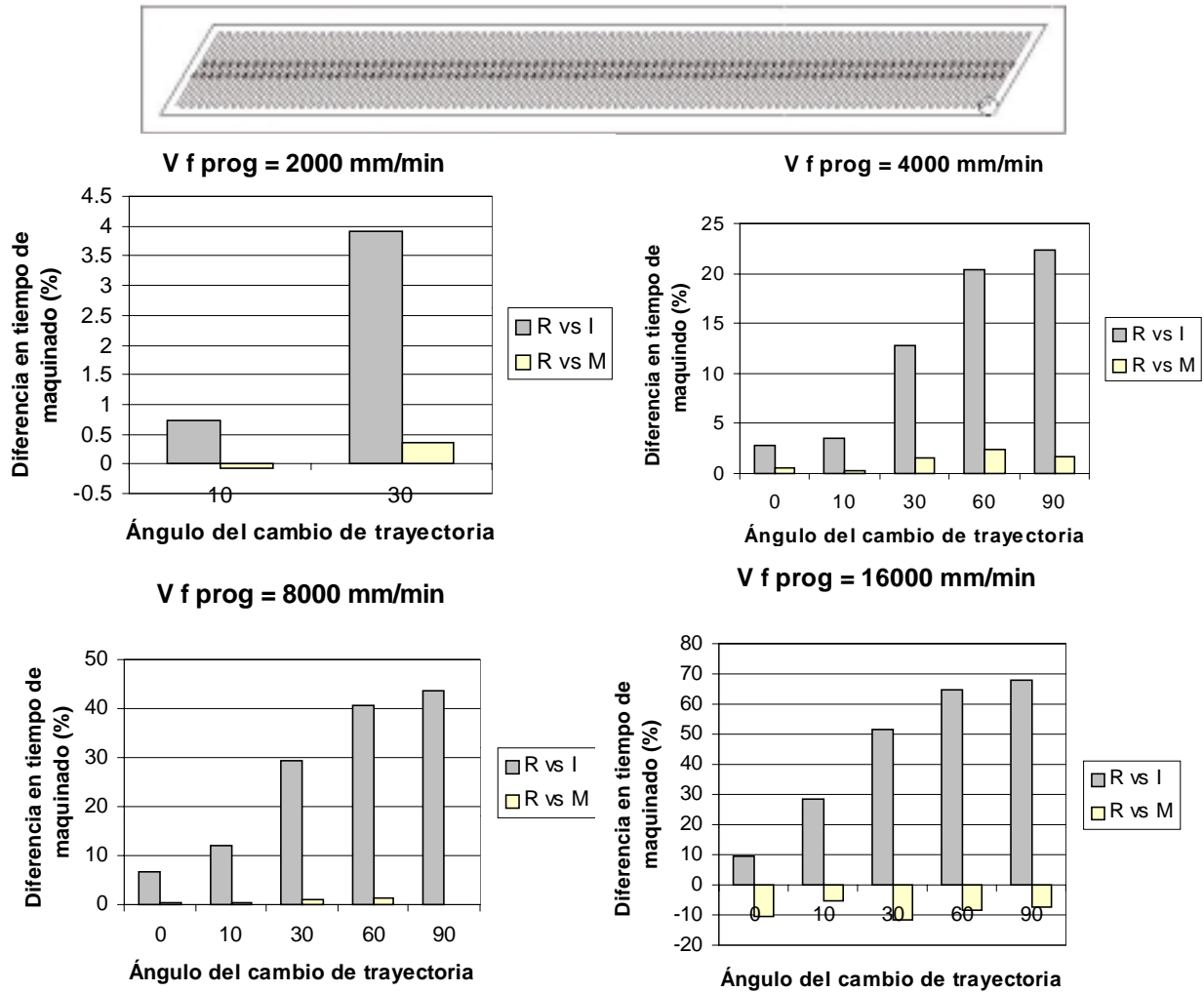


Figura 13. Diferencia en tiempos de maquinado a diferentes niveles de velocidad de avance programado (V_f prog) y ángulo del cambio de trayectoria para el maquinado de cajas con estrategia zig-zag.

4. CONCLUSIONES

La metodología propuesta en el presente trabajo es una herramienta útil en la estimación del tiempo de maquinado, a velocidades de avance altas. Esta metodología tiene la ventaja de ser muy sencilla y estar basada en pruebas relativamente fáciles que pueden llevarse a cabo en cualquier máquina herramienta sin necesidad de sensores o aparatos costosos. La aplicación de la metodología junto con la utilización de los paquetes de CAM existentes, puede resultar de gran ayuda para la selección de las estrategias de maquinado y para la planeación del proceso de maquinado, ya que como se observó en las pruebas de polígonos puede haber casos en que la diferencia entre el tiempo de maquinado real y el ideal es de hasta 350 %. Con la metodología propuesta, se logró una predicción del tiempo de maquinado muy cercana al tiempo real (con un error máximo del 3% para velocidades de avance hasta 8 m/min y un error máximo del 12% para velocidades de avance de 16 m/min), tal como se muestra en la Figura 13.

Cabe notar que el modelo de estrategias de maquinado empezó a generar errores un poco más grandes para los casos de velocidades de avance altas. La fuente potencial de este comportamiento está en el hecho de que las longitudes de las trayectorias de maquinado son, en general, mayores a la longitud utilizada para las pruebas de polígonos. Esto sucede especialmente para ángulos pequeños de 0°, 10° y 30° por lo que se infiere que la aceleración puede depender también de la longitud del segmento y no sólo de la velocidad programada. Este aspecto del trabajo constituye uno de los puntos a investigar en un futuro.

En cuanto a trabajo a futuro también quedan los siguientes aspectos: a) refinar la metodología con consideraciones adicionales del comportamiento de la herramienta en las esquinas [16], b) corroborar la metodología con diferentes máquinas herramientas, c) revisar los efectos de la aceleración considerada independientemente en cada eje, d) extender la metodología para la aplicación a diferentes estrategias de maquinado, e) extender la metodología para su aplicación en maquinados de superficies complejas y f) corroborar equivalencia de tiempos entre movimientos al aire y movimientos con corte.

5. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue desarrollado con soporte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, bajo el proyecto #33006, y con soporte del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura del Tec de Monterrey – Campus Monterrey.

6. REFERENCIAS

- [1] Rodriguez, Ciro A.; Hendrichs, Nicolás; " Economic Integration of High Speed Milling for Dies and Mold Production" NSF Design and Manufacturing Research Conference, Vancouver, British Columbia, Canada, Januray, 2000
- [2] Schulz, H.; " Efficiency and Accuracy of Linear Motor Driven Milling Machine" , Aerospace Manufacturing Technology Conference, SAE, pp. 125-129, 1998
- [3] Elbestawi, M.A.; Chen, L.; Becze, C.E.; El-Wardany, T.I.; " High-Speed Milling of Dies and Molds in Their Hardened State" , Annals of CIRP, Vol 46, pp 57-62, 1997
- [4] Beard, Tom; " Making Machines Move Faster" , Modern Machine Shop, pp. 72-81, 1997
- [5] Dewes, Richard C.; Aspinwall, David K.; " The Use of High Speed Machining for the Manufacturing of Hardened Steel Dies" T. of NAMRI/SME, Vol. 24, pp.81-86, 1996
- [6] Rodriguez, Ciro A.; Harnau, Timo; Wang, Yuying; Akgerman, Nuri; Altan, Taylan; " Estimation of Machining Time in High Speed Milling of Prismatic Parts" , Technical Paper No. MS99-142, Society of Manufacturing Engineers, 1999
- [7] Kaschka, Uwe; Auerbach, Peter; " Selection and evaluation of rapid tooling process chains with Protocol" , Rapid Prototyping Journal, Volume 6, Number1, pp. 60-65, 2000
- [8] Rodriguez, Ciro A.; Solís, Raymundo; Martinez, Hugo; " Knowledge Management in Stamping Die Design and Manufacturing" , Third International Symposium on Tools and Methods for Competitive Engineering, Delft, The Netherlands, 2000
- [9] Weinert, K.; Enselmann A.; Friedhoff, J.; " Milling Simulation for Process Optimization in the Field of Die and Mould Manufacturing" Annals of the CIRP, Vol. 46, pp. 325-328, 1997
- [10] Bergs, Thomas; Rodriguez, Ciro A.; Altan, Taylan; Altintas, Yusuf; " Tool Path Optimization for Finish Milling of Die and Mold Surfaces - Software Development" , T. of NAMRI/SME, Vol. 24, pp. 81-86, 1996
- [11] Yan, X.; Shirase, K.; Hirao, M.; Yasui, T.; " NC program evaluator for higher machining productivity" , Int. J. of Machine Tools & Manufacture, Vol 39, pp. 1563-1573, 1999
- [12] Bloch, Serge; Deneuille, Emmanuel; Tan, Leonard; " Innovative Feed Rate Optimisation Technique" , Proceedings of the Conference on Metal Cutting and High Speed Machining, Metz, France, June, 2001
- [13] Yücesan, G.; Altintas, Y.; " Prediction of Ball End Milling Forces" , Journal of Engineering for Industry, Volume 118, pp. 95-103, 1996
- [14] Schuett, Tod; " Advanced Controls for High Speed Milling" , Creative Technology Corporation, 1997
- [15] Weber, Chris; " How do you define high speed machining? Tooling & Production, pp.29, 1999
- [16] Renton, D.; Elbestawi, M.A.; " High speed servo control of multi-axis machine tools" International Journal of Machine Tools & Manufacture, Volume 40, pp. 539-559, 1999

Eficiencia y calidad de energía eléctrica en el motor de inducción

José Enrique Ortega Calderón y Armando Rafael Llamas Torres • Campus Monterrey

Sistema de administración de parámetros energéticos

Fernando A. Ortiz Fernández y Jesús A. Báez Moreno • Campus Monterrey

Procesamiento digital con compensación de error para el cálculo de parámetros eléctricos de sistemas de potencia

Rafael A. Villanueva y Manuel E. Macías • Campus Monterrey y Symtx de México

Prototipo para medición de precisión con RTD basado en el Lazo de Anderson

Rafael González y Graciano Dieck Assad • Campus Monterrey

Modelación y estimación paramétrica para una válvula electrónica de admisión

Ismael Pérez , Antonio Favela y Carlos Canudas • Campus Monterrey y Laboratoire de Automatique de Grenoble, Francia

Modelación y simulación de un horno de lecho empacado para la sinterización de óxido de magnesio

José Angel Loredó Medrano y Miguel Angel Romero Ogawa • Campus Monterrey

Configuración de un vehículo autónomo para la actualización de la topografía del túnel de una mina

Joaquín Gutiérrez Jagüey, Isidro López y José Luis Gordillo • Campus Monterrey

EFICIENCIA Y CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MOTOR DE INDUCCIÓN

J. Enrique Ortega Calderón, Armando R. Llamas Terres

El presente trabajo tiene la finalidad de aprovechar las herramientas y los modelos de análisis del motor de inducción utilizados principalmente para el control de velocidad con vistas de utilizarlos en el cálculo de la eficiencia, el determinar los efectos de la calidad de la energía en esta y la condición misma del motor, todo esto con vistas de una evaluación en campo. Al conocer la situación particular de los motores en un proceso o planta industrial se podrá planear una estrategia que mejor convenga para poder implementar un plan de ahorro y de uso eficiente energético. Esto último tiene justificados argumentos en el intento de reducir las causas del calentamiento global, prever el fin de los hidrocarburos, la disminución de contaminantes, y aun dejando un argumento para los que se resisten a creer lo anterior, que sería el mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Palabras clave: motor de inducción, eficiencia, par electromagnético, calidad de energía

1. Introducción

La energía cada vez toma mayor importancia en el desarrollo económico e industrial de las naciones y una de sus formas, la energía eléctrica, nos ofrece la facilidad de su distribución, conversión y uso, por lo que hay una preocupación general de que exista en todo momento la disponibilidad de este recurso tan necesario. Si se considera que el proceso para incrementar la capacidad de generación de la energía eléctrica es lento, entonces se han de buscar otras alternativas que ofrezcan resultados en menor tiempo, una de ellas la encontramos en los programas de ahorro de energía. Esta apreciación da como resultado un impulso por parte de diversos gobiernos a que las compañías diseñen equipos y sistemas más eficientes, en lo cual se ha de considerar a uno de los principales protagonistas de estos dos ámbitos como lo es el motor eléctrico de inducción. Tomando un ejemplo, en la actualidad cerca de las dos terceras partes de la energía eléctrica que se consume en la industria de los Estados Unidos se debe a la utilización de motores eléctricos [1] para su conversión, encontramos que también en el Reino Unido el porcentaje de consumo por motores en el sector industrial es del 67.4. % [2] Lo que marca la importancia de mejorar la eficiencia en estos equipos y en los sistemas que participan. Por diversos eventos históricos la eficiencia deja de ser, durante un periodo de tiempo, una razón de peso a considerar en el diseño de los motores, basándose este principalmente en los costos de producción, pero, esta perspectiva cambia a partir de la primera crisis energética de los años setenta, por lo que en la actualidad el determinar el valor de la eficiencia y la confiabilidad de los motores eléctricos toman un valor importante cada vez más en la selección de los mismos.

Por otra parte, para poder evaluar la elección o reemplazo de los equipos es necesario conocer tanto su eficiencia como su condición de funcionamiento que son factores que marcan la confiabilidad del sistema. Hay una gran diversidad de métodos para estimar la eficiencia de los motores de acuerdo a diferentes estándares (IEEE 112-USA, C390-M1985 Canadian, IEC. -34-2 International, BS-269-British, JEC-37-Japanese),. Estos estándares y normas cuando son aplicados llegan a tener diferencias en los valores calculados y principalmente requieren condiciones bastante ideales de laboratorio. Por ejemplo:

uno de los de mayor uso es sin duda el IEEE 112 [3] este, en determinado momento, se puede aplicar para evaluar los equipos ya instalados, sin embargo, la estimación de la eficiencia en campo, se introduce en un ambiente para el cual los métodos del estándar IEEE 112 no son fáciles de aplicar; como un ejemplo, este estándar requiere que la prueba del motor de inducción se realice con un desbalance de voltaje no mayor del 0.5 %, sin embargo las condiciones de campo pueden exceder este límite por una cantidad considerable. Si tomamos en cuenta que hay otros factores relacionados con la calidad de la energía como bajo voltaje y sobre voltaje, contaminación armónica y transitorios, es muy importante entonces que se utilice una técnica apropiada conforme a las condiciones que se encuentran en campo y que además, obtenga resultados con suficiente exactitud a fin de que sirvan para la toma de decisiones.

Anteriormente se mencionaron las diferentes normas que aplican los fabricantes para la medición de la eficiencia, sin embargo, en la mayor cantidad de motores instalados se desconoce su eficiencia actual en operación, lo que no permite realizar los cálculos del beneficio a obtener, debido al cambio de un motor de baja por otro de alta eficiencia. Se han desarrollado diferentes métodos como alternativa a las normas mencionadas para estimar la eficiencia, pero sólo algunos son aplicables en sitio y son además poco intrusivos [4], esto es lo que se espera para que se garantice muy poca intervención en el proceso productivo, hay que considerar también que algunos son más exactos que otros.

En resumen, hay dos causas que provocan la sustitución de motores en la planta industrial, el primero ocurre cuando el equipo no opera adecuadamente, la otra sería a fin de obtener un beneficio adicional (ahorro energético) o la adecuación del proceso productivo. En el caso de la sustitución de motores por causa de falla es poco probable que un equipo de alta eficiencia ocupe su lugar, sin embargo si se puede determinar la condición de funcionamiento del motor con anterioridad a la falla es muy posible que se pueda realizar una sustitución planeada.

La aplicación de un método para la estimación de la eficiencia y diagnóstico de la condición de funcionamiento en motores eléctricos de inducción en operación, que tenga el menor grado de intervención en proceso y la mayor exactitud posible sería el objetivo de este trabajo. Esto, con la utilización de equipos y software comercial disponibles en el mercado, lo que haría su implementación de manera inmediata.

Los beneficios por la cual se busca un método para la estimación de la eficiencia del motor así como el monitoreo de su condición son:

- ❑ La necesidad de determinar si los ahorros de los costos de operación justifican el cambio a motores de mayor eficiencia. Esto es una realidad para los antiguos motores cuyo valor de eficiencia no está disponible y la confiabilidad de su operación es baja.
- ❑ La posibilidad de verificar el valor de eficiencia declarado por los fabricantes y talleres, particularmente de aquellos motores que son rebobinados y que pudieran haber sufrido daño en su núcleo, afectando así su eficiencia o su condición de funcionamiento. Esto evita instalar equipos de baja eficiencia o confiabilidad que puedan causar paros no programados en el proceso.
- ❑ La disminución de tiempos muertos por averías, al detectar posibles afectaciones en la transmisión mecánica del sistema motor que determinan la necesidad del cambio de un elemento o del mismo en su totalidad.
- ❑ Poder determinar los efectos de la calidad de energía eléctrica en el desempeño del sistema motor permitiendo evaluar la factibilidad de proyectos de mejora en la misma.
- ❑ Considerar que la estimación de la eficiencia y el diagnóstico de la condición del motor es un servicio que tiene un costo que interviene en el proceso de evaluación de la recuperación de la inversión. Al desarrollar un método confiable que determine ambas características dará un valor agregado que permite sea atractivo para su implementación en la industria.

2. Metodología:

De los métodos estudiados, se proponen para su uso, aquellos que por medio de la medición de voltajes y corrientes de alimentación del motor permiten calcular el valor de la eficiencia, en este caso se selecciono el método del par electromagnético, ya que se considera que en este existe la menor intervención posible además de la posibilidad de implementar la estimación de su valor en tiempo real. Para ello se utilizo:

- ❑ Un paquete computacional para el manejo de datos e información generada, con el orden adecuado.
- ❑ Un sistema de adquisición de datos (Equipo comercial) que permite:
 - La captura de los valores de voltaje y corriente en las tres fases, con una capacidad de 128 muestras por periodo de una señal fundamental de 60 Hz.
 - Medición de la velocidad de la flecha del motor.
 - La utilización del software propio del equipo para obtener los valores numéricos de las señales obtenidas.
 - La posibilidad de exportar estos valores a un programa de valoración numérica.
- ❑ Se desarrollo un sistema de análisis de que permitió:
 - La determinación de la eficiencia in situ por medio del método del par electromagnético a partir de las señales obtenidas de voltaje y corriente.
 - La evaluación de la condición del motor.
 - La afectación de la eficiencia y el par debido a la calidad del suministro de Energía.
- ❑ Se encuentra en integración lo anterior en un producto de servicio que es atractivo para aquellas plantas industriales interesadas en el ahorro energético e interesadas en conocer el estado del equipo instalado.

El Par Electromagnético

En el control de velocidad del motor de inducción de corriente alterna, el calculo del par electromagnético es de una gran importancia [5,6,7], debido a que conociendo esta variable y el de los flujos y corrientes se pueden establecer algoritmos de control, en este caso se usara un modelo bastante conocido en que las variables a utilizar son sencillas en su detección, variables de entrada al sistema como son los voltajes y corrientes de alimentación. Las ecuaciones están desarrolladas en régimen estacionario.

$$Te = \frac{Pe}{\omega} = (P)(\psi_{s\alpha} i_{s\beta} - \psi_{s\beta} i_{s\alpha})$$

Se puede observar que el par electromagnético queda en función de los componentes de flujo y de corriente, los componentes de flujo a su vez dependen de los valores de voltaje, corriente y de la resistencia del estator, cuando se maneja el circuito en régimen estacionario. A partir de esto podemos hacer nuestro diagrama de flujo para el calculo del par:

$$\psi_{\alpha} = \int (u_{s\alpha} - r \cdot i_{s\alpha}) \cdot dt$$

$$\psi_{\beta} = \int (u_{s\beta} - r \cdot i_{s\beta}) \cdot dt$$

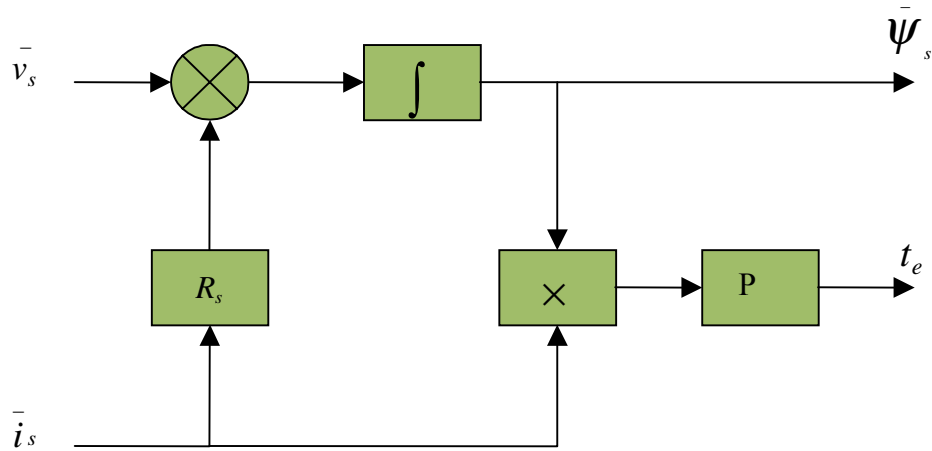
$$\begin{bmatrix} v_{\alpha} \\ v_{\beta} \\ v_o \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_o \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \\ i_o \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_o \end{bmatrix}$$

A la anterior transformación se le da el nombre de transformación de Clarke o Park, hemos de considerar además que en un circuito que alimenta a un motor de inducción trifásico se considera que:

$$v_{os} = \sqrt{\frac{2}{3}} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} v_{as} + \frac{1}{\sqrt{2}} v_{bs} + \frac{1}{\sqrt{2}} v_{cs} \right) = 0$$

$$i_{os} = \sqrt{\frac{2}{3}} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} i_{as} + \frac{1}{\sqrt{2}} i_{bs} + \frac{1}{\sqrt{2}} i_{cs} \right) = 0$$



3. Resultados y discusión

El par electromagnético en condiciones de “voltaje balanceadas”

A continuación se muestra el proceso del calculo del par electromagnético cuyos datos se muestran en la tabla, se presentan primeramente las gráficas de las capturas de onda de voltajes y corrientes, las gráficas de vectores alfa y beta de voltaje y de corriente, la gráfica del vector de flujo y por ultimo el comportamiento del par electromagnético.

Datos del Motor de Inducción	
Potencia de salida	2 HP
Voltaje nominal	230/460 volts de corriente alterna
Corriente nominal	5.4/2.7 amperes
Factor de Potencia	0.84
Velocidad a plena carga	1740 r.p.m.
Número de polos	4
Velocidad Sincrónica	1800 r.p.m.
Clase	B

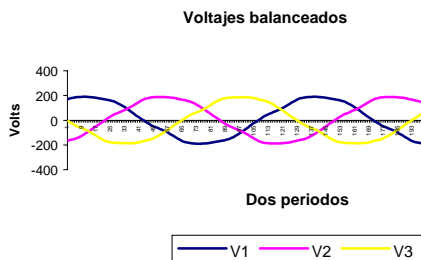


Figura 1

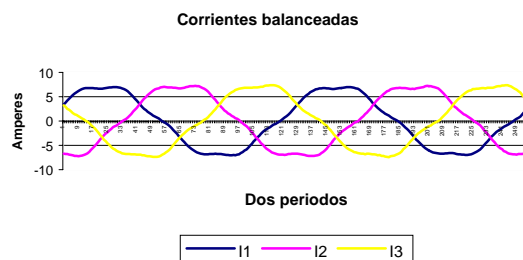


Figura 2

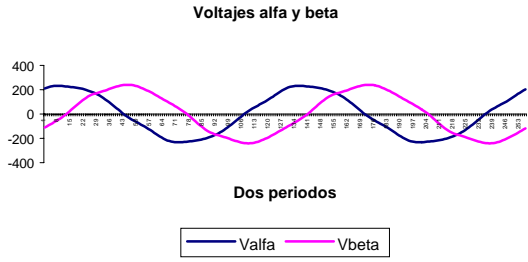


Figura 3

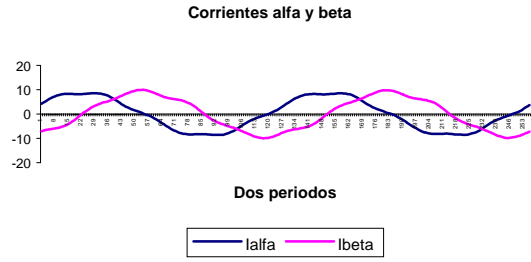


Figura 4

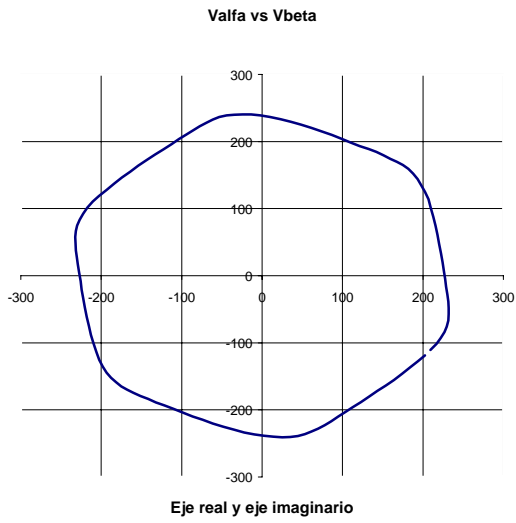


Figura 5

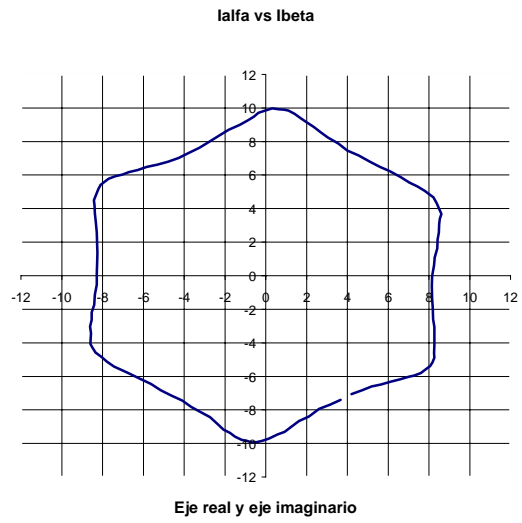


Figura 6

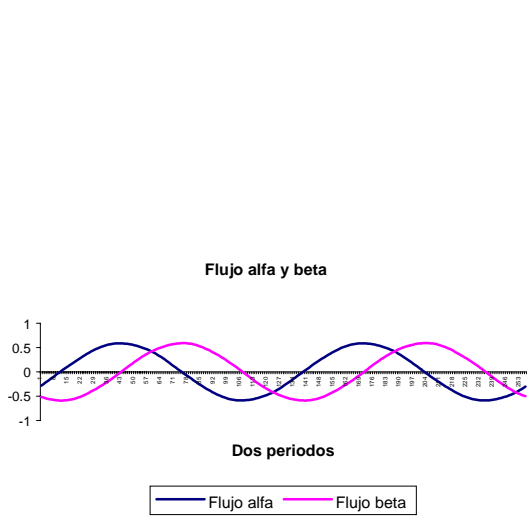


Figura 7

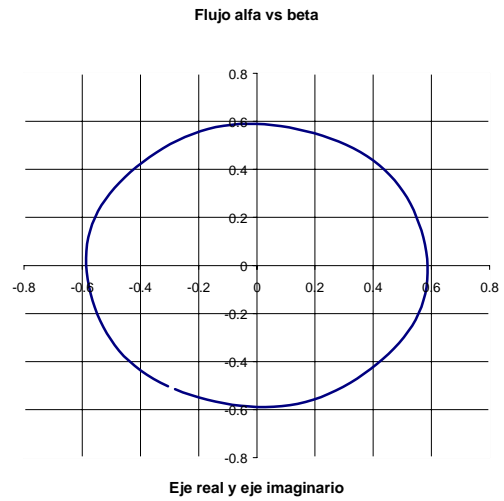


Figura 8



Figura 9

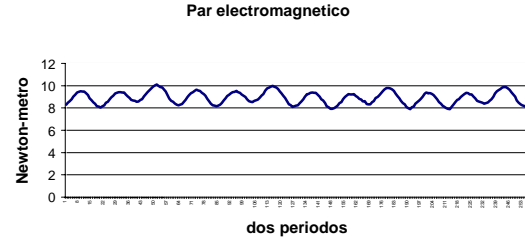


Figura 10

Estimación de la eficiencia con método del par electromagnético

Para la estimación de la eficiencia por medio del método del par electromagnético se utiliza la siguiente ecuación.

$$\eta = \frac{\left[T_{e \text{ prom}} \left(n \left(\frac{2 \times \pi}{60} \right) \right) \right] - [T_{e \text{ sin carga}}] - [stray \text{ loss}]}{\text{Potencia de entrada promedio}}$$

- $T_{e \text{ prom.}}$ = Par electromagnético promedio
- $T_{e \text{ sin carga}}$ = Par electromagnético promedio sin carga
- n = velocidad en revoluciones por minuto
- W_{LL} = Stray-load loss en el punto de carga deseado

El par electromagnético promedio es calculado a partir de los valores obtenidos del par electromagnético instantáneo en el punto de carga a evaluar, esto es posible por medio de una integración numérica, o simplemente al utilizar la transformada rápida de Fourier será el elemento 0. Lo mismo será para el calculo de la potencia promedio, usando los valores obtenidos de la potencia instantánea, recordando que los valores base tanto para el par como para la potencia son los mismos. Según el estándar IEEE-112 las perdidas de núcleo, fricción y rozamiento aerodinámico es posible calcularlas a partir de la prueba sin carga (motor desacoplado), con una operación estable. La lectura de la potencia de entrada es el total de las perdidas del motor sin carga. Si se sustrae las perdidas I^2R del estator (a la temperatura de esta prueba) de la potencia de entrada, nos da la suma de la fricción (incluyendo la fricción de los anillos en motores de rotor devanando), rozamiento aerodinámico, y perdidas de núcleo. Una variación a utilizar sería la utilización del valor promedio del par electromagnético instantáneo sin carga. Hay que considerar que el valor del par electromagnético sin carga contempla las perdidas de fricción y rozamiento aerodinámico, así como las de núcleo. Por otra parte los valores de perdidas adicionales a la carga son tomados de la tabla proporcionada por el estándar IEEE-112 y ajustados de acuerdo a la siguiente formula.

$$W_{LL} = \left(\frac{\text{Potencia de } T_{e \text{ prom}} - \text{Potencia de } T_{e \text{ prom sin carga}}}{\text{Potencia nominal}} \right) \times \frac{(\% \text{ de la tabla})}{100} (\text{Potencia nominal})$$

Lo anterior es una adecuación a la formula original que se expone a continuación:

$$W_{LL} = W'_{LL} \left(\frac{I_2}{I'_2} \right)^2$$

- W'_{LL} = Es el valor de stray-load loss correspondiente al valor de corriente del rotor I'_2
- I_2 = Es el valor de la corriente del rotor apropiado al punto de carga para el cual el valor de stray-load loss es determinado.
- I'_2 = Es el valor de corriente del rotor correspondiente a la carga nominal.

La eficiencia y pérdidas con “voltajes sin desbalance”

Si bien se desea una prueba sin desbalance, nos encontramos que por lo regular una alimentación llega a tener un desbalance natural, los resultados obtenidos en la figura 11 en donde se ve la gráfica de la eficiencia con diferentes porcentajes de carga. Para calcular la eficiencia necesariamente se tienen que calcular las diferentes pérdidas del motor de inducción. En la figura 12 se incluyen estos valores en diferentes porcentajes de carga, estos se dan como valores totales de pérdidas.

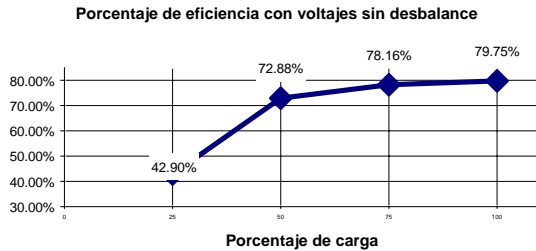


Figura 11

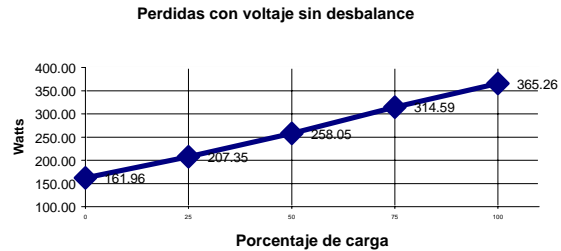


Figura 12

La eficiencia ante los voltajes desbalanceados y contenido armónico

Una de las ventajas del método del par electromagnético es que debido a la medición de voltajes y corrientes instantáneas, las pérdidas ocasionadas por la calidad de energía van implícitas. El desbalance inicialmente se considero en sus valores rms, es por ello que se marcan desbalances del 2.5 %, 5 % y 7.5 %, pero, un posterior análisis dio como resultado un contenido armónico adicional no despreciable. Utilizando una técnica utilizada por Dell' Aquilla [8] que separa las componentes simétricas de secuencia positiva de las de secuencia negativa en las componentes de frecuencia fundamental y cada armónica de esta se pueden detallar los efectos de una y otra afectación.

La eficiencia es afectada según el porcentaje de desbalance y componentes armónicas que hay en el sistema, se ha de recordar que existe una tabla de declasificación recomendada por NEMA para el funcionamiento de los motores ante estas condiciones, recomendado que este no exceda por completo el valor del cinco por ciento de desbalance. A continuación en la figura 13 se dan los valores de eficiencia con diferentes valores de desbalance de voltaje, con diferente composición de acuerdo a las tablas anteriores.

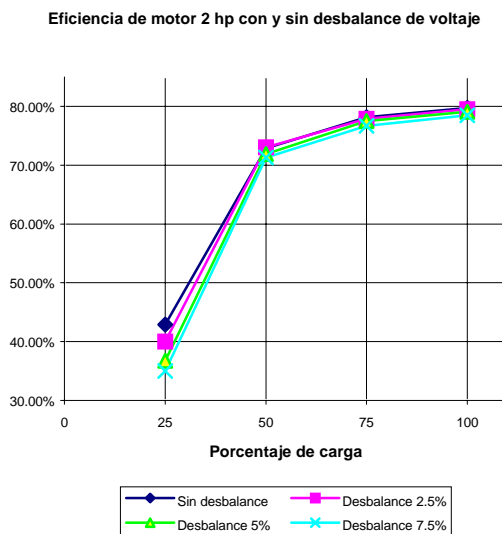


Figura 13

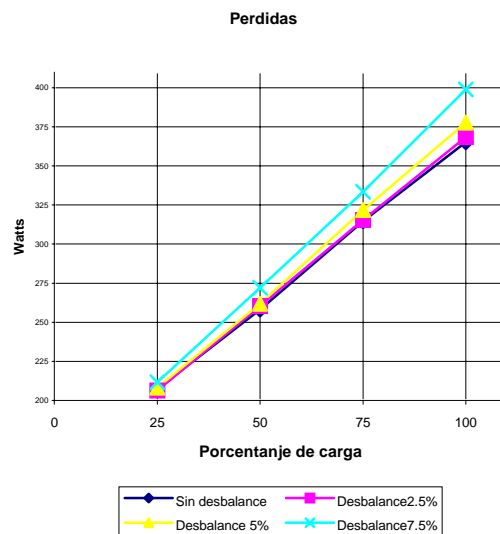


Figura 14

Perdidas debidas a la calidad de la alimentación en los motores de inducción

Se exponen los diferentes valores de perdidas con respecto a diferentes valores de carga y desbalance estos se pueden ver en la figura 14 y en la tabla siguiente.

Perdidas en el motor de Inducción 2 hp en watts				
Carga	Sin desbalance	Desbalance 2.5%	Desbalance 5%	Desbalance 7.5%
25	207.35	206.38	208.22	211.71
50	258.05	260.39	261.89	271.95
75	314.59	315.43	321.75	333.39
100	365.26	368.52	377.66	398.96

El par ante los voltajes desbalanceados con contenido armónico

Se exponen las gráficas (Figuras 15 a 18) de los valores del par ante condiciones de desbalance, se realizaron los cálculos del par a carga cercana a la plena. También es posible analizar la composición armónica del par, y se ven cuales son los efectos de los desbalances con contenido armónico. Los efectos de la secuencia negativa de la fundamental de voltaje producen armónicas pares y la secuencia negativa de quinta armónica produce sexta armónica en el par.

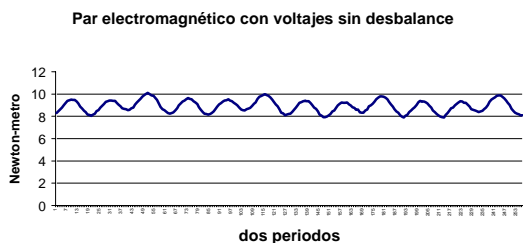


Figura 15

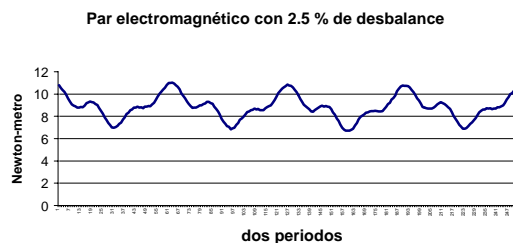


Figura 16

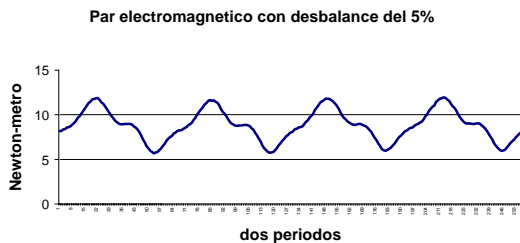


Figura 17

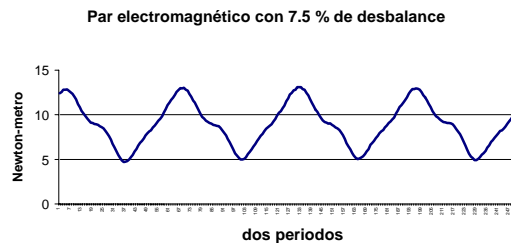


Figura 18

El par ante condiciones de perdida de fase

Hay dos condiciones extremas que se pueden presentar en la alimentación del motor de inducción, la perdida de alimentación de una fase durante la operación (Figuras 19,20), ocasionada posiblemente por la operación de un fusible, y la otra es el arranque en esa misma condición(Figuras 21,22). Se observan las gráficas de potencia instantánea y el par electromagnético, que revelan una gran cantidad de perdidas, estas se transforman en gran parte en calor, que ocasionan una elevación de temperatura. En el caso del arranque con perdida de fase se puede observar que a pesar de los valores tan grandes de la potencia instantánea y promedio, el par electromagnético es de un valor muy bajo y el par promedio casi igual a cero.

Potencia de entrada instantanea con perdida de fase con 100 % de carga



Figura 19

Par electromagnetico con perdida de fase al 100 % de carga



Figura 20

Potencia de entrada instantanea con perdida de fase en el arranque

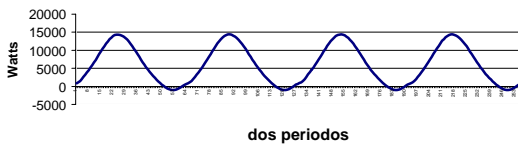


Figura 21

Par electromagnetico con perdida de fase en el arranque

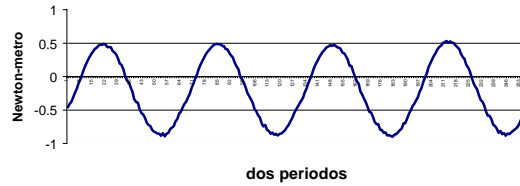


Figura 22

Diagnostico y la condición de funcionamiento por medio del par electromagnético

Hay cierta documentación [9] que ofrece la utilización del par electromagnético como herramienta para la detección de defectos en los motores de inducción, establece tres condiciones extremas, operación normal, operación sin una fase del estator, y operación sin una fase del rotor, la manera de detectar cada una de estas fallas es por medio del análisis en la frecuencia (utilización de FFT con los datos) del par electromagnético los resultados esperados ante diferentes condiciones se explican a continuación.

Motor en operación normal.

La frecuencia angular igual a cero significa el par electromagnético ideal en operación.

$$\left[\begin{matrix} \text{Frecuencia} \\ \text{angular de par} \end{matrix} \right] = \left[\begin{matrix} \text{velocidad del} \\ \text{campo del estator} \end{matrix} \right] - \left[\begin{matrix} \text{velocidad angular del rotor} + \text{velocidad} \\ \text{observada desde el rotor} \end{matrix} \right]$$

$$\left[\begin{matrix} \text{Frecuencia} \\ \text{angular de par} \end{matrix} \right] = \omega_s - [\omega_s(1-s) + s\omega_s] = 0$$

Motor en operación sin una fase del estator.

En este caso encontraremos un campo rotatorio positivo en el estator que producirá un par constante y un campo rotatorio del estator negativo que al interactuar con el rotor producirá un par armónico cuya frecuencia será:

$$\left[\begin{matrix} \text{Frecuencia} \\ \text{angular de par} \end{matrix} \right] = \left[\begin{matrix} \text{velocidad del campo en} \\ \text{sentido negativo del estator} \end{matrix} \right] - \left[\begin{matrix} \text{velocidad angular del rotor} + \dots \\ \text{velocidad observada desde el rotor} \end{matrix} \right]$$

$$\begin{bmatrix} \text{Frecuencia} \\ \text{angular de par} \end{bmatrix} = -\omega_s - [\omega_s(1-s) + s\omega_s] = -2\omega_s$$

Motor en operación sin una fase del rotor.

Para un motor con una sola fase del rotor encontraremos que el campo giratorio del rotor positivo produce un par constante. El campo giratorio del rotor negativo produce un par armónico, cuya frecuencia es de valor igual al doble del deslizamiento lo que significa un rotor desbalanceado.

$$\begin{bmatrix} \text{Frecuencia} \\ \text{angular de par} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{velocidad del} \\ \text{campo del estator} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \text{velocidad angular en sentido negativo...} \\ \text{..observada desde el rotor + velocidad...} \\ \text{angular del rotor} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \text{Frecuencia} \\ \text{angular de par} \end{bmatrix} = \omega_s - [-s\omega_s + \omega_s(1-s)] = -2s\omega_s$$

4. Conclusiones

Hay discusión sobre si los métodos de medición de la eficiencia en campo dan valores que deban ser considerados en la toma de decisiones, el método el par electromagnético no solo ofrece la posibilidad de medir la eficiencia sino que tomando valores de las variables del proceso de calculo nos permite diagnosticar los efectos de la calidad de energía, incluso de su condición de funcionamiento. Si bien se podría hablar de sus limitaciones (por ejemplo: la estimación de las perdidas adicionales a la carga), es el método más confiable en relación con su costo, además de que su implementación en la industria mexicana es posible debido a que los equipos necesarios para ella se encuentran en el mercado, lo que permite que con el entrenamiento debido para la utilización de esta técnica sea posible hacer su usar de herramienta para la toma de decisiones (con mayor grado de confianza) para la administración energética y operativa de los motores de inducción.

5. Referencias

- [1] Austin H. Bonnett, "An Update on AC Induction Motor Efficiency" IEEE Transactions On Industry Applications, Vol.30, No.5, September/October 1994.
- [2] David Walters, "Energy efficient motors saving money or costing the hearth?" IEEE Power Engineering Journal, February 1999.
- [3] IEEE, Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators, IEEE Std 112-1996.
- [4] J. S. Hsu, J.D. Kueck, M.Olszewsky, D.A. Casada, P.J. Otaduy, L.M. Tolbert "Comparison of Induction Motor Field Efficiency Evaluation Methods" Oak Ridge National Laboratory.
- [5] J. S. Tsu, P.L. Sorenson "Field Assessment Of Induction Motor Efficiency Through Air-Gap Torque" Oak Ridge National Laboratory, November 1995.
- [6] G. B. Kliman, R. A. Koegl, W. J. Premerlani, T. B. Breen, A demonstration of a Sensorless Torque Meter for AC Motors, 0-7803-3544-9/96. 1996 IEEE.
- [7] Peter Vas, Electrical Machines and Drives A Space-Vector Theory Approach, Oxford, 1992.
- [8] Gregorio Andria, Antonio Dell' Aquilla, Analysis of Distorted Unbalanced Waveforms in Inverter Drives, IEEE Transactions on Power Electronics, April 1989.
- [9] John S Hsu, Monitoring of Defects in Induction Motors Through Air-Gap Torque Observation, IEEE Transactions on Industry Applications, September/October 1995.

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PARÁMETROS ENERGÉTICOS

Fernando A. Ortiz Fernández, Jesús A. Baez Moreno¹

El presente trabajo trata el desarrollo de un sistema de Administración de Parámetros Energéticos. Se desarrollaron dos esquemas de medición de éstos parámetros. Un sistema central que recolecta y almacena información de medidores ya existentes de Potencias Eléctricas que tiene como entrada el cierre de contactos de diferentes medidores (Pulsos); y un sistema que permite registrar parámetros energéticos de diferente índole (Temperatura, presión y cualquier señal que pueda ser transducida a los estándares de voltajes y corrientes), con entrada en forma análoga. En este trabajo se describe el diseño de estos sistemas, así como la importancia de los sistemas de monitoreo de energía.

Palabras Clave: Administración de Energía, Sistemas de Monitoreo, Parámetros Energéticos.

1. Introducción .

Para mantener un crecimiento sostenible, nuestro país debe de satisfacer las necesidades de demanda de energía. Este hecho convierte a la generación de energía eléctrica en factor fundamental para el crecimiento de México. En febrero de 1999, el director general de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) comparece ante comisiones del senado de la república, la siguiente información fue obtenida de dicha comparecencia [1].

Con una superficie de 2 millones de kilómetros cuadrados y una población cercana a los 90 millones de habitantes; en el área rural se atiende hoy en día a 84% de la población y en la urbana a casi 99%, por lo que 95% de los habitantes del país cuentan con el servicio eléctrico. La capacidad instalada en México es de 34,380 MW. Se cuenta con una red de transmisión de casi 35,000 kilómetros y más de 550,000 kilómetros de líneas de distribución. Un análisis de la CFE y de la Secretaría de Energía detectó en años pasados el riesgo de que se presentara un déficit de 2,175 MW en el margen de reserva de los años 1999 y 2000, por lo que se requería ampliar la capacidad del sistema para dichos años.

Ahora bien, el importante crecimiento de la demanda que se espera para la próxima década requerirá de grandes inversiones, principalmente en materia de generación, lo que obliga a buscar nuevos mecanismos para asegurar el margen de reserva adecuado para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico del país en las próximas décadas. La demanda de electricidad ha experimentado un continuo crecimiento durante los años recientes, y este incremento obligará a realizar en unos cuantos años lo que se ha realizado en los últimos 60. Los recursos de inversión que demandará el proveer un servicio eléctrico adecuado están calculados actualmente en 250 mil millones de pesos para los próximos seis años. La inversión insuficiente en el sector podría, en pocos años, provocar problemas en el

¹ M. C. Fernando A. Ortiz Fernández. Profesor Departamento de Ingeniería Eléctrica, ITESM Campus Monterrey, faortiz@computer.org

M. C. Jesús A. Baez Moreno. Profesor Departamento de Ingeniería Eléctrica, ITESM Campus Monterrey, jabaez@campus.mty.itesm.mx.

funcionamiento operativo del organismo, como el incremento en las pérdidas de energía, así como problemas de capacidad y confiabilidad en algunos tramos del sistema.

La CFE, bajo el esquema actual, no genera los ingresos suficientes para asegurar a mediano plazo los niveles de cobertura y calidad que tiene como objetivo ofrecer a los mexicanos. Es indispensable que el sector reciba montos significativos de inversión e incorpore nuevas tecnologías que reduzcan los costos de producción.

La creciente demanda y sus consecuencias en el costo de la energía acentúan las implicaciones económicas de no utilizarla de manera eficiente, estas implicaciones económicas no son solo para el consumidor, sino también para las compañías de generación de energía. A diferentes horas del día hay diversos niveles de consumo, por lo que entran al sistema en primer lugar las plantas más económicas y después las de mayor costo, con excepción de las hidroeléctricas que se utilizan para cubrir las horas de demanda máxima.

El sector industrial representa el 60.1% de las ventas de CFE, y también es donde las pérdidas por un uso ineficiente de la energía tienen mayores implicaciones económicas, es en este sector donde los esfuerzos de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica deben ser aplicados y adoptados.

Cabe mencionar que durante los meses de Enero y Febrero del 2001 se dio lugar a una de las más importantes crisis energéticas del estado de California en Estados Unidos de América, con lo que el problema de abasto de energía eléctrica ha tomado escala continental.

La estrategia de solución implica diversos factores que combinados pueden mejorar notablemente la eficiencia con la que se utiliza la energía eléctrica. Algunos puntos clave en esta estrategia son, por mencionar algunos, el conocimiento de la forma de facturación y las tarifas vigentes, el monitoreo de consumo de las cargas importantes y la utilización de equipo eficiente entre otras.

Para planear e implementar un programa de uso eficiente de energía eléctrica adecuadamente se consideran como pasos fundamentales analizar los recibos de consumo y tener acceso a los perfiles de consumo de las cargas importantes. El tener un sistema de monitoreo capaz de proveer al usuario con el perfil de consumo de cargas eléctricas importantes, permite tener un seguimiento de la forma en que la energía eléctrica se está consumiendo. La importancia de los perfiles de consumo radica en el hecho que nos permite identificar los puntos problemáticos y sus síntomas de una manera detallada, lo cual facilita la selección de la acción correctiva necesaria, y presenta un panorama más amplio y claro para la planificación de estrategias para el ahorro de energía. En la mayoría de los casos el perfil no está disponible, debido a los altos costos de los equipos de medición disponibles comercialmente, los cuales son provenientes del extranjero.

De igual forma, ha aumentado la importancia de la calidad de la energía eléctrica, debido en buena medida a que los usuarios finales del recurso energético tienen equipo cada vez más sensible a disturbios originados en el sistema de potencia. Esta creciente preocupación por mejorar la calidad de la energía eléctrica ha resultado en avances significativos en el equipo de monitoreo que puede ser utilizado para caracterizar los disturbios y las variaciones en la calidad de la energía.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica del ITESM campus Monterrey consciente de la problemática que representa el uso eficiente de la energía eléctrica mantiene una línea de investigación multidisciplinaria enfocada a ese tema, siendo una de sus preocupaciones el desarrollo de sistemas de monitoreo, administración de energía y medición de los disturbios que afectan a la red eléctrica. A continuación se describen algunos de los trabajos que se han desarrollado sobre este tema.

a) Sistema de monitoreo de potencia real y reactiva en localidades múltiples.

En el documento “Sistema de monitoreo de potencias real y reactiva en localidades múltiples,” presentado por Armando Llamas, Salvador Acevedo, Sergio Omar Martínez y Jesús Báez, se describe brevemente los detalles del primer sistema de monitoreo desarrollado en el Departamento de Ingeniería Eléctrica del ITESM campus Monterrey.

Teniendo como plataforma de investigación los trabajos “Sistemas de adquisición de datos para la medición y control de energía eléctrica y factor de potencia” de Salvador Acevedo [2]; y “Sistema de monitoreo de energía, demanda y factor de potencia” de J.A. Gallardo [3], se desarrolló e instaló en la Escuela Práctica de Verano de 1994 en el ITESM campus Monterrey, un sistema con capacidad de monitorear hasta 64 puntos trifásicos de tres o cuatro hilos. Las variables de las cuales se podría tener lectura son: potencias real (kW) y reactiva (kVAr), energías (kWh) y el factor de potencia. El sistema se conforma por un grupo de transductores, una computadora personal con una tarjeta de adquisición de datos comercial y software para adquisición de datos y presentación de resultados.

Siguiendo una línea de investigación enfocada al uso eficiente de energía eléctrica, los autores mencionan en el documento la utilidad que representa el disponer de los perfiles de consumo de cargas importantes en el desarrollo de un programa de ahorro de energía. También señalan que generalmente no se cuenta con estos perfiles por el costo de los equipos comerciales disponibles para hacer este tipo de mediciones.

El sistema anterior tiene como características principales:

- i) Relación costo/ beneficio muy atractiva
- ii) Exactitud de 1% a plena carga, apropiada para determinar perfiles de carga.
- iii) Capacidad de monitoreo de hasta 64 cargas trifásicas de tres o cuatro hilos, con opción a un número mayor.

El sistema de monitoreo de potencia en localidades múltiples, resultó ser una solución con excelente relación costo beneficio. El sistema fue instalado en algunos nodos del ITESM campus Monterrey, así como en diversas industrias locales, los autores del sistema señalan como sugerencias para el mejoramiento del sistema lo siguiente:

- i) Integrar la potencia real y reactiva localmente en la subestación para reducir el número de tareas que realiza la computadora que recibe y procesa la información.
- ii) Agregar módulos que permitan funciones de control como lo son el control de demanda y el control automático de factor de potencia.

En un sistema analógico agregar dichas funciones implica cambios importantes en el diseño, el sistema no es flexible. Teniendo esto en mente se decidió diseñar un nuevo sistema de monitoreo, pero esta vez digital. El nuevo diseño sería capaz de procesar la información localmente, proporcionar lecturas de potencia real y potencia reactiva, tener capacidades de comunicación para transmitir los datos a una computadora central donde se concentraría la información de la red de monitoreo.

b) Sistema modular de monitoreo de potencia y parámetros eléctricos (SIMMPE)

El sistema se basó en un principio en un microcontrolador de 8 bits, cumpliendo con las especificaciones de diseño citadas, con la flexibilidad de agregar funciones por software.

Una explicación a detalle de este sistema se encuentra en “Sistema Modular de Monitoreo de Potencia y Parámetros Eléctricos” de J. S. Aguilera [4]

El diseño del SIMMPE ha aportado, a la línea de investigación que mantiene el ITESM, las siguientes aportaciones:

- i) Se diseñó un sistema de adquisición de datos para sistemas trifásicos de potencia con capacidad de monitoreo de 3 señales de voltaje y 4 señales de corriente
- ii) El sistema de medición es digital y con el software adecuado puede ser utilizado como un analizador de sistemas trifásicos de potencia.
- iii) Se utilizó un diseño modular que permite hacer cambios o modificaciones a una parte del diseño sin implicar cambios en el resto del sistema.

c) Sistema de medición de parámetros eléctricos

“El sistema de Medición de Parámetros Eléctricos” fue el resultado de los trabajos de investigación y desarrollo de Enrique Ian Hernández Paz y Gerardo Mauricio Navarro Cabrera [6]. Este es un sistema modular que mide parámetros eléctricos tales como la potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, Frecuencia, Voltaje, Corriente, desbalance de Voltaje y Corriente. Este diseño utiliza el circuito integrado SA9605A de la compañía SAMES que tiene una salida de pulsos proporcional a la potencia consumida. Las aportaciones y recomendaciones de este sistema son las siguientes:

- i) El diseño es capaz de medir la energía trifásica de una carga, tiene una salida de pulsos representando una solución práctica y barata.
- ii) El sistema es modular, lo que permite flexibilidad de acuerdo con las necesidades del sistema a monitorear.
- iii) La exactitud de los resultados obtenidos es comparable con la de los medidores comerciales.
- iv) Se permite obtener los resultados en el lugar de la medición, sin necesidad de equipo adicional.
- v) La programación es muy sencilla y rápida.
- vi) Se recomienda además el diseño de un sistema que sea capaz de almacenar los resultados obtenidos de uno o más módulos para compartir toda esta información un sistema de monitoreo.

Es importante distinguir entre los diferentes esquemas de Administración y Uso eficiente de Energía. Este Proyecto consiste en el desarrollo de un sistema de medición de energía y de otros parámetros relacionados con los insumos energéticos. El sistema permitirá conocer en tiempo real, el perfil de diversos parámetros energéticos:

- a) Potencia eléctrica activa (W)
- b) Potencia eléctrica reactiva (VAR)
- c) Temperaturas (°C)
- d) Flujo (m³/seg)
- e) Presión (kPa)

Con el sistema de administración de parámetros energéticos es muy fácil obtener perfiles de otros insumos energéticos. De lo anterior, es posible implementar un esquema de ahorro y uso de energía integral en todos los procesos del sistema. Como ejemplo se pueden citar las compañías generadoras de energía eléctrica que utilizan ciclo combinado, en estas se puede tener los perfiles de las variables eléctricas, térmicas, de flujo y de presión. Con toda esta información se puede implementar estrategias integrales en toda la planta. Es altamente deseable que el sistema que se desarrolle sea modular. De esta forma, podrá crecer mediante la inserción de módulos de aplicación. La ventaja de un sistema modular es su capacidad para poder cubrir las necesidades de cada usuario; sin importar el tamaño y tipo de la instalación. De igual manera, es necesario que los datos puedan estar disponibles para que otras aplicaciones realicen manipulaciones postreras. [2]

Por lo anterior el alcance de la presente investigación será el diseño y la implementación de un sistema basado en microprocesador que sea capaz en una primera instancia de registrar los perfiles de los diversos parámetros energéticos. Es deseable que el sistema sea capaz de operar de manera individual e independiente, pero que en un momento dado también pueda constituir un nodo dentro de una red de monitoreo.

2. Metodología.

Se pretende llevar un registro de los perfiles de los parámetros energéticos anteriormente listados. A continuación se muestra un diagrama descriptivo del sistema; que constituye un nodo que se puede comunicar con otros a su vez o con una PC:

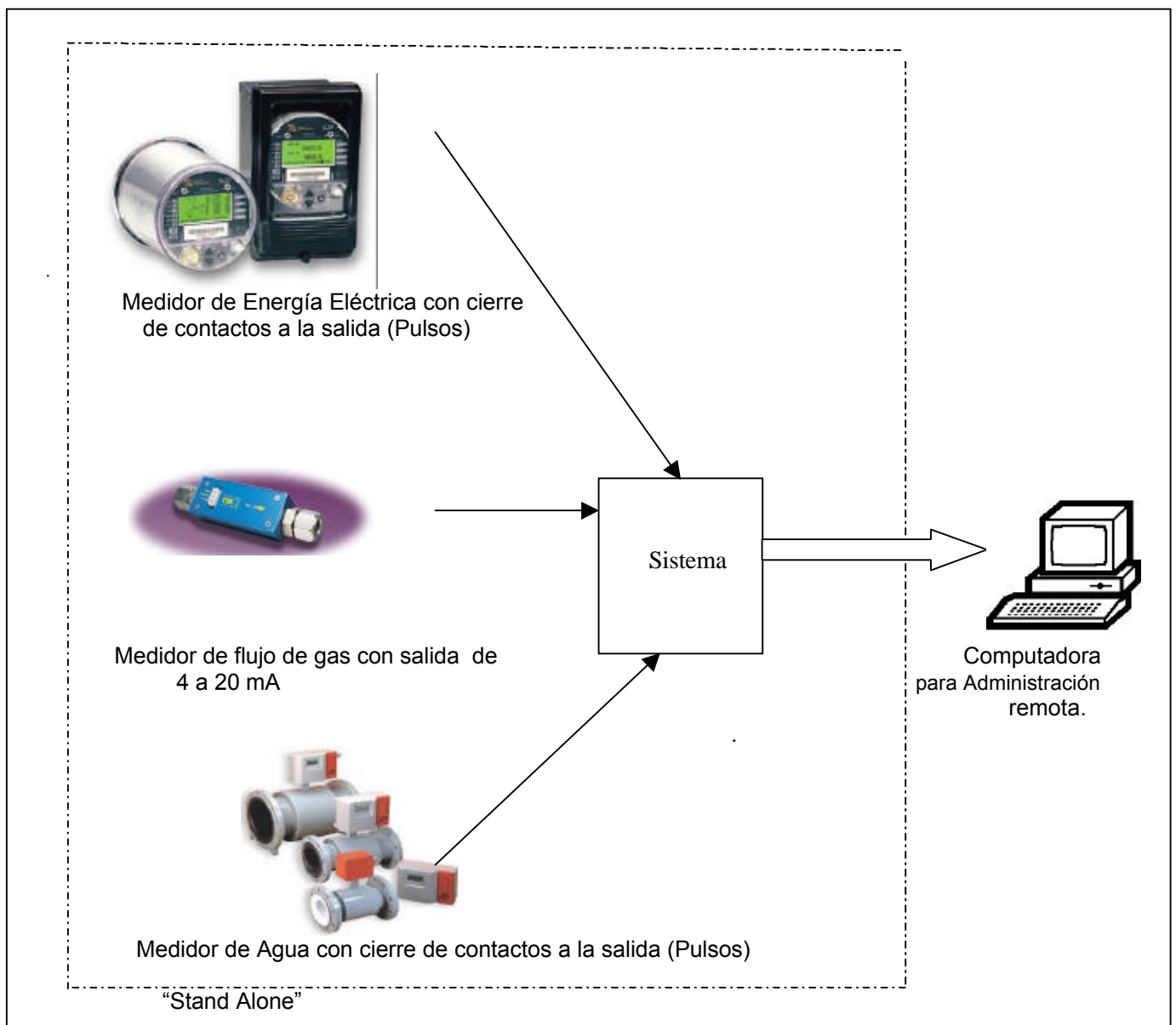


Figura 1. Diagrama descriptivo del sistema

Como indica la Figura 1, el sistema deberá de ser capaz de obtener información de diferentes tipos de medidores existentes en el mercado. Estos medidores normalmente cuentan con una salida en forma de cierre de contactos (pulsos) cuya frecuencia es proporcional al consumo; o también existen otros que tienen una salida analógica.

Se necesita contar con un reloj de tiempo real que sea capaz no solo de proveer la fecha y hora en la que ocurren las mediciones sino también controlar los medios de salida y la interacción con el usuario. Si el sistema está pensado para operar de manera independiente (Stand Alone), el módulo será responsable de controlar el número de muestras, así como de su almacenamiento temporal para posterior reporte; si el sistema está pensado para operar como un nodo en una red de información este módulo será coordinador de las comunicaciones en dicha red.

La interfase con el usuario se debe diseñar pensando en las dos modalidades en las que puede operar el sistema y las cuales hacen necesario tener un sistema de despliegue de información local, el cual puede constar de una pantalla de cristal líquido con botones; así como un sistema que permita la comunicación remota del equipo.

Como parte del sistema de medición de parámetros energéticos implementado en el presente trabajo se utilizó el sistema embebido RLC LCD-PLUS. La tarjeta CE-Minus de R.L.C. Enterprises Inc., es la base de CPU/ENGINE del sistema. En esta tarjeta, se incluye un procesador AMD ELAN SC400 de 100MHz, compatible con un 486; memorias DRAM y FLASH; reloj de tiempo real; puertos seriales y paralelos; controlador de gráficos para LCD; controlador para PCMCIA; interfase para teclado XT/Matrix; unidad de administración de energía; entre otros. Esta tarjeta básica puede utilizarse directamente en el desarrollo de algunas aplicaciones; o puede ser la base del CE-Plus, que es una tarjeta de expansión de I/O; también se puede utilizar una expansión adicional para formar el sistema LCD-Plus, que tiene convertidores A/D y una pantalla del tipo "touch screen" [6]. El sistema RLC utiliza como sistema operativo Windows CE y para el desarrollo de las aplicaciones se utilizó el ambiente de programación Visual C++ de Microsoft.

Para la obtención de los perfiles que utilizan medidores con cierre de contactos se desarrollaron dos estrategias:

a) Sistema utilizando componentes discretas.

Debido a que se tienen disponibles las 8 líneas de entrada y 8 líneas de salida que tiene el LCD-Plus para tener interfase con un teclado, se desarrolló un circuito basado en contadores. Este circuito tiene la capacidad de contar pulsos a la entrada y cuando la computadora embebida lo solicite transferir la cuenta de pulsos. El circuito consta de contadores, multiplexores, selectores y demás lógica TTL con capacidad de almacenar la salida de potencia real y reactiva de un medidor con salida de cierre de contactos.

b) Sistema utilizando un microcontrolador

Si el sistema de monitoreo utiliza un microcontrolador, en lugar de componentes discretas, se tienen las ventajas de utilizar un protocolo estándar de comunicaciones; así como el tener todos los recursos del sistema en un solo integrado. De esta manera se pueden utilizar los contadores del Microcontrolador y la unidad UART para las comunicaciones. Se tiene la ventaja extra de que el microcontrolador tiene memoria para guardar datos y estarlos comunicando al sistema RLC cada 5 minutos cuando menos; lo cual libera poder de cómputo para otras aplicaciones al sistema RLC. A pesar de que el microcontrolador estaría subutilizado; el beneficio de poder implementar una red de medidores utilizando un protocolo estándar, como el RS-485, es con mucho más alto que el costo. El sistema embebido RLC tiene puertos de comunicación RS-232 y RS-485, con lo que se alienta aún más el desarrollo del sistema utilizando un Microcontrolador. En la implementación del sistema se utilizó el microcontrolador AVR AT90S8515 de Atmel, Este microcontrolador se seleccionó e base a los siguientes criterios:

a) La experiencia previa que se tiene utilizando este microcontrolador.

- b) El sistema de desarrollo y depuración “AVR Studio” que es un sistema de desarrollo muy completo y profesional.
- c) La gran difusión de la familia AVR facilita encontrar documentación amplia y ayuda oportuna (páginas y foros de consulta en red).
- d) La familia AVR tiene una arquitectura RISC con pocas instrucciones que resulta en una gran facilidad para desarrollar programas en lenguaje ensamblador.
- e) La disponibilidad de compiladores de C facilita el desarrollo de programación en este lenguaje de alto nivel.

Para la obtención de los perfiles que utilizan medidores o sensores con salida analógica, se implementó un sistema para poder monitorear variables analógicas en los rangos de [0-5]V, [-5,5]V, [0,10]V, [-10,10]V; y de corriente cuyo rango más utilizado es de [4,20]mA. Se utilizaron los 6 canales ADC del sistema RLC. El circuito tiene en uno de sus canales un circuito integrado del tipo LM335, este es un sensor de temperatura cuya salida es un voltaje proporcional a la temperatura absoluta ($^{\circ}\text{K}$) y es muy utilizado para medir temperaturas inferiores a 100°C [25], por lo que se utilizó una etapa de acondicionamiento voltaje a voltaje para utilizar todo el rango del canal. En otro canal se utilizó un convertidor de corriente a voltaje, para acondicionar una entrada de corriente con rango de [4,20]mA. En los otros cuatro canales se utilizaron entradas de voltaje en los rangos del convertidor: [0,5]V, [-5,5]V, [0, 10V], [-10,10]V.

3. Resultados y Discusión.

a) Sistema utilizando componentes discretas.

Se realizaron pruebas de monitoreo de potencia real y reactiva en el edificio de aulas IV del ITESM campus Monterrey. Los resultados se comprobaron con un medidor comercial de la marca Power Logic y para el caso de la potencia real se muestran en la figura 2.

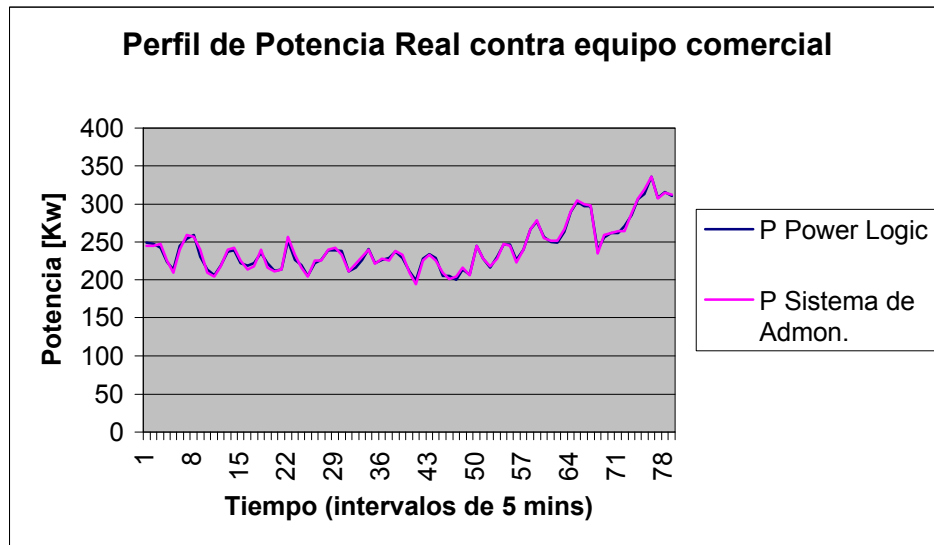


Figura 2. Perfil de potencia real contra equipo comercial

En la figura 2 se muestran los resultados de los perfiles de potencia real medidos de las 23:30hrs del 1^o de abril del 2001 a las 7:30hrs del 2^o de abril del mismo año. De igual forma, la figura 3 se muestra los perfiles de potencia reactiva medidos en el mismo período de tiempo.

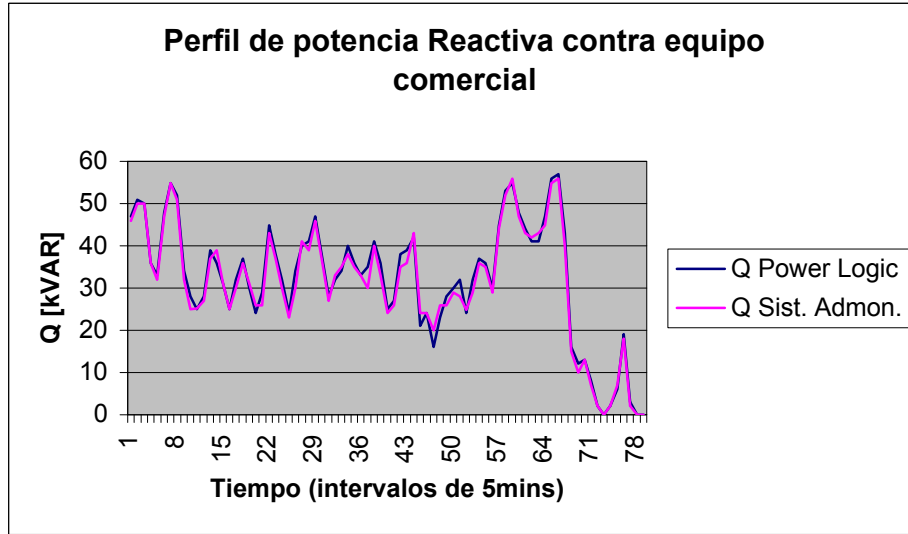


Figura 3. Perfil de Potencia reactiva contra equipo comercial

De las figuras 2 y 3 se desprende que el sistema de administración obtuvo resultados muy similares a los que se obtuvieron con el equipo comercial. Sin embargo, las diferencias que se pueden apreciar se deben al ruido que se detecto al utilizar componentes discretas.

b) Sistema utilizando un microcontrolador

A continuación se muestran los resultados de haber probado el diseño contra un medidor Power Logic que mide la potencia de aulas IV en el ITESM Campus Monterrey, la prueba fue realizada el 05/04/2001 entre las 16:45hrs y la 1:55hrs del día siguiente. En la figura 4 se muestran los perfiles de potencia real de ambos medidores.

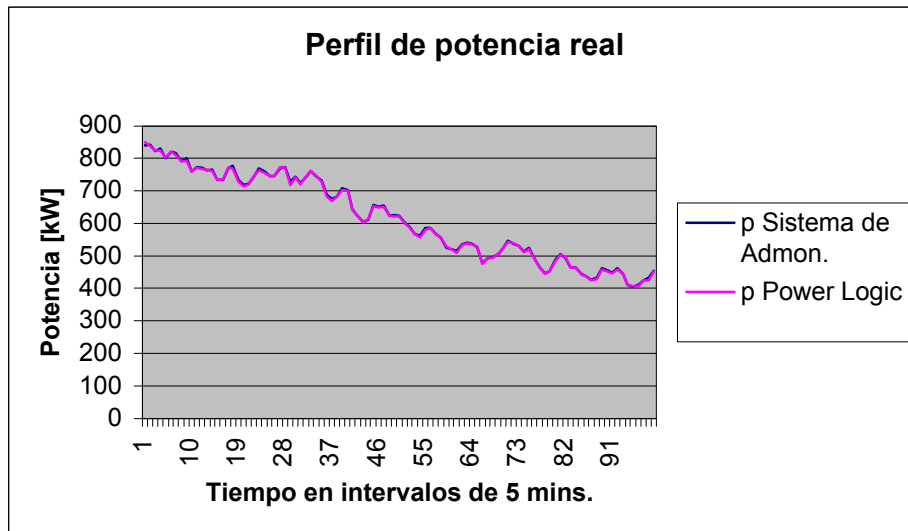


Figura 4. Perfil de Potencia real contra equipo comercial

Como se puede apreciar en la figura 6-18 los dos sistemas brindan el mismo perfil de potencias reales. En la figura 5 se observan los perfiles de potencias reactivas obtenidas en el mismo período de tiempo.

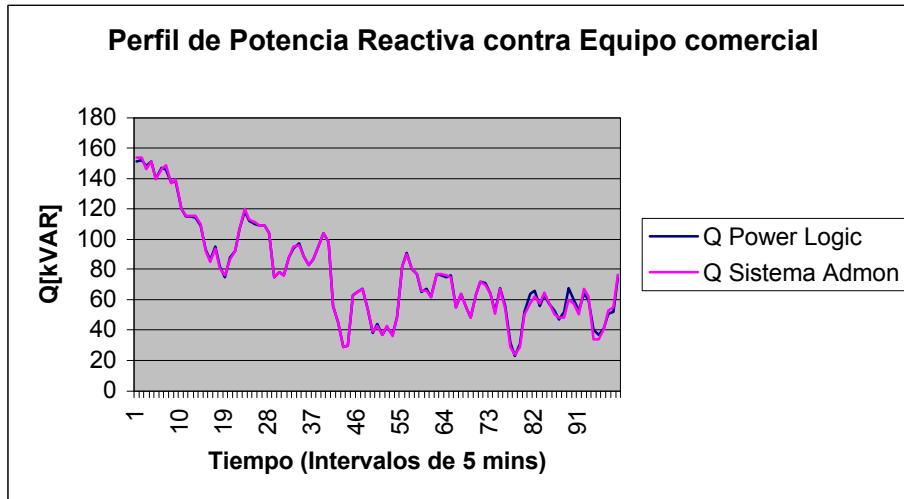


Figura 5 Perfil de Potencia reactiva contra equipo comercial

Como se puede apreciar en la figura 5, los perfiles de potencia reactiva coinciden plenamente, por lo que la medición de las potencias reales y reactivas corresponde a las medidas con equipo comercial.

Para el caso del sistema de administración de energía basado en entradas análogas, se realizaron pruebas de las variables en algunos puntos; en el caso de la temperatura se tomaron lecturas variando la temperatura del laboratorio y se comprobó con un termómetro comercial. Los resultados fueron muy aceptables. Para el caso del sensor de corriente, se conectó en serie un amperímetro Fluke 77 y se comprobaron que las lecturas de ambos medidores fueran iguales en todo el rango. Para el caso de las entradas de voltaje se midieron en cada uno de los rangos y se comparó con la lectura del Fluke 77, pero ahora conectado como voltímetro. En todos los casos se obtuvieron lecturas iguales a las que arroja el equipo comercial.

4 Conclusiones

En la actualidad nos enfrentamos con una escasez de energéticos a escala global, que hace necesario implementar esquemas de uso eficiente de los recursos energéticos. Durante el presente trabajo se desarrollaron circuitos y programas con el objetivo de implementar un sistema de administración de energía integral.

En la actualidad el desarrollo de los sistemas embebidos ha permitido a nuevos diseñadores utilizar equipo de alto poder de cómputo y bajo consumo de energía en ambientes industriales. De igual manera, el desarrollo de sistemas operativos para sistemas embebidos permite programar estos dispositivos en lenguajes visuales de alto nivel, con la ventaja de poder transportar el programa de una plataforma a otra. En este trabajo se desarrollaron algoritmos y circuitos para el sistema embebido de R.L.C. Enterprises Inc. R.L.C.-LCD-Plus. Los programas se desarrollaron en el ambiente visual de C++ de Microsoft.

Se implementó un sistema de administración de energía eléctrica que tiene como entrada la salida de cierre de contactos de los medidores de energía disponibles. Un primer enfoque para la implementación fue utilizar componentes discretas. La implementación del sistema con componentes discretas tiene como ventajas el que se puede implementar el diseño en un FPGA (Field Programmable Gate Array) y de

esta manera dejar el sistema a la medida; de esta forma se eliminaría el problema de ruido. Si el sistema esta pensado para monitorear una sola subestación este esquema resultaría muy adecuado.

La implementación utilizando el microcontrolador tiene grandes ventajas al diseño que utiliza partes discretas. De las pruebas realizadas a equipo comercial se aprecia que el sistema proporciona resultados muy satisfactorios. La opción de poder localizar al microcontrolador en un lugar remoto, constituye una gran ventaja sobre el otro diseño. En el caso del diseño basado en microcontrolador, se tiene la ventaja de que el microcontrolador puede almacenar cuentas por más de 5 minutos; esto resulta en un menor tiempo de procesamiento para el sistema RLC. Otra ventaja que tiene este enfoque es la Modularidad que le ofrece al sistema gracias a que utiliza estándares de comunicación. Para futuras investigaciones se recomienda sustituir el estándar RS-232, por uno que permita construir una red, por ejemplo el estándar RS-485; y de esta manera consultar varios medidores en varias localidades, ofreciéndole al sistema la capacidad de crecimiento según los requerimientos del sistema eléctrico. El sistema basado en microcontrolador puede utilizar cualquier tipo de microcontrolador que tenga 2 contadores y una unidad UART, de esta manera se pueden buscar opciones que usen de modo más eficiente a los recursos del microcontrolador.

El sistema de administración de parámetros energéticos basado en entradas analógicas es útil para aquellos dispositivos que tienen salidas análogas; sin embargo, también resulta muy útil a la hora de implementar sistemas de medición con sensores industriales que tienen la capacidad de medir diferentes variables físicas que se relacionan con aspectos energéticos, de tal suerte que se tengan disponibles los perfiles de dichas variables para poder implementar un esquema de ahorro y uso de energía integral en todos los procesos. Se recomienda incluir en el diseño amplificadores de ganancia programable, de tal suerte que se puedan tener acceso a diferentes rangos en la señal de entrada. Además se recomienda desarrollar una "tarjeta universal" donde con determinados puentes ("jumpers") se pueda seleccionar el tipo de convertidor. Se recomienda para desarrollos futuros diseñar un circuito integrado que tenga como partes analógicas los diferentes convertidores y amplificadores; que integre además las componentes digitales del sistema de administración de energía basado en pulsos; y cuente además con unidades de comunicación. El desarrollo de este circuito se puede lograr diseñando las partes desde el principio utilizando tecnología CMOS, o bien utilizando diferentes IP's ("Intellectual Property").

Los programas fueron desarrollados de tal manera que la computadora RLC no destina mucho poder de cómputo, para pueda realizar otras tareas. Se recomienda, para desarrollos futuros utilizar sus 6 canales ADC para obtener el espectro armónico del sistema eléctrico. Con esta información, las soluciones no solo se vincularán con la cantidad sino la calidad de la energía eléctrica, tema este último que tomará cada vez mayor importancia con el uso de equipo electrónico que distorsiona a las formas de onda originales.

5. Referencias.

- [1] Comparecencia del Director de la Comisión Federal de Electricidad Ante el Senado de la República; Febrero 1999 ; <http://www.cfe.gob.mx>
- [2] C. J. Melhorn, M.F. McGranaghan; "Interpretation and Analysis of Power Quality Measurements," IEEE Trans. Ind. Applicat.; vol 31, no 6 ; November/December 1995; pp 1363-1370
- [3] S. Acevedo; Sistema de adquisición de datos para la medición y control de la energía eléctrica y factor de potencia; Tesis de Maestría, ITESM mayo 1993.
- [4] J.A. Gallardo; Sistema de Monitoreo de Energía, Demanda y Factor de Potencia; Tesis de Maestría, ITESM Mayo de 1993.
- [5] Enrique Ian Hernández Paz, Gerardo Mauricio Navarro Cabrera; Sistema de Medición de Parámetros Eléctricos; Tesis de Maestría, ITESM. Diciembre 1999.
- [6] RLC Enterprises Inc., "CE-MINUS, CE-PLUS & LCD-PLUS Hardware Manual, RLC Enterprises Inc.,E.U.A.,Rev 1.2 Junio 2000

Procesamiento Digital con Compensación de Error para el Cálculo de Parámetros Eléctricos en Sistemas de Potencia

Rafael A. Villanueva, Manuel E. Macías

Las funciones de Autocorrelación y Correlación Cruzada son herramientas muy útiles para el cálculo de parámetros eléctricos en un sistema de potencia. Parámetros como valores efectivos, potencias promedio y factores de distorsión se pueden calcular a partir de la autocorrelación y correlación cruzada en el dominio del tiempo de las señales de voltaje y corriente. Sin embargo, cuando estos algoritmos de procesamiento son aplicados a señales discretas, el cálculo final se ve afectado por un error debido a las limitantes en la representación numérica del procesador, presentando porcentajes de error del orden del 0.3 %. El presente trabajo muestra una serie de pruebas con estos algoritmos de procesamiento digital que permiten analizar claramente la magnitud y naturaleza del error debido a las limitantes de la representación numérica en procesadores de punto fijo. Posteriormente se propone una estrategia de compensación muy sencilla, la cual permite disminuir considerablemente dicho error. Al aplicar esta estrategia se obtienen porcentajes de error menores al 0.02 %.

Palabras clave: Procesamiento Digital, Autocorrelación, Correlación Cruzada, Sistemas de Medición, Sistemas de Potencia, Microcontrolador, MC68HC16

1. Introducción

Cambios significativos se están dando en la industria eléctrica en todo el mundo, los cambios en las reglamentaciones van a producir un ambiente de competencia entre los proveedores. El incremento en la demanda de energía obliga al proveedor a administrar y distribuir de una manera más eficaz y al consumidor de preocuparse por una mejor administración. La manera en que tanto proveedores y consumidores pueden identificar las formas en que pueden realizar una mejor administración es a través de medidores de estado sólido [1].

Un medidor de estado sólido digital está conformado por cuatro bloques fundamentales, los cuales son: Adquisición de señales, Procesamiento Digital, Interfase de Comunicación e Interfase Gráfica. En la Figura 1 se muestra un diagrama a bloques de un sistema de medición.

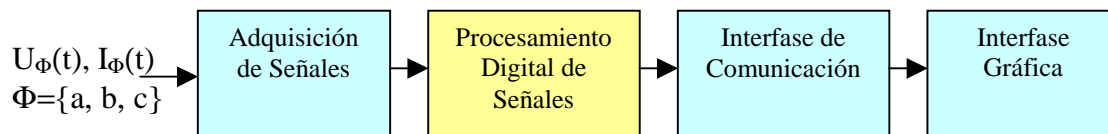


Figura 1. Diagrama a bloques de un sistema de medición

La función de cada uno de los bloques en general es la siguiente:

- El bloque de Adquisición se encarga de realizar lo siguiente: la transducción, el acondicionamiento y la conversión Análogo-Digital de las señales análogas de voltaje y corriente.
- El bloque de Procesamiento Digital de Señales tiene la finalidad de realizar los cálculos de los parámetros previamente definidos de un sistema eléctrico como: valores efectivos de voltaje y corriente, potencia real, potencia reactiva, distorsión armónica total, entre otros; esto a partir de las señales voltaje y corriente previamente adquiridas.

- El bloque de comunicación tiene la función de enviar de manera confiable la información generada por el módulo de procesamiento de señales a la Interfase Gráfica.
- La Interfase Gráfica realiza lo siguiente: el despliegue, registro y análisis histórico de los parámetros eléctricos calculados por el bloque de Procesamiento Digital.

2. Cálculo de Parámetros

Uno de los principales contribuyentes en la definición de parámetros eléctricos en condiciones no senoidales es Stanislaw Fryze, él propone definiciones de valores efectivos de voltaje y corriente así como de potencia en condiciones no senoidales mediante un modelo en el dominio del tiempo. Fryze ha tenido gran influencia sobre la Comisión Eléctrica Internacional IEC. Enslin y Wyk toman como referencia el trabajo de Fryze y proponen un desarrollo matemático para el cálculo valores efectivos de voltaje, corriente y potencia real basado en las operaciones de auto correlación y correlación cruzada en el dominio del tiempo [2].

Valores efectivos de voltaje y corriente

Para realizar el cálculo de los valores efectivos de las señales de voltaje y corriente discretizadas $u[j]$ e $i[j]$ se utilizó la operación de auto correlación, el desarrollo matemático de Enslin y Wyk propone el algoritmo de auto correlación para obtener el valor efectivo cuadrático de una señal discreta. En la ecuación 1 se muestra la definición de auto correlación de una señal periódica con N muestras en un periodo [3].

$$R_{xx}[k] = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} x[j]x[j-k] \quad \text{para } -N+1 \leq k \leq N-1 \quad (1)$$

Si en la ecuación 1 el índice de corrimiento k es igual a cero ($k=0$) y la ecuación 3 muestra la expresión del valor efectivo cuadrático de la señal $u[j]$ entonces el valor efectivo cuadrático de cualquier señal discreta periódica de N muestras en un periodo puede calcularse a través de la auto correlación de la señal $u[j]$ evaluada con el índice de corrimiento en cero de ahí que las ecuaciones 2 y 3 sean equivalentes.

$$R_{xx}[0] = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} x[j]x[j] \quad (2)$$

$$U^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} u[j]u[j] \quad (3)$$

Si se obtiene la raíz cuadrada del valor efectivo cuadrático, se obtiene el valor efectivo de la señal $u[j]$ resultando en:

$$U = [R_{uu}[0]]^{1/2} = \left[\frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} (u[j])^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

De igual manera, el análisis anterior se puede aplicar para el cálculo del valor efectivo de la señal de corriente $i[j]$.

Potencia real

El cálculo de la Potencia Real se realiza mediante la correlación cruzada en su versión discreta con las señales discretas de voltaje y corriente. A continuación se muestra el desarrollo propuesto por Enslin

y Wyk. En la ecuación 5 se presenta la definición de la correlación cruzada para señales periódicas con un número N de muestras en un periodo [3].

$$R_{xy}[k] = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} x[j]y[j-k]; \text{ para } -N+1 \leq k \leq N-1 \quad (5)$$

Si en la ecuación 5 el índice de corrimiento k es igual a cero y la ecuación 7 muestra la expresión de la definición de potencia real con señales discretas, entonces el valor de la potencia real puede calcularse a través de la correlación cruzada evaluada con el índice de corrimiento en cero entre las señales $u[j]$ e $i[j]$, de ahí que las ecuaciones 6 y 7 sean equivalentes.

$$R_{xy}[0] = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} x[j]y[j] \quad (6)$$

$$P = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} u[j]i[j] \quad (7)$$

Tomando en cuenta el análisis anterior el valor de la potencia real se puede expresar como:

$$P = R_{ui}[0] = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} u[j]i[j] \quad (8)$$

Componentes fundamentales de voltaje y corriente

Para realizar el cálculo de las componentes fundamentales de voltaje y corriente al igual que en el caso continuo se utiliza la correlación cruzada discreta. La señal de voltaje $u[j]$ se correlaciona con la señal $\alpha[j]=\cos(2\pi j/N)$ y $\beta[j]=\sin(2\pi j/N)$ para generar la parte real e imaginaria respectivamente del coeficiente C_{u1} . Las ecuaciones 9 y 10 muestran la representación de la parte real e imaginaria del coeficiente fundamental de voltaje.

$$\text{Re}(C_{u1}) = R_{u\alpha}[0] = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} u[j]\alpha[j] \quad (9)$$

$$\text{Im}(C_{u1}) = R_{u\beta}[0] = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} u[j]\beta[j] \quad (10)$$

La magnitud del coeficiente fundamental se puede expresar de la siguiente manera:

$$|C_{u1}| = \left[[R_{u\alpha}(0)]^2 + [R_{u\beta}(0)]^2 \right]^{1/2} \quad (11)$$

Por último, el valor efectivo de la componente fundamental de voltaje queda:

$$|U_1| = \sqrt{2} |C_{u1}| \quad (12)$$

El desarrollo para el cálculo de la componente fundamental de corriente $|I_1|$ es idéntico al presentado para realizar el cálculo de la componente fundamental de voltaje $|U_1|$.

3. Procesamiento Digital de Señales

Implementación de la correlación cruzada

Si se efectuaran las operaciones tal como se observa en la ecuación 6, es decir, acumular la suma de cada uno de los productos de los vectores $x[j]$ y $y[j]$ y al último dividir entre N (número de muestras adquiridas en un periodo de las señales discretas) se corre el riesgo de desbordar la capacidad del registro acumulador del microcontrolador que se encarga de acumular la sumatoria de productos. Si el bloque de adquisición trabaja con una frecuencia de muestreo fija, el número de muestras N recolectadas en un periodo de las señales de voltaje y corriente es variable y no necesariamente potencia de dos. Este es un aspecto importante a considerar ya que si el valor de N no es potencia de dos, la operación de la división genera un error considerable debido al truncamiento o redondeo del resultado de la división, debido a que estamos trabajando con aritmética entera. Si tomamos lo anterior en cuenta aunado al riesgo de desbordar el registro acumulador de la sumatoria de productos con las operaciones matemáticas, la implementación de la correlación cruzada no es muy conveniente realizarla tal como la observamos en la ecuación 6.

El formato numérico de los datos utilizado para realizar las operaciones es el entero fraccional, debido a esto el valor de $1/N$ es representado con este formato numérico y así convertirse en un factor dentro de la sumatoria de productos. A la representación entera fraccional del factor $1/N$ le llamaremos factor de escalamiento N^{-1} . La primera ventaja de manejar el factor N^{-1} es la de evitar la operación de división la cual consume en la mayoría de los microcontroladores y DSPs, una cantidad considerable de ciclos de reloj. De hecho, hay algunos DSPs que no ofrecen en su conjunto de instrucciones la operación de división. La ecuación 13 muestra la forma en que se implementó la correlación cruzada.

$$R_{xy}[0] = \sum_{j=0}^{N-1} (N^{-1}) x[j] y[j] \quad (13)$$

La implementación de la ecuación 13 tiene también la ventaja de que se previene un posible desbordamiento del registro acumulador, ya que al utilizar el factor N^{-1} en la sumatoria de productos el valor de dichos productos disminuye considerablemente, por lo que la suma de todos ellos no logran desbordar el registro. La desventaja de realizar de esta manera las operaciones matemáticas es que si el valor de N no es potencia de dos, lo cual puede llegar a ser nuestro caso, la representación entera fraccional no puede representar exactamente el valor de $1/N$.

Análisis del error producido por el factor de escalamiento

Para facilitar el análisis representaremos el valor de N^{-1} mediante la suma de dos números, uno entero el cual representaremos mediante la letra i y el otro mediante la letra f el cual representará el valor fraccionario. La función Int trunca el valor de N^{-1} obteniendo un valor entero, mientras que el valor de f es igual a la diferencia del valor N^{-1} y el valor de i , así de esta manera se tiene un valor fraccionario el cual se encuentra en un rango mayor o igual a cero y menor a uno. En las ecuaciones 14 y 15 se muestran el valor de g y f en términos del valor del factor de escalamiento N^{-1} .

$$g = Int(N^{-1}); \text{ donde } g \text{ es entero} \quad (14)$$

$$f = (N^{-1}) - g; 0 \leq f < 1 \quad (15)$$

$$(N^{-1}) = g + f \quad (16)$$

Si sustituimos el valor de N^{-1} propuesto en la ecuación 16 en la ecuación 13, esta queda expresada de la siguiente manera:

$$R_{xy}[0] = \sum_{j=0}^{N-1} (g + f) x[j] y[j] \quad (17)$$

Aplicando propiedades sobre la sumatoria en la ecuación 17 queda de la siguiente forma:

$$R_{xy}[0] = g \sum_{j=0}^{N-1} x[j]y[j] + f \sum_{j=0}^{N-1} x[j]y[j] \quad (18)$$

El error que se genera es precisamente el término que multiplica el valor de f ya que es el valor que no podemos representar con el formato entero fraccional, es decir, cuando realizamos el cálculo de la correlación cruzada el valor de f lo estamos igualando a cero aún y cuando este no lo sea. Solamente cuando el valor de N es potencia de dos el valor de f es igual a cero. En la ecuación 19 se presenta la ecuación del error en el cálculo de la correlación cruzada.

$$e_{xy}^g = f \sum_{j=0}^{N-1} x[j]y[j] \quad (19)$$

La ecuación de error planteada en 19 corresponde al caso cuando se utiliza el valor entero g , el cual resulta del truncamiento del factor N^{-1} . Pero si se utilizara el valor de $g+1$, la ecuación de error sería diferente. A continuación se analizará el caso cuando se utiliza $g+1$. El valor del factor N^{-1} podría replantearse de la siguiente manera:

$$(N^{-1}) = (g+1) - (1-f) \quad (20)$$

Si sustituimos la expresión planteada en la ecuación 20 en la ecuación 13, esta queda expresada de la siguiente manera:

$$R_{xy}[0] = \sum_{j=0}^{N-1} [(g+1) - (1-f)] x[j]y[j] \quad (21)$$

Aplicando propiedades sobre la sumatoria, la ecuación 21 queda de la siguiente forma:

$$R_{xy}[0] = (g+1) \sum_{j=0}^{N-1} x[j]y[j] - (1-f) \sum_{j=0}^{N-1} x[j]y[j] \quad (22)$$

El error al igual que en el caso cuando el valor de g es el truncamiento del factor N^{-1} es precisamente el término que multiplica el valor de $(1-f)$ ya que es precisamente el valor que no podemos representar con el formato entero fraccional, es decir, cuando realizamos el cálculo de correlación el valor de f lo estamos igualando a uno aún y cuando este no lo sea. En la ecuación 23 se presenta la ecuación del error en el cálculo de la correlación cruzada.

$$e_{xy}^{g+1} = -(1-f) \sum_{j=0}^{N-1} x[j]y[j] \quad (23)$$

Estrategia de compensación del factor de escalamiento

Si observamos las ecuaciones de error para el caso cuando el valor entero g es el truncamiento del factor N^{-1} y para cuando se utiliza el valor de $g+1$ podemos darnos cuenta que el primer caso genera un error positivo y el segundo caso genera un error negativo. Si utilizáramos ambos valores para el cálculo de la correlación, es decir el de g y el de $g+1$ sobre un número n de muestras de las señales $x[j]$ y $y[j]$, en donde ese conjunto de n muestras se pudieran expresar mediante una ecuación lineal, el error se podría disminuir considerablemente [4].

Para facilitar el análisis, definiremos una señal discreta $c[j]$ la cual sobre un conjunto de n muestras se puede expresar como $c[j] = c[0] + j\Delta$ donde Δ es la pendiente de la recta. Tomando en cuenta el análisis del error cuando se utiliza el valor de g y el de $g+1$ del factor N^{-1} (ver ecuaciones 19 y 23), la ecuación del error con la señal $c[j]$ quedaría de la siguiente manera para el caso cuando se utilice g y $g+1$ respectivamente.

$$e^g = f \sum_{j=0}^{n-1} c[j] \quad (24)$$

$$e^{g+1} = -(1-f) \sum_{j=0}^{n-1} c[j] \quad (25)$$

El error acumulado en las n muestras se podría cancelar encontrando el valor de la constante a que resuelve la siguiente ecuación:

$$f \sum_{j=0}^{n-a-1} c[j] - (1-f) \sum_{j=(n-a)}^{n-1} c[j] = 0 \quad (26)$$

Desarrollando la ecuación 26 se obtiene la siguiente ecuación:

$$f \sum_{j=0}^{n-a-1} c[0] + f \sum_{n-a}^{n-1} c[0] = \sum_{n-a}^{n-1} c[0] + \Delta \left[\sum_{n-a}^{n-1} j - f \sum_{j=0}^{n-1} j \right] \quad \text{donde } \Delta = \text{pendiente de la recta} \quad (27)$$

Si consideramos que el valor de Δ es despreciable o que su valor es aproximadamente cero, la ecuación 27 quedaría:

$$f \sum_{j=0}^{n-a-1} c[0] + f \sum_{n-a}^{n-1} c[0] \cong \sum_{n-a}^{n-1} c[0] \quad (28)$$

Simplificando la ecuación 28 obtenemos

$$Int(fn) \cong a \quad (29)$$

Una vez resuelta la ecuación 28 para el valor de a , del análisis propuesto se puede concluir que si un conjunto de n muestras se puede representar de manera lineal y el valor de la pendiente es despreciable, el error acumulado en esas n muestras puede aproximarse a cero siempre y cuando se utilice $(n-a)$ veces el valor de g y a veces el valor de $g+1$ en el cálculo de la correlación cruzada. Es importante destacar que para que el conjunto de n muestras se pueda acercar más a una representación lineal y el valor de Δ permanezca constante, el valor de n debe ser lo más pequeño posible. Para lograr la compensación del error total acumulado en el cálculo de la correlación cruzada, lo que se propone es ir cancelando el error cada n muestras del conjunto de N muestras que definen las señales discretas $x[j]$ y $y[j]$ en un periodo.

La operación de auto correlación puede verse como un caso particular de la correlación cruzada, es decir, si se calcula la correlación cruzada entre dos vectores idénticos, el resultado final corresponde al cálculo de la auto correlación. Por lo tanto, el desarrollo presentado para el cálculo de la correlación cruzada aplica también de manera similar para el cálculo de la auto correlación.

4. Pruebas y Resultados

La prueba de verificación de la estrategia de compensación consistió en calcular el valor efectivo cuadrático de una señal senoidal de amplitud unitaria de 60 Hz generada con Matlab. El número de muestras que se generaron para un periodo de señal se muestran en la Tabla 1 en la columna N. Dichas muestras se procesaron con el algoritmo de la auto correlación aplicando la estrategia de compensación. El valor efectivo cuadrático teórico es 0.5, el cual tiene una representación entera fraccional con el número 4000h. Los porcentajes de error se calcularon con el valor teórico y el valor obtenido de los cálculos con aritmética entera en Matlab. Los cálculos se realizaron con aritmética entera en Matlab para simular la operación interna del microcontrolador MC68HC16Z1. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 1.

N	Factor N ⁻¹	Resultado sin compensación	Resultado con compensación	% error sin compensación	% error con compensación
264	124.121	3FF0h	3FFDh	0.09765	0.00915
265	123.652	402Eh	3FF9h	-0.28076	0.04270
266	123.187	3FE7h	4002h	0.15258	-0.01220
267	122.726	4024h	3FFBh	-0.21972	0.02441
268	122.268	3FDCh	4004h	0.21972	-0.02441
269	121.814	4019h	3FFEh	-0.15258	0.01220
270	121.362	3FCFh	4001h	0.29907	-0.00610

Tabla 1. Resultados de la prueba de la estrategia de compensación

Como se puede observar en la Tabla 1 el porcentaje de error disminuye considerablemente cuando se aplica la estrategia de compensación de error. El objetivo de esta prueba fue el de verificar que tanto podía mejorar el resultado del algoritmo de la auto correlación con y sin la estrategia de compensación del factor N⁻¹

Pruebas realizadas para el cálculo de parámetros eléctricos

Para realizar las pruebas se generaron vectores de 218 muestras para u[j] e i[j]. La frecuencia de muestreo teórica se fijó en 13.08 Khz para obtener 218 muestras en un periodo de una señal de 60 Hz. Con los vectores generados se realizó el cálculo de los parámetros con aritmética real en Matlab. Las mismas muestras, pero representadas con el formato entero fraccional se alimentaron a los algoritmos de procesamiento implementados en el microcontrolador MC68HC16Z1.

La columna llamada Cálculo con aritmética real es el resultado obtenido de los cálculos realizados con aritmética real en Matlab, la siguiente columna Representación del valor real es el número en hexadecimal de la representación entera fraccional que más se aproxima al valor calculado con aritmética real. La columna valor calculado en Hardware es el resultado obtenido en la implementación de los algoritmos de procesamiento en el microcontrolador. La columna % de Error en PD contiene el porcentaje de error entre el valor calculado en hardware y la representación del valor real. Por último la columna % Error contiene el porcentaje de error entre el valor calculado en hardware y el cálculo con aritmética real.

Prueba 1. Señal de voltaje y corriente senoidal en fase

En esta prueba se generó una señal de voltaje y corriente de amplitud unitaria y en fase. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Parámetro Eléctrico	Cálculo con aritmética real	Representación del valor real	Valor calculado en Hardware	% de Error en Proc. Dig.	% de Error Total
U	0.7071067812	5A82h	5A82h	0	0.002
I	0.7071067812	5A82h	5A82h	0	0.002
P	0.5000000000	4000h	3FFFh	0.006	0.006
THD _u	0.0000000211	0000h	0100h	0.781	0.781
THD _i	0.0000000211	0000h	0100h	0.781	0.781

Tabla 2. Resultados de la Prueba 1

Prueba 2. Señal de voltaje senoidal y corriente senoidal desplazada

En esta prueba se generó una señal de voltaje y corriente senoidal de amplitud unitaria, pero la señal de corriente se encuentra desfasada 60° con respecto al voltaje. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Parámetro Eléctrico	Cálculo con aritmética real	Representación del valor real	Valor calculado en Hardware	% de Error en Proc. Dig.	% de Error Total
U	0.7071067812	5A82h	5A82h	0	0.002
I	0.7071067812	5A82h	5A81h	0.004	0.006
P	0.2500000000	2000h	1FFFh	0.012	0.012
THD _u	0.0000000211	0000h	0100h	0.781	0.781
THD _i	0.0000000211	0000h	0100h	0.781	0.781

Tabla 3. Resultados de la Prueba 2

Prueba 3. Señal de voltaje senoidal y señal de corriente distorsionada

En esta prueba se utilizó una señal de corriente en presencia de armónicos, específicamente con la aportación de la 3^a, 5^a y 7^a armónica para tener un THD = 30%. La señal de voltaje es igual a la generada en la Prueba 1. En la Tabla 4 se pueden ver los resultados de la prueba.

Parámetro Eléctrico	Cálculo con aritmética real	Representación del valor real	Valor calculado en Hardware	% de Error en Proc. Dig.	% de Error Total
U	0.7071067812	5A82h	5A82h	0	0.002
I	0.7382411530	5E7Eh	5E7Eh	0	0.002
P	0.5000000000	4000h	3FFFh	0.006	0.006
THD _u	0.0000000211	0000h	0100h	0.781	0.781
THD _i	0.3000000000	2666h	2668h	0.020	0.016

Tabla 4. Resultados de la Prueba 3

Prueba 4. Voltaje senoidal y corriente distorsionada y desplazada

En la Prueba 4 se generó una señal de corriente presencia de armónicos, específicamente con la aportación de la 3^a, 5^a y 7^a armónica para tener un THD = 30%. Además la componente fundamental y el resto de los armónicos de la señal de corriente tienen un desfase de 60° . En la Tabla 5 se pueden ver los resultados de la prueba.

Parámetro Eléctrico	Cálculo con aritmética real	Representación del valor real	Valor calculado en Hardware	% de Error en Proc. Dig.	% de Error Total
U	0.7071067812	5A82h	5A82h	0	0.002
I	0.7382411530	5E7Eh	5E7Ch	0.008	0.011
P	0.2500000000	2000h	1FFFh	0.012	0.012
THD _u	0.0000000211	0000h	0100h	0.781	0.781
THD _i	0.3000000000	2666h	2668h	0.020	0.016

Tabla 5. Resultados de la Prueba 4

Prueba 5. Señal de voltaje y corriente de un rectificador controlado

En esta prueba se adquirió la forma de onda de voltaje y corriente de una de las fases de un rectificador controlado que alimenta un motor de CD de 40 HP. La adquisición se realizó con un osciloscopio digital. Las muestras de un periodo fueron procesadas en Excel con aritmética real para el cálculo de los parámetros y también se procesaron en hardware mediante el microcontrolador. En la Tabla 6 se muestran los resultados de la prueba.

Parámetro Eléctrico	Cálculo con aritmética real	Representación del valor real	Valor calculado en Hardware	% de Error en Proc. Dig.	% de Error Total
U	0.696249796	591Eh	591Dh	0.0043	0.0075
I	0.374170840	2FE4h	2FE4h	0	0.0421
P	0.083617757	0AB3h	0AB4h	0.0360	0.0004
THD _u	0.049442097	0654h	0667h	0.0117	0.0116
THD _i	0.949672203	798Eh	79A7h	0.0800	0.0775

Tabla 6. Resultados de la Prueba 5

5. Conclusiones

La precisión es un factor crítico en el diseño de sistemas de medición, los cuales realizan el cálculo de parámetros basándose en técnicas de procesamiento digital, de ahí la importancia de desarrollar métodos o estrategias para disminuir el error generado en las operaciones matemáticas realizadas con aritmética de punto fijo. En este trabajo de investigación se ha propuesto una estrategia para disminuir el error en el cálculo de parámetros eléctricos tales como: valores efectivos de voltaje y corriente, potencia real y la distorsión armónica total. La estrategia de compensación permite reducir considerablemente el error en el cálculo de la correlación cruzada y de la autocorrelación de los vectores de voltaje y corriente. Los porcentajes de error obtenidos en las pruebas realizadas son realmente buenos, en algunos casos el porcentaje de error debido al procesamiento digital se logró que fuera cero, teniendo así solamente el error debido a la representación numérica entera fraccional con respecto al valor real.

6. Referencias Bibliográficas

- [1] Collins, Anthony, "Solid State Solutions for Electricity Metrology", Metering and Tariffs for Energy Supply, May 1999, IEEE Conference Publication No. 462.
- [2] Alexander, Emanuel, "Powers in Nonsinusoidal Situations a Review of Definitions and Physical Meaning", No. 3, Vol. 5, July 1990, IEEE Transactions on Power Delivery.
- [3] Enslin, Johan, Wyk, Jacobs, "Measurement and Compensation of Fictitious Power Under Nonsinusoidal Voltage and Current Conditions", No. 3, Vol. 37, September 1988, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.
- [4] Villanueva, Rafael, "Medición del consumo de Potencia y calidad de la Energía eléctrica en un sistema trifásico, en condiciones no senoidales, mediante técnicas de procesamiento digital", Tesis de Maestría, ITESM Campus Monterrey, Enero 2001.

PROTOTIPO PARA MEDICIÓN DE PRECISIÓN CON RTD BASADO EN EL LAZO DE ANDERSON.

Rafael González, Graciano Dieck Assad
Departamento de Ingeniería Eléctrica
ITESM, campus Monterrey

Este trabajo muestra un prototipo que usa el Lazo de Anderson para una medición de precisión por medio de un RTD (detector de temperatura por resistencia). Los resultados experimentales y simulados para dicho prototipo muestran errores de entre un 0.4% y 30% dependiendo del amplificador de instrumentación usado. El objetivo del trabajo es demostrar las ventajas que ofrece el Lazo de Anderson en comparación con el Puente de Wheatstone en sistemas de instrumentación, medición o aplicaciones de control multipuntual y de precisión, en los cuales se usen transductores resistivos, como RTD's y galgas extensométricas.

1. Introducción.

Puente de Wheatstone.

Entre los transductores de resistencia variable más empleados en sistemas de instrumentación tenemos los RTD's y las galgas extensométricas. Estos cambian su resistencia de acuerdo a la aplicación a la que sean sometidos. Cuando el cambio de resistencia es pequeño se vuelve difícil detectar este cambio, ya sea por la intervención de resistencias parásitas en los alambres del transductor o por la temperatura que afecte a los mismos. El Puente de Wheatstone es el circuito más empleado para este tipo de aplicaciones. Algunas desventajas del circuito Wheatstone son: a) la resistencia de los alambres se convierte en una contribución incontrolable en la medición de salida en un ambiente usual de prueba, y b) la variación de la resistencia es mucho mayor en situaciones que involucren altas temperaturas.

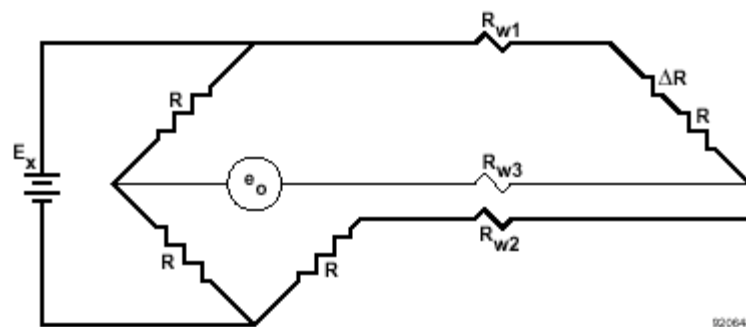


Fig. 1 Rama simple del Puente de Wheatstone.

Una simple rama activa del Puente de Wheatstone entrega un voltaje de salida que es una función no lineal al cambio de resistencia en esa rama. Las siguientes ecuaciones ilustran este efecto, basadas en la figura 1. La salida del Puente de Wheatstone debido al cambio de resistencia considerando la resistencia de los alambres cero ($R_w = 0$) es:

$$e_o = \frac{E_x}{4} \left(\frac{\frac{\Delta R}{R}}{1 + \frac{\Delta R}{2R}} \right) \quad (1.1)$$

La aparición de ΔR en el denominador causa que la salida sea una función no lineal de ΔR . La salida del Puente de Wheatstone debido al cambio de resistencia en la rama simple considerando iguales las resistencias de los alambres ($R_{w1} = R_{w2} = R_{w3}$) es:

$$e_o = \frac{E_x}{4} \left(\frac{\frac{\Delta R}{R}}{1 + \frac{R_w}{R} + \frac{\Delta R}{2R}} \right) \quad (1.2)$$

La aparición de R_w en el denominador ocasiona una salida no lineal respecto a ΔR y R_w . Ahora se considera la salida del Puente de Wheatstone debido al cambio de resistencia en la rama simple considerando las resistencias R_{w1} y R_{w2} diferentes. La expresión ilustra el mayor problema con variación de resistencia de los alambres a altas temperaturas de prueba. Esto se muestra a continuación:

$$e_o = \frac{E_x}{4} \left(\frac{\frac{\Delta R + (R_{w1} - R_{w2})}{R}}{1 + \frac{\Delta R + R_{w1} + R_{w2}}{2R}} \right) \quad (1.3)$$

Lazo de Anderson.

El Lazo de Anderson [1,2,3,4,5] se basa en la propiedad de los circuitos en serie en la cual la corriente es la misma a través de todos los dispositivos que componen dicho circuito. Dicha propiedad es muy útil cuando los circuitos requieren cables largos para realizar alguna medición. La figura 2 muestra la operación del lazo para un transductor sencillo. R_{w1} a R_{w4} son las resistencias que presenta el cableado del circuito, donde la corriente de excitación I pasa a través de R_{w1} y R_{w2} . El transductor es modelado por una resistencia inicial R , en serie con su cambio de resistencia ΔR . Nótese que si el sistema de sensado para el voltaje a través del transductor, V_g , tiene una impedancia de entrada suficientemente alta, no habrá corriente a través de R_{w3} y R_{w4} , y por lo tanto, no habrá caídas de voltaje en ellas. R_{ref} es una resistencia de referencia para generar un voltaje, V_{ref} , el cual se resta del voltaje a través del transductor, V_g . La originalidad del método ilustrado reside en el sistema de medición de diferencia de voltaje de cuatro terminales.

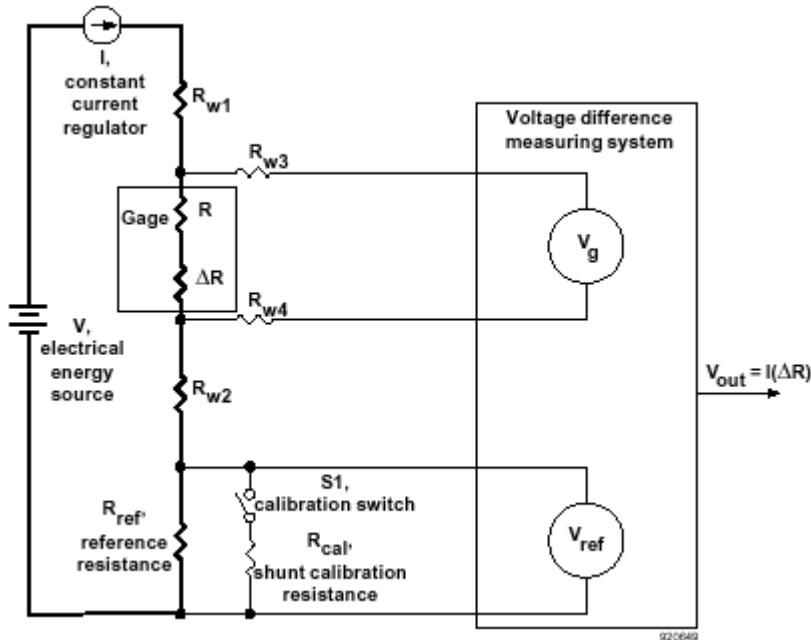


Fig. 2 Circuito de lazo de corriente para transductor sencillo.

El sistema de medición de diferencia de voltaje de cuatro terminales, utiliza dos de ellas para sensar V_g y las otras dos para sensar V_{ref} . Las siguientes ecuaciones modelan el circuito y muestran el beneficio de este sistema en un simple lazo de corriente constante:

$$V_{out} = V_g - V_{ref} \tag{1.4}$$

$$V_{out} = I(R + \Delta R) - I(R_{ref}) \tag{1.5}$$

para $R_{ref} = R$:

$$V_{out} = I(\Delta R) \tag{1.6}$$

Nótese que las R_w no aparecen en las ecuaciones. El voltaje de salida es una función lineal del cambio de resistencia. Las ventajas más importantes del Lazo de Anderson con respecto al Puente de Wheatstone son su capacidad de eliminar la resistencia que presentan los alambres empleados para las conexiones de los transductores. Esto, debido a la alta impedancia que presenta el substractor análogo que también repercute en un menor consumo de energía del circuito ya que no circula corriente por tales alambres. Otra ventaja que se presenta al eliminar tal resistencia, es que las mediciones erróneas a la salida con respecto al cambio de resistencia de los alambres debido a la temperatura desaparecen, y por lo tanto se obtiene un voltaje a la salida que es lineal al cambio de resistencia del transductor.

Como se observa en la figura 1, se requieren por lo menos de tres alambres para conectar un solo transductor al Punte de Wheatstone (esto sin considerar el alambrado adicional para compensar los cambios de temperatura, etc.). En el Lazo de Anderson se requieren solo de dos alambres por transductor y ya se considera la compensación de la temperatura [6]. Por lo tanto, el Lazo de Anderson requiere de menos alambrado para un sistema de n transductores en comparación con el Punte de Wheatstone. A continuación se presenta la descripción del prototipo para transductor sencillo que se elaboró con el fin de detectar temperatura por medio de un RTD de platino Pt100. La figura 3 presenta de manera esquemática el prototipo realizado para transductor sencillo empleando el Lazo de Anderson.

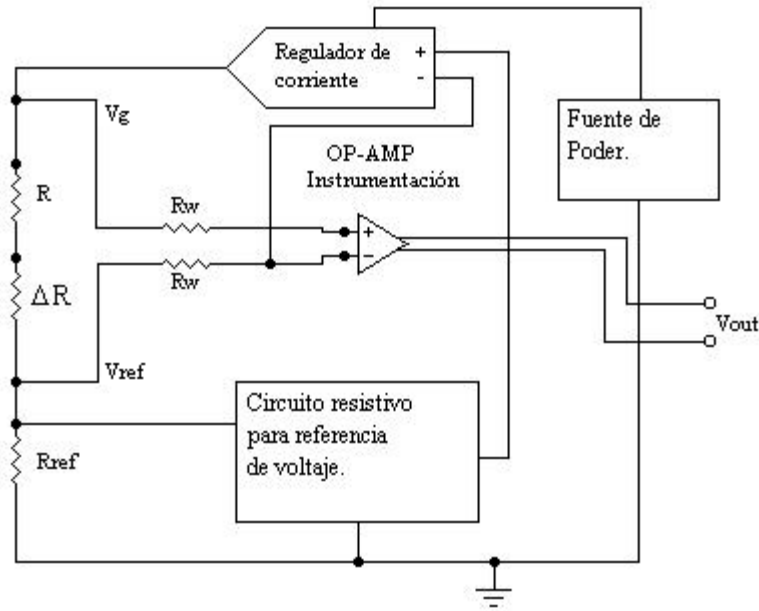


Fig. 3 Prototipo de Lazo de Anderson para transductor sencillo.

Comparando las figuras 2 y 3, tenemos los mismos elementos que componen el Lazo de Anderson: el regulador de corriente constante, el substractor análogo (que es simplemente un amplificador de instrumentación), la fuente de poder y los ajustes, comprendidos en un circuito de resistencias.

2. Metodología.

Prototipo.

El diseño del prototipo está basado en el circuito DACS II [7,8] pero modificado para una resistencia de referencia de 100Ω , que es la resistencia nominal del RTD empleado a 0°C , dicho circuito se muestra en la figura 4.

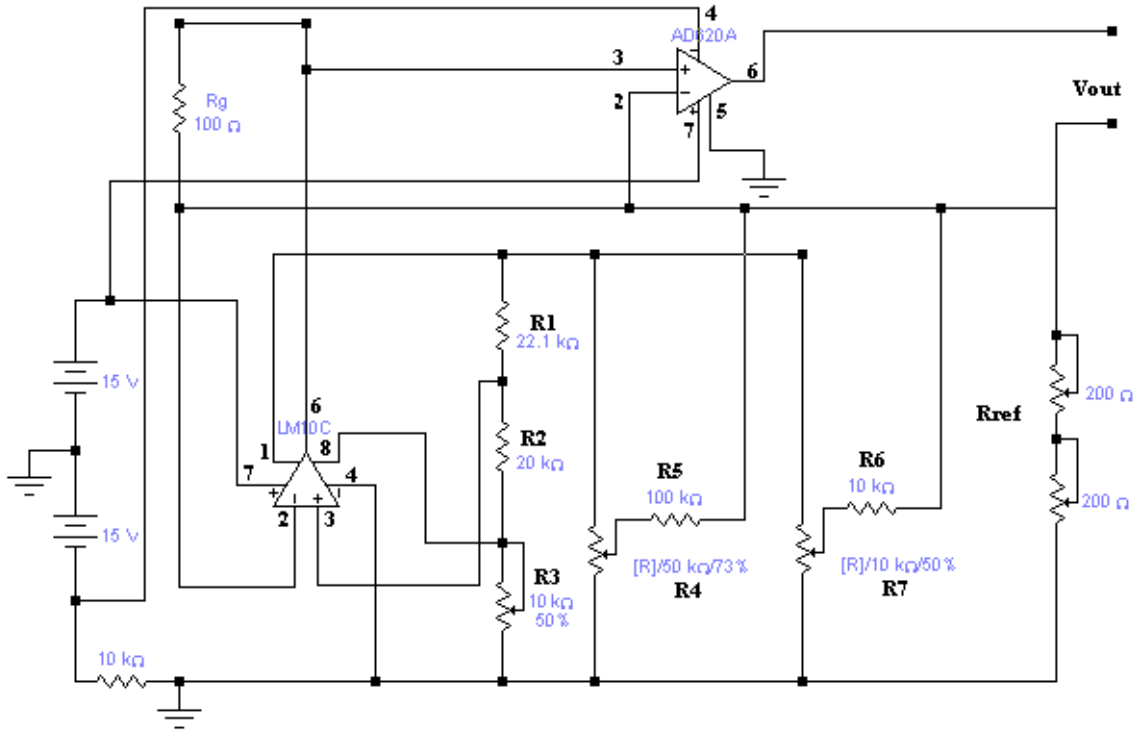


Fig. 4 Circuito de corriente constante.

El regulador de corriente está formado por el circuito integrado LM10CH, que provee una corriente de hasta 20mA dependiendo del arreglo de resistencias R1, R2 y R3. De acuerdo con este arreglo, es posible establecer un voltaje de salida en el pin 6 del LM10CH, que dividido entre la resistencia de referencia (Rref) nos dará el valor de la corriente deseada en el lazo, misma que pasará a través de la resistencia del transductor empleado (Rg). En lo que se refiere al substractor análogo, este toma la caída de voltaje en Rg y le resta la caída que haya en Rref. Esto lo realiza por medio del amplificador operacional de instrumentación INA114BP o AD620AN. Es más recomendable utilizar el primero por su mayor precisión. Para la parte de los ajustes se tienen los potenciómetros R4 y R7. El primero nos da un ajuste fino al momento de estar midiendo el voltaje en Rref y R7 es un ajuste más robusto.

Simulaciones.

A continuación se muestran las simulaciones realizadas en Electronics WorkBench empleando los amplificadores de instrumentación AD620A y el INA114BP. La figura 5 muestra la simulación para el AD620A, presentando la corriente circulando por el lazo, así como la salida de voltaje para Rref = Rg = 100Ω.

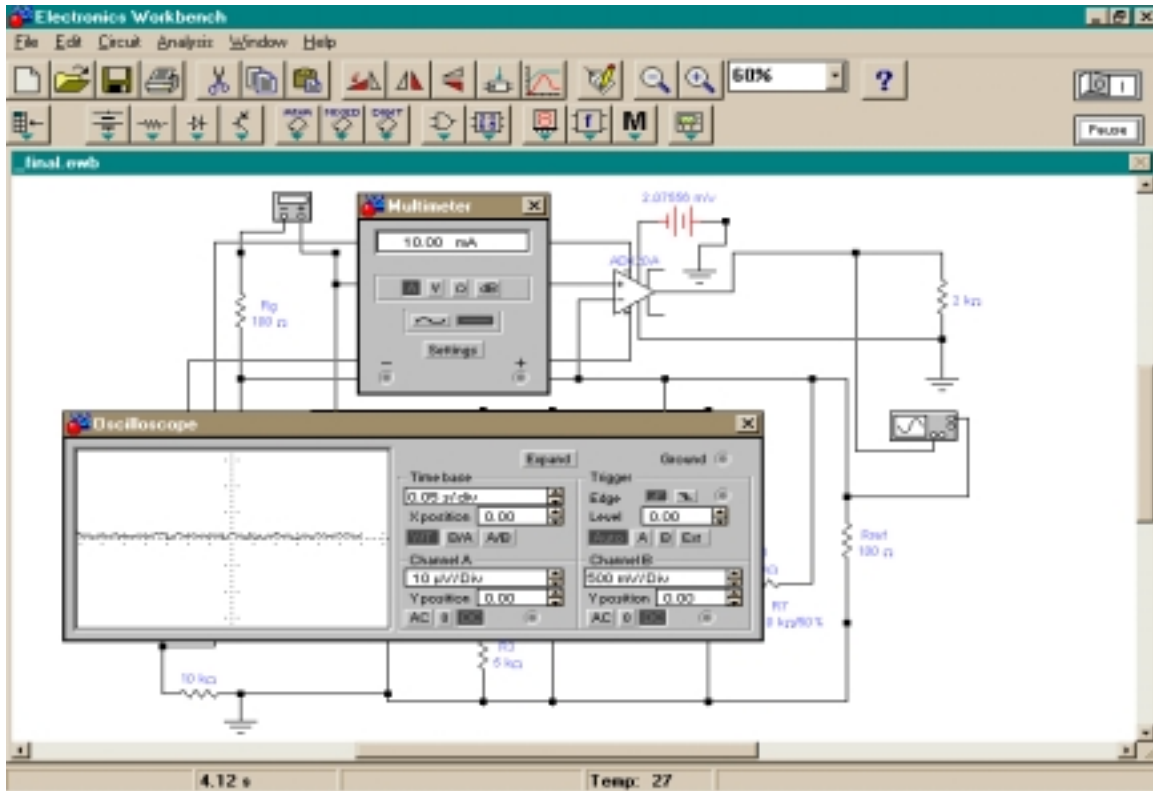


Fig. 5 Monitoreo de corriente en el lazo y voltaje de salida.

Podemos observar que la corriente es la deseada en el lazo, y el voltaje de salida oscila entre los 0v, con una variación de aproximadamente ± 1 o $2 \mu v$. Al incrementar la resistencia a 100.001Ω , se obtuvo una salida de $10\mu v$, con su respectiva variación antes mencionada. Por lo tanto, se detectaron cambios de $1m\Omega$ para el AD620A, claro que con variaciones en la salida.

La figura 6 presenta los resultados de la simulación obtenidos usando el INA114BP. Cabe señalar, que Electronics WorkBench no cuenta con una modelo de dicho amplificador, por lo que se procedió a la realización de un subcircuito con sus especificaciones. Podemos notar la clara diferencia entre un amplificador y otro: la salida es más estable y sin variaciones usando el INA114BP que usando el AD620A. El circuito de la figura 6 también detectó cambios de resistencia de $1m\Omega$.

Experimentos.

Con el diseño anterior y utilizando el amplificador de instrumentación INA114BP, se obtuvieron mediciones de 0.1Ω a la salida. Esto es, se detectaba un milivolt a través del amplificador de instrumentación. El voltaje de desvío para este amplificador de instrumentación observado para este prototipo es de aproximadamente de 4mv. Al usar el amplificador de instrumentación AD620AN se detectaban también cambios de 0.1Ω a la salida, pero el voltaje de desvío observado a la salida es de -300mv.

Para hacer la medición, se calibró el circuito y se procedió a inyectar calor al RTD. Este tiene una respuesta rápida al cambio de temperatura y se puede decir que es lineal en cierto rango. Las mediciones se hicieron por medio de un voltímetro y se observaba cómo incrementaba cada milivolt al calentarse más el RTD. También se utilizó LabVIEW para graficar la temperatura y el voltaje a la salida del amplificador de instrumentación. Para dicha medición, se emplearon los modelos polinomial y Callendar - Van Dusen para RTD [9,10], mismos que se mostrarán a continuación.

Modelo polinomial.

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2) \tag{2.1}$$

para rango de 0°C a 850°C

y en la que A, B y C, son coeficientes de temperatura de la resistencia de valores:

$$A = 3.90802 \times 10^{-3}$$

$$B = -5.802 \times 10^{-7}$$

$$C = -4.27350 \times 10^{-12}$$

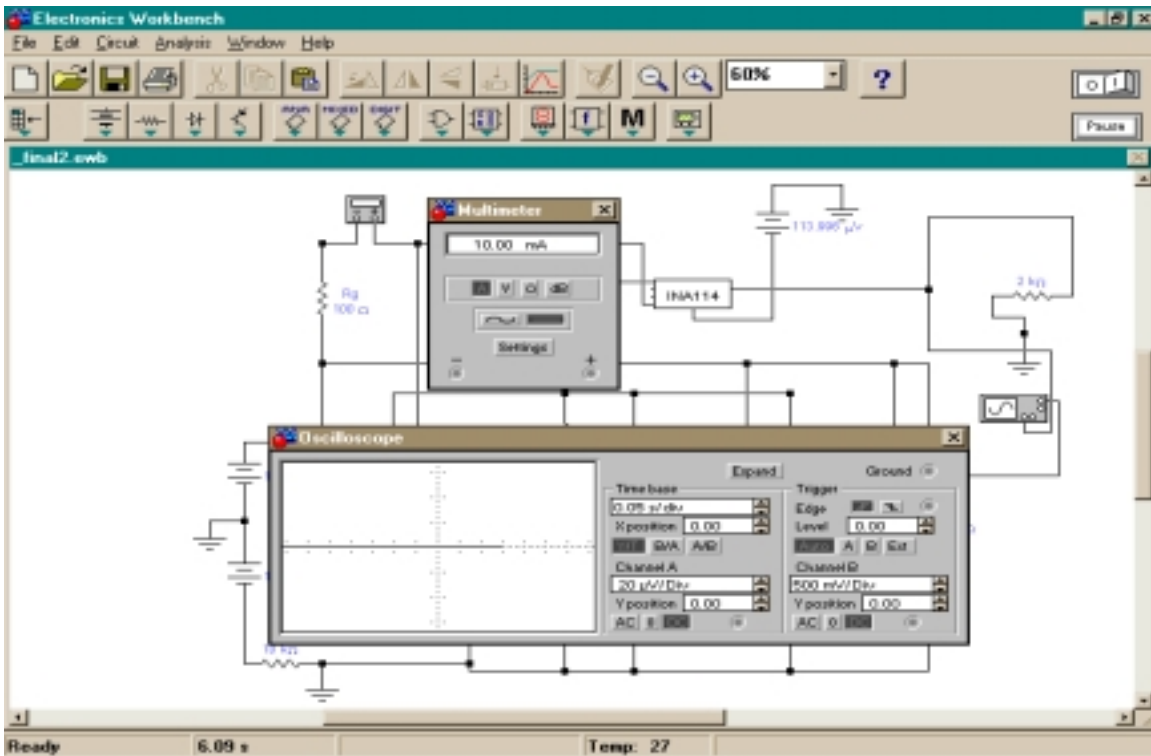


Fig. 6 Corriente y voltaje para Lazo de Anderson con INA114.

Modelo Callendar - Van Dusen.

$$R_T = R_0 + R_0 \alpha_0 \left[T - \delta \left(\frac{T}{100} - 1 \right) \left(\frac{T}{100} \right) - \beta \left(\frac{T}{100} - 1 \right) \left(\frac{T^3}{100} \right) \right] \quad (2.2)$$

donde:

- R_0 = resistencia a 0°C
- R_T = resistencia a T°C
- $\alpha_0 = 0.00385 \Omega/\Omega^\circ\text{C}$
- $\delta = 1.49$ típico para platino
- $\beta = 0$ para $T > 0$
- $\beta = 0.11$ para $T < 0$

Las siguientes tablas I y II, comparan las mediciones obtenidas en la práctica con el prototipo del Lazo de Anderson (usando el modelo polinomial de la ecuación 2.1 y el modelo Callendar - Van Dusen de la ecuación 2.2, así como los dos amplificadores de instrumentación antes mencionados). Las tablas ilustran las mediciones resultantes de la simulación y las mediciones ideales para valores de temperatura pre-determinados.

La tabla 1 muestra los valores de resistencia y temperatura obtenidos para el modelo polinomial para cada uno de los amplificadores de instrumentación empleados. En la tabla 2 muestra los valores de resistencia y temperatura obtenidos para usando el modelo Callendar - Van Dusen.

Tabla 1 Valores de resistencia obtenidos para el modelo polinomial.

Temperatura en °C	Resistencia en Ω para INA114BP	Resistencia en Ω para AD620AN
101.78	138.6	139.3
90.36	134.1	134.9
80.22	130.8	131.0
70.07	127.9	127.4
61.19	123.3	124.1
51.05	119.5	120.1
40.90	115.8	116.0
30.75	111.7	112.3

Para ver mejor la comparación entre los valores obtenidos de las tablas 1 y 2, se presentan a continuación las gráficas de tales valores. En la figura 7 observamos los resultados del modelo polinomial y en la figura 8 tenemos los resultados del modelo Callendar - Van Dusen. La línea continua es para los valores del INA114BP, mientras que la línea punteada es para el AD620AN.

Tabla 2 Valores de resistencia obtenidos para el modelo Callendar - Van Dusen.

Temperatura en °C	Resistencia en Ω para INA114BP	Resistencia en Ω para AD620AN
99.3	138.2	139.2
90.5	134.9	135.3
81.7	131.5	132.2
70.4	127.3	127.6
60.4	123.4	124.0
51.7	120.1	120.5
40.5	115.7	116.2
30.6	111.8	112.2

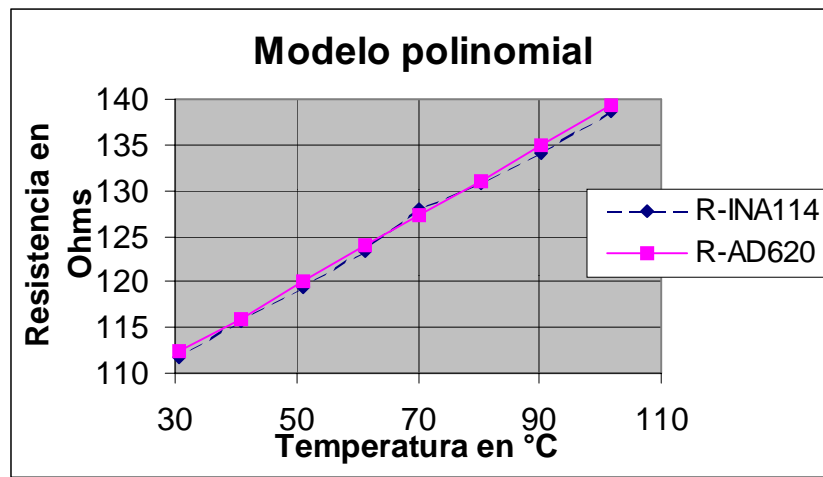


Fig. 7 Gráfica de R vs Temp. del modelo polinomial usando ambos amplificadores.

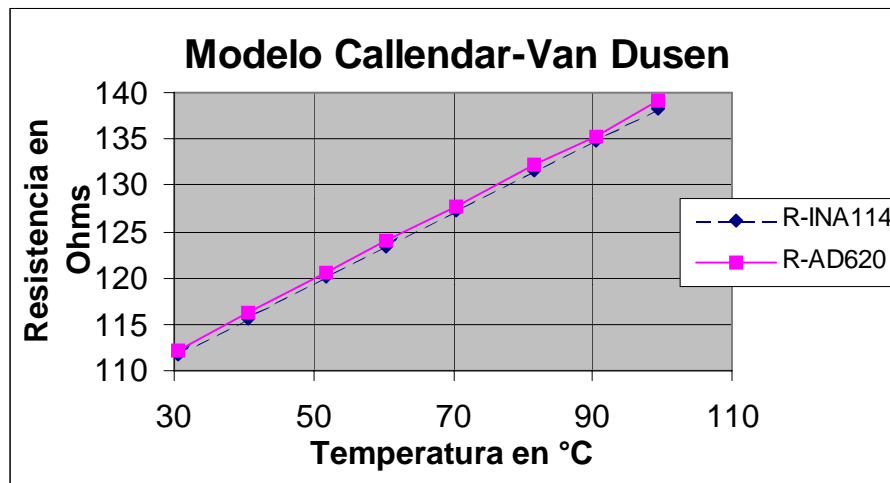


Fig. 8 Gráfica de R vs Temp. del modelo Callendar-Van Dusen usando ambos amplificadores.

3. Conclusiones.

El prototipo tiene un porcentaje de error de 0.4% para el INA114BP, y para el AD620A con un error de 30%. El amplificador INA114BP es más preciso que el AD620AN, ya que en las simulaciones de Electronics Workbench, pudimos observar que hay ruido en la salida del AD620AN, mientras que para el INA114BP la salida está libre de variaciones. Además, el voltaje de offset es mayor para el AD620AN que para el INA114BP. Una recomendación para continuar investigando el lazo de Anderson en una aplicación más específica, se sugiere desarrollar un sistema multipuntual con RTD's o galgas extensométricas para el monitoreo de temperaturas, o esfuerzos mecánicos.

4. Referencias.

- [1] K. F. Anderson, "Your successor to the Wheatstone Bridge? NASA's Anderson Loop", IEEE Instrumentation and Measurement Magazine Vol. 1, No. 1 March 1998.
- [2] K. F. Anderson, "Triferential subtraction in strain gage signal conditioning", Western Regional Strain Gage Conference, The society for experiemntal Mechanics, August 1998.
- [3] K. F. Anderson, "Continuous Measurment of both thermoelectric and impedence-based signals using either AC or DC excitation", Measurement Science Report, January 1997.
- [4] K. F. Anderson, "The constant current loop; a new paradigm for resistance signal conditioning", NASA Technical memo 104260, October 1992.
- [5] K. F. Anderson, "Looking Under the (Wheatstone) Bridge", Sensors, Vol. 18, No. 6, pages 105-109, June 2001
- [6] A. R. Parker, " Simultaneous Measurement of Temperature and Strain using four connecting wires", NASA Technical memo 104271, November 1993.
- [7] G. M. Hill, "High accuracy temperature mesurements using RTD's with current loop conditioning", NASA Technical memo 107416, May 1996.
- [8] C. D. Olney and J. V. Collura, " A limited in-flight evaluation of the constant current loop strain measurement method", NASA technical memo 104331, August 1997.
- [9] A. Creus, Instrumentación Industrial, 5a. ed., Alfaomega Marcombo, México 1995.
- [10] G. Dieck-Assad, Instrumentación, acondicionamiento electrónico y adquisición de datos. Editorial Trillas, México 2000.

Modelación y estimación paramétrica para una válvula electrónica de admisión

Antonio Favela Contreras,*Carlos Canudas de Wit†Ismael Pérez Quiroz‡

10 de noviembre de 2001

Resumen

El control electrónico de los vehículos se ha vuelto popular. El término Control Electrónico del sistema de Admisión (CEA) define una nueva tecnología que busca el control óptimo de los motores de combustión en vehículos con tecnologías avanzadas. El objetivo del sistema electrónico de admisión es el de mantener a la válvula de admisión en un ángulo deseado y lograr una relación aire combustible energéticamente adecuada dentro de la cámara de combustión. En el diseño de un sistema de control resulta indispensable obtener el mejor modelo del comportamiento dinámico de dicha válvula. El objetivo de este trabajo es el de modelar el comportamiento de la válvula, realizar la mejor estimación paramétrica y validar el modelo por experimentación.

- Palabras Clave: Válvula de Admisión, Sistemas no lineales, Identificación paramétrica.

1 Introducción

El control electrónico de automóviles se ha vuelto popular en estos días. Dentro de los dispositivos de control electrónico en motores de gasolina podemos mencionar a los controles de relación aire-combustible, de tiempo de ignición, de tracción en las 4 ruedas y sistemas antibloqueo de las llantas, entre otros. El uso del control electrónico en automóviles se prevee tenga un futuro brillante, según informes de Delphi y análisis realizados en la industria automotriz americana en el año 2000 [1].

El control electrónico de la válvula de admisión es uno de los campos nuevos de las aplicaciones de control para automóviles, además de que constituye una tecnología clave en el desarrollo de Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT)[2].

*Dr. Antonio Favela, profesor asociado del Depto. de Mecatrónica y Automatización, ITESM Campus Monterrey, México.

†Dr. Carlos Canudas de Wit, Directeur De Recherche au CNRS, Laboratoire de Automatique de Grenoble, Francia.

‡Ing. Ismael Pérez Quiroz, Asistente de Docencia, Depto. de Mecatrónica y Automatización, ITESM Campus Monterrey, México.

Aunque en sus inicios en la industria automotriz el CEA fue utilizado principalmente en vehículos de alto desempeño con control de tracción, recientemente se ha desarrollado con el propósito de reducir emisiones, mejorar el uso del combustible y el nivel de manejabilidad.

La modelación de un sistema de este tipo es difícil de realizar debido a una gran variedad de no linealidades que surgen a consecuencia del diseño electromecánico del sistema entre otras, las causadas por: dos resortes asimétricos, fuerzas aerodinámicas, secciones de fricción y efectos de adhesión.

2 Comportamiento dinámico de la válvula de admisión

El control Electrónico del Sistema de Admisión reemplaza al enlace mecánico convencional entre el pedal del acelerador y la posición de la válvula de admisión de aire eliminando el actuador de velocidad, debido a que la velocidad ideal puede ser controlada en este sistema también por una válvula maestra de admisión. El conductor acciona sobre un pedal de gas que presenta oposición mecánica. La señal del ángulo de este pedal es medido por un sensor y se transmite a través de un cable o fibra óptica hacia una Unidad de Control Electrónico (UCE). Finalmente la UCE convierte la entrada (ángulo proveniente del pedal) en un par mecánico de un motor ligado a la válvula de admisión (figura 1).

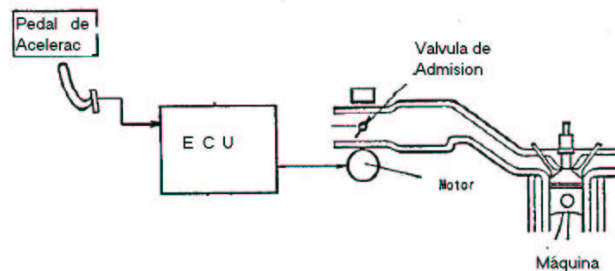


Figura 1: Control Electrónico de Admisión

El comportamiento dinámico de la válvula no puede ser modelado por un sistema lineal, ya que existen no linealidades causadas por la presencia de fuerzas aerodinámicas, efectos de fricción y de dos resortes de rigidez asimétrica que son utilizados por razones de seguridad. Seguidamente se describen cada uno de estos efectos.

2.1 Resortes Asimétricos

En el sistema de la válvula podemos encontrar a un *resorte de retorno* k_2 utilizado por razones de seguridad. El resorte de retorno obliga a que ésta se cierre si el motor falla. De cualquier manera no es conveniente el lograr un cerrado

total, dado que el vehículo no podría moverse después de una falla. El papel del segundo resorte, el *resorte predefinido* k_1 , es el de eliminar esta inconveniencia.

Físicamente existen 2 placas dentro del cuerpo de la válvula como se muestra en la figura 2.

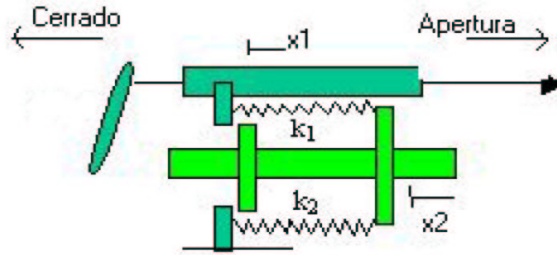


Figura 2: Representación de los elementos y movimientos de la válvula de admisión

El rotor del motor y la $placa_1$ que mueve a la válvula de admisión, forman un conjunto mecánico. Su movimiento puede ser representado por x_1 y el momento de inercia J_1 , mientras que para una $placa_2$ que mantiene al resorte predefinido en tensión define un movimiento x_2 y su inercia J_2 .

Estos dos resortes actúan de la manera siguiente: El motor de DC aplica un par μ a la válvula por medio de una transmisión de reducción. Cuando se tiene una entrada $u=0$ se logra una condición estable y única de equilibrio donde $x_2 = x_1 = x_0$. Con esto se logra un ángulo $x_0 = \theta_0$ rad denominado *ángulo de retorno*. En esta posición la válvula de admisión se encuentra ligeramente abierta. Esta posición permite que la máquina opere en un modo bajo de potencia si la válvula de admisión falla [3].

El resorte k_2 afecta los movimientos de la válvula a ángulos mayores a la posición de retorno mientras que el resorte k_1 , con un coeficiente de rigidez mayor, afecta el movimiento de la válvula a ángulos menores a θ_0 .

El diseño mecánico de la válvula de admisión provoca que a ángulos menores sólo actúe el resorte predeterminado k_2 . Si el ángulo es mayor que θ_0 , solo actúa el resorte k_2 , esto es debido a que existe la presencia de topes mecánicos (figura 2). En esta transición es donde ocurre una no linealidad que debemos de considerar y compensar para que el ángulo de la válvula de admisión sea lineal al nivel presión sobre el pedal de aceleración.

Cuando $x_1 > x_0$, la $placa_1$ y la $placa_2$ están en contacto y se mueven juntas debido al tope mecánico. Bajo estas circunstancias $x = x_1 = x_2$ y el resorte k_2 está activo. El mecanismo puede ser modelado entonces por:

$$(J_1 + J_2)\ddot{x} = u - k_2(x - x_0) - F_{ext} \tag{1}$$

donde F_{ext} es la fuerza que actúa sobre la $placa_1$ de la válvula.

Para $x_1 < x_0$ la $placa_2$ permanece fija, mientras la $placa_1$ se despega de la 2 y empieza a moverse. El resorte k_2 asegura que la $placa_2$ se mantenga en

contacto con el tope mecánico y sólo el resorte k_1 estará activo. En esta parte, el movimiento de la placa de la válvula puede ser modelado considerando $x = x_1$ como:

$$J_1 \ddot{x} = u - k_1(x - x_0) - F_{ext} \quad (2)$$

El análisis realizado en este trabajo considera solo movimientos de apertura de donde se puede asumir un momento de Inercia de las dos placas :

$$J = (J_1 + J_2) = J_1 \quad (3)$$

2.2 Fuerzas Externas

Las fuerzas externas involucradas en el sistema son extremadamente no lineales. Éstas son debidas principalmente a la fuerza de Fricción F sobre los mecanismos de dirección y transmisión y a la fuerza aerodinámica γ debida al flujo de aire que pasa por la válvula con el motor en modo de marcha.

La fuerza aerodinámica es principalmente una función del ángulo x , la razón de presiones de operación $\Delta P = P_0/P_i$, la geometría del disco (mariposa) de la válvula y la geometría de la tubería.

2.3 Válvula Mariposa

La válvula mariposa es un dispositivo compacto que fácilmente es acoplado con actuadores. Consiste de tres partes principales: el cuerpo, la flecha y el disco. En una posición de apertura plena, la válvula mariposa provee una gran capacidad de flujo másico y una obstrucción mínima al flujo. Las válvulas mariposa permiten una gran velocidad de cierre teniendo velocidades de golpe de 3 a 5 segundos.[4]

En el caso de una emergencia, la válvula mariposa debe ser capaz de cerrarse en contra de una caída de presión, lo que provoca que las presiones internas se eleven rápidamente hasta 4 atmósferas. El flujo por la válvula presentará fenómenos de velocidades supersónicas, sistemas de choque y ondas expansivas.

Las características de la válvula mariposa son perfiladas por el fenómeno aerodinámico y los efectos de fricción en los sellos y empaques.

En la posición de apertura plena, el par aerodinámico en la válvula mariposa es generalmente pequeño. Las fuerzas aerodinámicas en el disco son relativamente pequeñas y están bien balanceadas. Ahora bien, la distribución de las presiones en cada lado de la placa ,mientras se encuentra en esta posición, son casi idénticas para todas las condiciones de operación.

En una posición cercana al cierre, el par aerodinámico neto sobre el disco de la válvula es también pequeño. De cualquier manera, en esta posición, las fuerzas dinámicas de la válvula son grandes, pero están bien balanceadas con respecto al eje de rotación.

En un ángulo intermedio, generalmente en el rango de 10 a 30 grados de la posición de apertura plena, las válvulas mariposas exhiben un par aerodinámico pico. Este pico es debido a una transición de un campo de flujo de la parte

inferior del disco hacia un campo de flujo completamente separado proveniente de la parte inferior del disco.

En general, de acuerdo a datos obtenidos por experimentación, el par aerodinámico de la válvula mariposa es en dirección del cerrado y se presenta debido a las asimetrías geométricas en las esquinas del disco de la válvula. Agregado a esto, debemos aclarar que para un ángulo determinado, el par absoluto y las fuerzas de presión correspondientes, se incrementan proporcionalmente a las razones de presión a través la válvula. Todo lo anterior resulta en una distribución asimétrica de la fuerza que provoca el par aerodinámico.

El movimiento de cierre, por lo general, provoca una gran caída de presión a través de la válvula, lo que a su vez provoca un cambio en las condiciones de operación incrementando el valor del par aerodinámico.

2.4 Par de Fricción

Los efectos de fricción F debidos a los mecanismos de dirección y transmisión pueden ser modelados por el modelo LuGre siguiente [6]:

$$\dot{z} = v - \frac{\sigma_0}{g(v)} z |v| \quad (4)$$

$$F = \sigma_0 z + \sigma_1 \dot{z} + \sigma_2 v \quad (5)$$

La ecuación 4 representa la velocidad a desplazamientos microscópicos.

Los primeros dos términos de la ecuación (5) modelan la fuerza debida a la interacción de dos superficies en contacto. σ_0 es el coeficiente de resistencia a movimientos pequeños, σ_1 es el coeficiente de amortiguamiento asociado con \dot{z} y el último término σ_2 es la contribución de fricción viscosa una vez iniciado el movimiento (rompimiento).

En estado estable, el valor de F esta dado por:

$$F_{ss} = \sigma_0 z_{ss} + \sigma_2 v = g(v) \operatorname{sgn}(v) + \sigma_2 v \quad (6)$$

lo que sugiere elegir a $g(v)$ como:

$$g(v) = F_c + (F_s - F_c) e^{-\left(\frac{v}{v_s}\right)^2} \quad (7)$$

que permite tener la siguiente relación de estado estable:

$$F_{ss}(v) = (F_c + (F_s - F_c) e^{-\left(\frac{v}{v_s}\right)^2}) \operatorname{sgn}(v) + \sigma_2 v \quad (8)$$

de donde F_c es la Fuerza de fricción de Coulomb, F_s la fuerza de adhesión y v_s la velocidad del efecto Stribeck.

Cabe mencionar, que la interacción entre fricción y las fuerzas del resorte de retorno puede ocasionar comportamientos de deslizamiento [3] y resulta complicada la modelación microscópica representada por el parámetro σ_0 .

2.5 Principales no linealidades

Para observar el impacto y la importancia de algunas no linealidades en el comportamiento de la válvula se realizaron pruebas de laboratorio ante diferentes entradas y se recolectaron datos en condiciones de motor apagado. Debido a esto el par aerodinámico neto se considera cero ($\gamma=0$). Así se puede observar mejor el efecto de los resortes asimétricos y las fuerzas de fricción del sistema.

Del resultado experimental se puede observar que existe una región de adhesión importante que corresponde al 20 por ciento del par máximo (el valor máximo es normalizado). El nuevo modelo al incluir el aspecto de fricción debe considerar tales efectos y determinar tres regiones:

- Adhesión
- Predeslizamiento
- Deslizamiento

La región de adhesión está definida por valores de entrada $|u|$ menores al 20 por ciento. En esta región la válvula permanece sin moverse, para luego conmutar a la región de predeslizamiento y posteriormente a la deslizamiento (variación del ángulo), logrado al utilizar un 23 por ciento del valor del par máximo de entrada.

Debemos mencionar que el modelo de Fricción LuGre no describe explícitamente estas tres fases por separado, sino que intenta igualar a la región de adhesión y predeslizamiento como una sola etapa representada por una respuesta escalón de un filtro de primer orden.

La fricción produce también lazos de histéresis cuando aplicamos diferentes características de señal de entrada. Analizando estas curvas se puede observar que se presenta una forma de deformación elasto-plástica que caracteriza al fenómeno de fricción.

3 Modelo general de la válvula de admisión

Desde el momento en que estamos analizando a la válvula separada de la cámara de combustión, los efectos aerodinámicos provocados por el flujo del motor son despreciados.

Tomando en cuenta todos los efectos antes descritos, la ecuación general que describe el comportamiento de la válvula de admisión, adicionando el efecto producido por la cámara de combustión, viene dada por:

$$J\ddot{x} = u - k(x - x_0) - \gamma(x, \Delta P) - F \quad (9)$$

$$z = v - \frac{\sigma_0}{g(v)} z [v] \quad (10)$$

$$F(v, z) = \sigma_0 z + \sigma_1 \dot{z} + \sigma_2 v \quad (11)$$

$$\gamma(x, \Delta P) = \Delta P \phi(x) \quad (12)$$

$$g(v) = Fc + (Fs - Fc)e^{-(v/vs)^2} \quad (13)$$

Donde k es la constante promedio de los resortes y la función γ modela las fuerzas aerodinámicas involucradas.

4 Modelación e identificación paramétrica

Si dividimos el comportamiento general en dos partes: uno relacionado con ángulos mayores a la posición de retorno y el otro con posiciones menores a la de retorno (eliminando el efecto aerodinámico y separando los elementos de fricción viscosa del resto de los componentes de fricción) obtenemos la siguiente expresión simplificada:

$$J\ddot{x} = u - k(x - x_0) - F + \sigma_2 v \quad (14)$$

Ahora bien si consideramos que la entrada al sistema puede ser denotada por:

$$\tilde{u} = u - F \quad (15)$$

se obtiene:

$$J\ddot{x} = \tilde{u} - k(x - x_0) + \sigma_2 v + d \quad (16)$$

donde el nuevo termino introducido d puede ser definido como un factor de compensación ante entradas con valor promedio diferente de cero. Con el propósito de verificar esta dinámica se efectuaron pruebas para la estimación paramétrica y una vez realizadas.

4.1 Pruebas realizadas a la válvula

Con el propósito de identificar el rango de operación de la válvula se aplicaron una secuencia de apertura y posteriormente una de cierre. Los resultados de estas pruebas al tener diferentes posiciones finales nos permite observar la dinámica de esta válvula en la que predomina el fenómeno de histéresis.

Debemos destacar la presencia de 2 valores; un mínimo y un máximo necesarios para iniciar el movimiento, mismos que son dependientes de la posición y serán diferentes a lo largo de diferentes zonas en el lazo de histéresis.

A su vez se aplicaron señales ricas en frecuencia (aleatorias) dentro del rango de operación de apertura para efectos de identificación paramétrica del modelo propuesto (Ecuación 14).

4.2 Mediciones en Laboratorio

En el laboratorio de Ford se han realizado diferentes pruebas a la válvula DV-E5(BOSCH) con el propósito de otorgar datos que sean utilizados para la estimación de los parámetros del modelo sugerido.

Se generaron señales de excitación conocidas y se generaron registros de:

- La posición de la válvula.
- La presión dentro del cilindro sobre el que está colocada la válvula.

del mismo modo se realizaron otras pruebas en el Laboratorio de Automática de Grenoble (LAG) en Francia.

De esta serie de pruebas se obtuvieron los parámetros del modelo propuesto en (9).

4.3 Identificación paramétrica

Basando el análisis en movimientos positivos, iniciamos la identificación utilizando un conjunto de datos. Empleando el criterio de Johansson para la identificación de parámetros de modelos continuos [7] se aplica una técnica de filtrado para la linealización del modelo.

Se deben de tomar ciertas precauciones cuando se utiliza este criterio y los riesgos y aproximaciones paramétricas se presentan a detalle en un estudio mas completo.

El punto clave en la utilización de la técnica de identificación en base a un operador de filtrado es la selección de la frecuencia de corte adecuada . Por tanto la selección de las frecuencias de corte de los operadores de filtrado debe ser guiada por un análisis espectral adecuado para asegurar que el contenido frecuencial es considerado sin incluir efectos armónicos no deseados.

Una vez realizada la aproximación de velocidad se utilizo el algoritmo de minimos cuadrados para la obtención de los parámetros del modelo J, σ_2, k and d .

Se realizaron las consideraciones necesarias para la selección del valor de la frecuencia de corte.

Los resultados de esta prueba al utilizar una frecuencia de corte de 8 rad/s arrojaron los siguientes parámetros :

$$J = 3.346e - 4, \sigma_2 = 1.58e - 3, k = 9.6e - 3, d = -4.020e - 2.$$

La figura 3 muestra el resultado que arroja nuestro modelo contra los datos experimentales del movimiento de la válvula.

5 Conclusiones

Se realizaron pruebas con el propósito de identificar la dinámica del sistema, para obtener un modelo matemático que ajuste los efectos dinámicos presentes en la válvula de admisión.

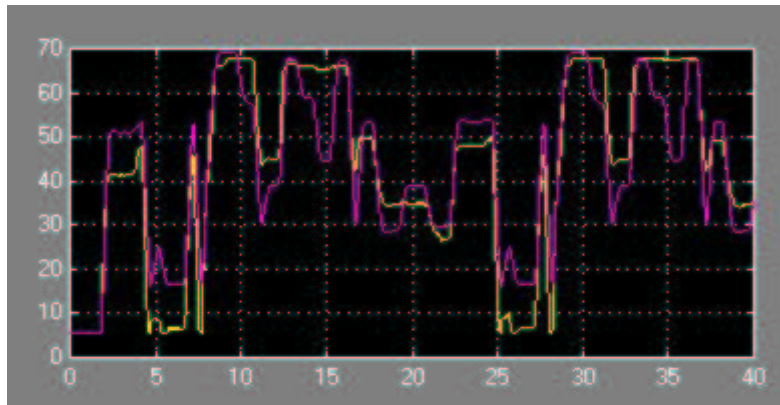


Figura 3: Validación del modelo al comparar con una respuesta real

Durante el proceso de identificación observamos que el modelo que se sugiere en este trabajo es dependiente de la precisión del estimador de velocidad de tal manera que debemos de enfocarnos en una buena estimación de velocidad para continuar con análisis futuros.

En base a lo observado por experimentación, podemos comprobar que las constantes encontradas deben ser diferentes para las secciones de apertura y cierre. Al estar trabajando con un modelo que utiliza un motor como actuador de la válvula se hace también necesaria la inclusión de la función de transferencia de dicho motor en nuestro sistema de ecuaciones. Adicionalmente se hace necesario el acotamiento de la posición de la válvula, es decir establecer límites de apertura máximos y mínimos. Finalmente el modelo LuGre de fricción que fue empleado puede ser adaptado para tener parámetros dinámicos que permitan modelar los movimientos de apertura y cierre.

Por ahora el modelo sugerido sigue la tendencia general de la válvula y resulta ser bueno ante transiciones rápidas pero presenta errores en regiones estacionarias que serán motivo de mejora en trabajos posteriores.

Referencias

- [1] Ronald K. Jurgen "Global 90 Cars Electronics-aided", IEEE Spectrum, p 45-48, Diciembre 1989.
- [2] Asaka Kitahara, Akiko Sato, Masatoshi Hoshino, Nobuo Kurihara y Siichi Shin, "LQG Based Electronic Throttle Control with a Two Degree of Freedom Structure", Proceedings of the 35th Conference on Decision and Control, Kobe, Japón, Diciembre 1996.
- [3] C. Canudas de Wit, Ilya Kolmanovsky y Jing Sun, "Adaptive Pulse Control of Electronic Throttle", ACC, Virginia 2001.

- [4] Morris, M. J. y J.C. Dutton, "Aerodynamic Torque Characteristics of Butterfly Valves in Compressible Flow", Transaction of the ASME, vol. 111, pp. 392-400, Diciembre 1989.
- [5] H. Olsson, K. Astrom, C. Canudas de Wit, M. Gafvert y P. Lischinsky, "Friction models and friction compensation", European Journal of Control, Volume 4, Number3, pp 176-195, 1998.
- [6] C. Canudas de Wit, H Olsson, K Astrom y P. Lischinsky "A new Model for Control Of Systems with Friction", IEEE TAC, vol 40, no. 3, pp. 419-425, 1995.
- [7] Rolf Johansson,"System modeling and identification", Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, c1993

MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DE UN HORNO DE LECHO EMPACADO PARA LA SINTERIZACIÓN DE ÓXIDO DE MAGNESIO

José Ángel Loredo Medrano, Miguel Ángel Romero Ogawa

En el presente trabajo se presentan avances sobre la simulación de un horno de lecho empacado para la sinterización de briquetas de óxido de magnesio. El comportamiento del horno se rige por la transferencia de calor, estudiada a través de los modelos pseudo-homogéneo y heterogéneo de transferencia de calor, cuyos parámetros fueron calculados a partir de una selección rigurosa de correlaciones surgidas de estudios de otros sistemas de lechos empacados. La resolución numérica fue obtenida a partir del uso del método de colocación ortogonal aplicado a un sistema en estado estacionario y considerando la transferencia de calor por dispersión en la dirección radial, por convección en la dirección axial y por el movimiento de sólidos. También se analiza, de manera general, la influencia de la combustión para efectuar el doble calcinado y la compactación de las briquetas es representada por una correlación que incluye los efectos del tiempo de residencia y de la temperatura en el cambio de la densidad. Este es un trabajo en el que posteriormente se detallará la influencia de la combustión modelada bajo los principios de equilibrio termodinámico y de cinética química, se analizará el gradiente de temperaturas en las briquetas y se ajustarán algunos parámetros con el fin de obtener un modelo predictivo de la operación del horno.

Palabras clave: Simulación de procesos.

1. Introducción

La transferencia de calor en lechos empacados es un fenómeno ampliamente estudiado desde hace varias décadas a causa de la marcada influencia de la temperatura en parámetros cinéticos, propiedades de transporte y propiedades termodinámicas de los materiales que se involucran en este tipo de procesos. Estas investigaciones se han realizado en distintos sistemas y condiciones, por lo que es posible fundamentarse en esos estudios y analizar sistemas haciendo adecuaciones pertinentes.

La forma más usual para la descripción determinística de la transferencia de calor es a través de los modelos llamados fickianos [1], [2], en los que se utilizan parámetros efectivos que engloban los mecanismos de transporte y facilitan la resolución del modelo. Para el caso de partículas esféricas en un horno cilíndrico, el balance de energía entre dos fases al estado no estacionario que considera al fluido y al sólido como un continuo, en el que no se consideran gradientes intraparticulares, se tiene la siguiente representación:

Balance de energía para la fase fluida:

$$\varepsilon \rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r k_{rf} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_{af} \frac{\partial T}{\partial z} \right) - \frac{\partial (u \rho C_p T)}{\partial z} + a_v h (T_s - T) + Q \quad (1)$$

Dr. Miguel Ángel Romero Ogawa, Director del Departamento de Ingeniería Química, ITESM, Campus Monterrey

Balance de energía para la fase sólida:

$$\varepsilon \rho_s C p_s \frac{\partial T_s}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r k_{rs} \frac{\partial T_s}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_{as} \frac{\partial T_s}{\partial z} \right) - \frac{\partial (u_s \rho_s C p_s T_s)}{\partial z} - a_v h (T_s - T) \quad (2)$$

Algunas alternativas sobre la especificación de las condiciones de frontera, principalmente en la coordenada axial, han sido propuestas y discutidas en [3], [4], [5] y [6].

El modelo heterogéneo puede ser simplificado para obtener una alternativa predictiva si se supone que la resistencia al transporte interfacial de calor es despreciable, que las propiedades físicas del fluido varían despreciablemente a través del diámetro de la partícula y que la película de fluido alrededor de la partícula y la partícula misma forman un sistema homogéneo. En el balance diferencial de energía térmica de este modelo no se hace distinción entre las temperaturas del sólido y del fluido:

Balance de energía

$$((1-\varepsilon)\rho_s C p_s + \varepsilon \rho C p) \frac{\partial T_b}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r k_r \frac{\partial T_b}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_a \frac{\partial T_b}{\partial z} \right) - \frac{\partial ((u \rho C p - u_s \rho_s C p_s) T_b)}{\partial z} + Q \quad (3)$$

Para emplear este modelo en un sistema heterogéneo (dos fases) deberán estimarse cuidadosamente parámetros de transporte pseudo-homogéneos de tal manera que permitan obtener la mejor aproximación a los parámetros de transporte de las dos fases (heterogéneo), es un esquema adecuado para análisis de sistemas en el estado estacionario [7].

Objetivo

El objetivo de este trabajo es predecir el perfil de temperaturas en un horno vertical de sinterización de briquetas de óxido de magnesio a partir de las condiciones de operación y de la selección y adecuación pertinentes de la información existente.

La sinterización de óxido de magnesio

El comportamiento de hornos de sinterización de óxido de magnesio cuyo fenómeno ha sido poco estudiado, se ha investigado sobre sistemas de alta pureza en forma de polvos en lo referente a crecimiento de cristales y tamaño de grano, obteniéndose parámetros que describen una evolución microscópica bajo los efectos de las altas temperaturas. De esos estudios también se han establecido mecanismos de sinterización describiendo las etapas de este proceso [8], [9], [10]. Los resultados de las investigaciones tienen una escasa aplicabilidad a procesos de escala industrial como lo es el doble calcinado efectuado en hornos industriales de una empresa de la región, debido a esa carencia de información se realizó un estudio con material de dicha empresa para obtener conocimiento de la variación de la densidad en función de la temperatura y del tiempo de residencia [11].

Estimación de los parámetros de transferencia de calor

Existe una variedad muy amplia, sobre la forma de estimar los parámetros de transferencia de calor que aparecen en los diferentes modelos matemáticos. Los estudios se han realizado bajo diferentes suposiciones y condiciones experimentales, por lo que la adecuación de una correlación a un nuevo sistema de estudio no siempre es exitosa. Como una primera simplificación, normalmente se desprecian algunos fenómenos, de los que se desconoce su influencia hacia el sistema bajo estudio, por ejemplo, descartar la dispersión axial [12]. En otros casos el modelo propuesto no es adecuado para representar los datos experimentales, lo que invalida cualquier predicción o análisis posterior [5].

No obstante las simplificaciones, los parámetros efectivos que se observan en los modelos matemáticos representan los diferentes mecanismos de transferencia de calor que se presentan en los lechos empacados, las contribuciones significantes son las siguientes [2]: (a) Conducción térmica a través de las partículas sólidas, (b) conducción térmica a través de la superficie de contacto de dos partículas adyacentes, (c) conducción térmica a través de la película de gas alrededor de la superficie de contacto de dos partículas, (d) radiación partícula a partícula, (e) conducción térmica con el gas, (f) dispersión térmica del gas, (g) radiación entre corrientes de gases adyacentes, (h) convección sólido – fluido, (i) convección del fluido a la pared de la cama, (j) conducción entre las partículas y las paredes, (k) radiación entre las partículas y la pared, (l) transferencia de calor entre la pared y los alrededores.

En los fenómenos (a) y (b) se considera que contribuye la conductividad efectiva del sólido manifestando un comportamiento isotrópico. El fenómeno (f) ocurre en las direcciones axial y radial junto con los fenómenos (e) y (g) constituyen la descripción mecánica de la transferencia de calor a través del fluido. Los fenómenos (i) a (k) describen el intercambio de calor entre el empacado y la pared de la cama.

Es obvio que los diferentes fenómenos antes enumerados suceden simultáneamente en las distintas direcciones, en serie o en paralelo. El fenómeno (h) debe combinarse con la radiación interparticular y la conducción en obediencia al modelo de calor transferido de una partícula al fluido. Esos fenómenos pueden interactuar con otros y eso es lo que hace difícil correlacionar los parámetros de transferencia de calor y en analizar los datos experimentales en este campo.

Los modelos matemáticos empleados comúnmente para el análisis de datos experimentales de transferencia de calor provienen de la representación pseudo-homogénea (una fase) y del modelo heterogéneo (dos fases). Si las variaciones de la temperatura en la dirección radial son consideradas, el fenómeno estará caracterizado por la conductividad térmica efectiva radial (k_r), por un coeficiente aparente de transferencia de calor de pared (h_w) y –si la dispersión axial es tomada en cuenta- una conductividad térmica efectiva axial (k_a).

En el caso del modelo heterogéneo, los parámetros característicos son: el coeficiente de transferencia de calor fluido – sólido (h), el coeficiente de transferencia de calor fluido – pared (h_{wf}), el coeficiente de transferencia de calor sólido –pared (h_{ws}), las conductividades axial y radial del fluido para el modelo de dos fases (k_{af} , k_{rf}), las conductividades axial y radial del fluido para el modelo de dos fases (k_{sf} , k_{rs}).

Debe ser remarcado que los parámetros involucrados en (k_{af} , k_{rf} , k_{sf} , k_{rs}) para el modelo heterogéneo son mecanismos “efectivos” superpuestos en el transporte global (normalmente flujo tapón), mientras que los involucrados en el modelo pseudo – homogéneo (k_r , k_a) agrupan los mecanismos de transporte, incurriendo en errores por representar un sistema heterogéneo como un sistema de una fase.

Descripción del sistema

El proceso puede ser descrito en tres etapas a partir de la zona inferior del horno y considerando que el fluido viaja de la parte inferior hacia la superior y en contracorriente respecto al sólido a través de una geometría transversal elíptica.

En la primera etapa se transfiere calor del sólido al gas con fin de precalentar los gases de combustión y de enfriar el producto, la segunda etapa es la zona de combustión en la que se lleva a cabo el doble calcinado, la tercera etapa tiene la finalidad de aprovechar el calor residual de la combustión para precalentar los sólidos.

Para obtener los perfiles de temperatura a partir de las condiciones manipulables de operación se requiere de una evaluación estricta de los parámetros que describen la transferencia de calor en ambas fases y en la pared del horno.

El número de parámetros a evaluar y ajustar depende del modelo matemático a emplear y de la correlación utilizada para el cálculo de los mismos. Igualmente en el modelo pseudo-homogéneo y en el heterogéneo, los parámetros son función de las propiedades físicas del sólido y el gas, y de las condiciones térmicas e hidrodinámicas.

2. Metodología

Para un primer análisis se representó el sistema a través de un modelo pseudo-homogéneo y posteriormente se aplicó el modelo heterogéneo para obtener perfiles de temperatura de cada una de las fases, el sistema se resolvió para un horno de geometría transversal circular y posteriormente los resultados se transformarán para la geometría transversal elíptica haciendo uso de transformaciones geométricas.

Para la resolución de las ecuaciones diferenciales parciales que representan los modelos se involucraron únicamente los términos que representan la dispersión radial y el movimiento axial, ya que el término de dispersión axial es despreciado en la mayoría de los casos en los que se presenta el estado estacionario [7].

El método numérico empleado para resolver estos modelos fue el de colocación ortogonal, que junto al método de diferencias finitas son las técnicas más empleadas en la resolución de ecuaciones diferenciales parciales (EDPs), ya que en estos sistemas se discretizan las variables espaciales de tal manera que las EDPs son convertidas en sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias (si se discretiza en la dirección radial y se integra en la dirección axial) o en sistemas de ecuaciones algebraicas (si se utiliza colocación en ambas direcciones).

Modificación a la condición de frontera convectiva del fluido

La condición de frontera del fluido puede ser modificada para incluir la influencia de las condiciones ambientales en términos del coeficiente global de transferencia de calor, el que puede ser calculado de acuerdo a

$$U = h_i \frac{(T - T_W)}{(T - T_a)}$$

en donde T_a es la temperatura ambiente y h_i es un coeficiente que involucra los efectos del material del horno y el coeficiente de pared – fluido, y la temperatura de pared puede entonces calcularse como

$$T_W = T - \frac{U}{h_i} (T - T_a).$$

Cálculo de los parámetros de transferencia de calor

El problema en el caso de la sinterización en escala industrial radica en que las correlaciones han sido obtenidas para partículas con geometrías simples y en sistemas en donde la proporción diámetro de la columna a diámetro de partícula es bastante menor en comparación con la proporción que pudiera existir para el diámetro del horno y el tamaño de las briquetas.

En el modelo pseudo- homogéneo la conductividad efectiva radial es estimada a partir de dos contribuciones (estática y dinámica) debido a los fenómenos descritos en [13], [14], [15], [16] y [17]. Dos correlaciones muy utilizadas para el cálculo de estos parámetros son las propuestas en [18], para la contribución estática y en [17] para la contribución dinámica respectivamente.

El cálculo del coeficiente de transferencia de calor de pared sigue el mismo principio aditivo de contribuciones estática y dinámica, en [19] se propone una correlación basada en el trabajo experimental de nueve investigadores, la cual se utiliza en este trabajo.

Para el cálculo de la conductividad térmica del fluido se utilizó la correlación reportada en [20], la cual fue obtenida a partir de experimentos de mezclado radial descritos en [21], [22] y [23].

Para estimar los parámetros del modelo heterogéneo, el cálculo de la conductividad térmica del sólido se realizó con la correlación propuesta en [18] basada en un procedimiento geométrico y que además considera los efectos por radiación.

El coeficiente de transferencia de calor pared- fluido fue estimado a partir de la propuesta publicada en [16] obtenida de experimentos de transferencia de masa, mientras que el coeficiente de transferencia de calor pared – sólido fue calculado haciendo uso de la correlación tomada de [24] la cual fue obtenida de las consideraciones de transferencia de calor entre un plano y un empacado de esferas

El coeficiente de transferencia de calor interfásico fue calculado haciendo uso de lo reportado en [25] en combinación con la correlación descrita en [26]. Esta última expresión no contiene términos para describir los efectos de la radiación, la primera alternativa utilizada en la simulación fue la correlación sugerida en [27] la cual es muy completa pues incluye los tres efectos, sin embargo contiene la deficiencia matemática para sólidos con conductividades térmicas muy bajas, como es el caso del MgO.

Todos los parámetros fueron calculados simultáneamente con la integración numérica de las ecuaciones diferenciales ordinarias que resultaron de la aplicación de la colocación ortogonal.

Sinterización del óxido de magnesio

De la investigación [11] sobre la sinterización de MgO se obtuvo un modelo para el cálculo de la densidad del MgO en función de la temperatura y del tiempo de residencia. Los experimentos fueron realizados a 1400, 1500 y 1600 °C, con una densidad inicial del material de 1.9 g cm^{-3} .

El modelo fue utilizado en forma diferencial para calcular el aumento de la densidad conforme se mueve el sólido en la dirección axial. De este análisis se observó que a la temperatura de 1170 °C inicia la sinterización, aunque de los estudios ya mencionados se ha encontrado que dependiendo de las dimensiones de la partícula y las condiciones de compactado la temperatura mínima para iniciar la sinterización puede disminuir hasta 300 °C respecto a la temperatura que en este estudio se considerará como límite inferior.

Zona de combustión

Para el modelo heterogéneo se representó la combustión con fuentes de calor en los puntos de colocación para la fase fluida que es la que sufre la reacción de combustión, y cuya transmisión a la fase sólida queda representada en el modelo matemático con un término interfásico que conglomere los mecanismos de transporte de calor. El calor de la combustión, hasta este avance del estudio, está basado en la combustión del gas natural a consumo total calculado a partir de un balance de energía y de los datos típicos de operación del horno. En este caso se propuso que para el punto de colocación más cercano a la pared le afecta el 60% del calor de combustión, al siguiente el 25 %, posteriormente un 8 % y 3.5% a los dos puntos más cercanos al centro.

3. Resultados y Discusión

En la resolución del modelo pseudo-homogéneo de acuerdo con el esquema de insertar fuentes de calor en los puntos de colocación se tuvieron problemas de convergencia, la temperatura se incrementó rápidamente arrojando resultados incongruentes de temperaturas superiores a las de combustión. Esto muestra una deficiencia del modelo al tratar el sistema como una sola fase, ya que el calor debido a la combustión hace que aumente la temperatura de todo el sistema contrario al comportamiento real, en donde la fase fluida aumenta su temperatura pero cede calor al sólido.

Por otra parte, los resultados del modelo heterogéneo (Figuras 1 y 2) muestran una buena aproximación con los datos de planta, este modelo es una mejor representación de lo que sucede en el horno, una ventaja de este modelo es la de representar lo que sucede en el fluido y lo que sucede en el sólido por separado aun y cuando las dos fases se han tratado como un continuo.

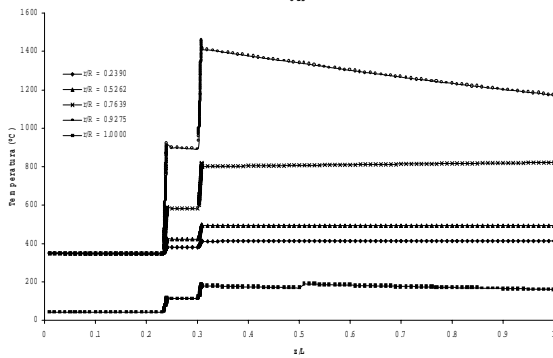


Figura 1
Perfil de Temperaturas, Fase Gas

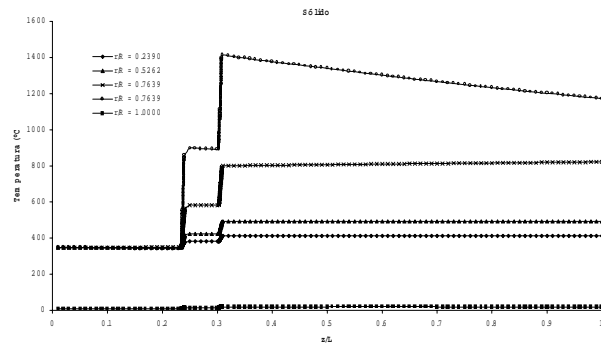


Figura 2
Perfil de Temperaturas, Fase

Sin embargo, únicamente en el punto de colocación más próximo a la pared y por lo tanto más cercano a la zona de los quemadores es en el que se puede observar que se alcanzan temperaturas suficientes para lograr la sinterización. En la zona restante se dan temperaturas por debajo de los 1,170 °C. Con esto se puede apreciar la resistencia de las partículas a la transferencia de calor y demuestra que las condiciones en las que se efectúe la combustión son determinantes para lograr la sinterización. Posterior a la zona de combustión las briquetas (en su caso) conservan la alta temperatura por lo que la sinterización puede seguirse efectuando hasta que las briquetas se enfríen a la temperatura mínima de sinterización.

Estos resultados también están influidos por las correlaciones utilizadas para calcular los parámetros de transferencia de calor. Las conductividades térmicas efectivas de ambas fases fueron calculadas con correlaciones confiables en las que intervienen principalmente las propiedades de las fases, incluyendo además el mecanismo de transferencia de calor por radiación. En lo referente a los coeficientes de pared, para el coeficiente de pared-fluido la correlación utilizada se adecua sin dificultades a las dimensiones del sistema bajo estudio. Para la selección de la correlación para el cálculo del coeficiente pared-sólido se encontró que las correlaciones con mejor predicción en trabajos anteriores dejan de ser útiles para altas relaciones entre el diámetro del horno (o reactor) y diámetro de las partículas, la correlación aquí utilizada ha sido funcional, mientras que otras correlaciones fueron descartadas a pesar de predecir el mecanismo a detalle debido a que arrojaron valores fuera de rango para estos coeficientes.

La principal dificultad en lo referente al cálculo de coeficientes de transferencia de calor se presentó al predecir el coeficiente interfásico, la correlación propuesta en [27] a pesar de considerar todos los mecanismos de transferencia de calor, no es aplicable a este sistema, dada la baja conductividad térmica del sólido. Al aplicar la correlación seleccionada de [26] se ponderó por un factor con el fin de representar la transferencia de calor por radiación.

También ha sido posible predecir los cambios en la densidad de las briquetas, a partir del ajuste de los estudios realizados por [11]. En la Figura 3 se muestra densificación que corresponde a la zona del punto de colocación más próximo a la pared, para estas condiciones de operación se alcanza una densidad en el orden de los 2.4 gr cm⁻³.

Este gráfico muestra concordancia con lo que los datos de los experimentos isotérmicos pudieran sugerir, sin embargo se insiste en considerar que las condiciones en las que los experimentos a nivel

laboratorio fueron realizados son considerablemente diferentes a las de la operación de la planta, por ejemplo, una atmósfera de aire contra una atmósfera de gases de combustión.

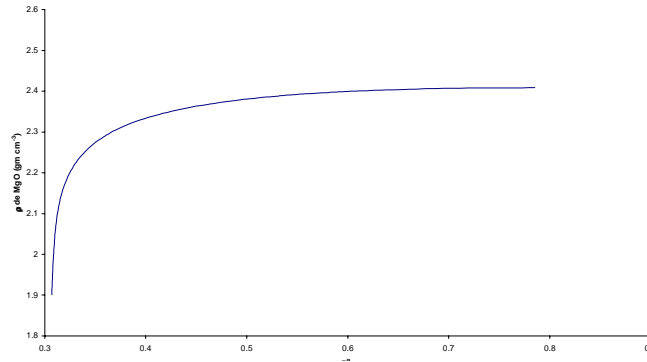


Figura 3
Variación de la densidad con z/L

4. Conclusiones y trabajo posterior

El comportamiento descrito por la resolución del modelo heterogéneo es similar al que se conoce a partir de datos existentes de la operación del horno, con algunas diferencias entre los valores reportados y los calculados. Estas diferencias se atribuyen a que no se conoce cual es el verdadero comportamiento de la flama en la zona de combustión, asimismo el perfil de velocidades en dicha zona y a qué algunos factores se han propuesto sin conocer su valor exacto incluyendo el desarrollo de la combustión desde los puntos de vista cinético y termodinámico.

Con los estudios realizados se concluye que el modelo pseudo-homogéneo de transferencia de calor no es capaz de predecir el comportamiento para este sistema, mientras que el modelo heterogéneo para condiciones de estado estacionario es una buena propuesta para representar sistemas de este tipo. Sin embargo, es necesario ajustar algunos parámetros del modelo y de las correlaciones de transferencia de calor, ya que en su mayoría son obtenidas a partir de experimentos en sistemas de menor tamaño en comparación con un horno como el analizado en este trabajo. Esta diferencia se acentúa principalmente en el cálculo del coeficiente pared-sólido.

En lo referente a la sinterización, el modelo utilizado de densificación predice adecuadamente los cambios de densidad de las briquetas, por lo que se puede continuar aplicando de manera confiable.

En trabajos futuros se ajustarán los parámetros de los que no se tiene información bibliográfica o de planta y se analizará el comportamiento en la zona de combustión, para verificar la verdadera distribución del calor en esa zona, asimismo del perfil de velocidades.

Otra área por analizar es lo referente al efecto de la dispersión axial en la fase sólida y el gradiente de temperatura en las partículas, principalmente esto último con el fin de conocer hasta que profundidad de las briquetas se alcanza una temperatura de sinterización y predecir la zona posterior a la combustión en la que las briquetas aún se mantienen a las temperaturas de sinterización.

Otra área de estudio es analizar la influencia que tienen las condiciones ambientales sobre la operación del horno, pues se ha observado de la operación el efecto de las variaciones climáticas en el horno.

El modelo final puede ser utilizado para modificar la operación del horno de manera fundamentada, principalmente porque el tiempo de residencia de las briquetas es muy alto y una variación en la operación se ve reflejada varias horas después, desperdiciando materia prima y combustible, principalmente. Este modelo permitirá también analizar la posibilidad de utilizar el horno para tratar materiales similares o aplicarse a procesos similares en los que se desconoce el verdadero comportamiento.

5. Nomenclatura

a_v	Area del empacado / volumen del horno
C_p	Capacidad calorífica del fluido
C_{p_s}	Capacidad calorífica del sólido
h	Coefficiente aparente de transferencia de calor en la interfase
h_i	Coefficiente que considera la conductividad térmica de la pared y h_w
k_{af}	Conductividad térmica efectiva del fluido en la dirección axial (modelo pseudo-h)
k_{af}	Conductividad térmica efectiva del fluido en la dirección axial
k_{as}	Conductividad térmica efectiva del sólido en la dirección axial
k_r	Conductividad térmica efectiva del fluido en la dirección radial (modelo pseudo-h)
k_{rf}	Conductividad térmica efectiva del fluido en la dirección radial
k_{rs}	Conductividad térmica efectiva del sólido en la dirección radial
L	Longitud del horno
Q	Calor por unidad de volumen
r	Coordenada radial
T	Temperatura del fluido
t	Tiempo
T_b	Temperatura (modelo pseudo-homogéneo)
T_s	Temperatura del sólido
U	Coefficiente global de transferencia de calor
u	Velocidad del fluido
z	Coordenada axial
ε	Fracción de huecos
ρ	Densidad del fluido
ρ_s	Densidad del sólido

6. Bibliografía

1. Gros, J. B. y Bugarel, R. (1976), Etude Comparative de Modeles de Reacteurs Catalitiques a Lite Fixe, Chem. Eng. J. 13, 165-177.
2. Foyo de Azevedo, S. J. C. , Romero-Ogawa, M. A. y Wardle, A. P. (1990), Modeling of Tubular Fixed Bed Catalytic Reactors – A Brief Review, Chem. Eng. Res. Des.
3. Froment, G. F. y Bischoff, K. B. (1990), ‘ Chemical Reactor Analysis and Design’ , 2nd Ed. , J. Wiley, New York (USA).
4. De Wasch, A. P. and Froment, G. F. (1971), A Two Dimensional Heterogeneous Model for Fixed Bed Catalytic Reactors, Chem. Eng Sci. 26, 629-634.
5. Gunn, D. J. (1987), Axial and Radial Dispersion in Packed Beds. Chem. Eng. Sci. 42, 363-373.
6. Young, L. C. and Finlayson, B. A. (1973), Axial Dispersion in Nonisothermal Packed Bed Chemical Reactors, Ind. Eng. Chem. Fund. 12, 412-422.

7. Romero, M. A. (1990), Dynamics and Modeling of Fixed Bed Tubular Reactors, Ph. D. Thesis, University of Wales (Swansea), U. K.
8. Coble, R. L. , Song H. and Brook R, Sintering and Grain Growth in Alumina and Magnesia. Advanced Ceramics. (1985), pp 10839-52.
9. Wong, B. and Pask, J. Experimental Análisis of Sintering of MgO Compacts. Journal of the American Ceramic Society. Mar-Apr (1979) pp 141-146.
10. Nan L. Formation, Compressibility and Sintering of Aggregated MgO Powder. Journal of Materials Science. 24(1989) pp 485-492.
11. Michel Uribe, Carlos Rafael (1992), Estudio de la Sinterización de Óxido de Magnesio de Alta Pureza, Tesis de Maestría en Ingeniería, ITESM, México.
12. Gunn, D. J. and Khalid, M. (1975), Thermal Dispersion and Wall Heat Transfer in Packed Beds, Chem. Eng. Sci, 30, 261-267.
13. Coberly, C. A. and Marshall, W. R. (1951), Temperature Gradients in Gas Streams Flowing Thorough Fixed Granular Beds, Chem. Eng. Prog. 47, 141-150.
14. Calderbank, P. H. and Pogorsky, L. A. (1957), Heat Transfer in Packed Beds, Trans. Inst. Chem. Eng. 35, 195-207
15. Yagi, S. and Kunii, D (1957), Studies on Effective Thermal Conductivities in Packed Beds, AIChE J. 3, 373-381.
16. Yagi, S. and Wakao, N. (1959), Heat and Mass Transfer from Wall to Fluid in Packed Beds, AIChE J. 5, 79-85.
17. De Wasch, A. P. and Froment, G. F. (1972), Heat Transfer in Packed Beds, Chem. Eng. Sci. 27, 567-576.
18. Zehner, P. and Schlünder, E. U. (1972), Einflub der Warmtransport und des Druckes auf den Warmtransport in nitch Durchstromten Schuttungen, Chem. Ing. Tech. 44, 1303-1308.
19. Specchia, V. , Baldi, G. and Sicardi, S. (1980), Heat Transfer in Packed Bed Reactors with one Phase Flow, Chem. Eng. Comm. 4, 361-380.
20. Dixon, A. G. and Cresswell, D. L. (1979), Theoretical Prediction of Effective Heat Transfer Parameters in Packed Beds, AIChE J. 25, 663-676.
21. Fahien, R. W. and Smith, J. M. (1955), Mass Transfer in Packed Beds, AIChE. J. 1, 28-37.
22. Roemer, G. , Dranoff, J. S. and Smith, J. M. (1962), Diffusion in Packed Beds at Low Flow Rates, Ind. Eng. Chem Fundam. 1, 284-287.
23. Gunn, D. J. and Pryce, C. (1969), Dispersion in Packed Beds, Trans. Inst. Chem. Eng. 47, T341-T350.
24. Olbrich, W. E. and Potter, O. E. (1972), Mass Transfer from the Wall in Small Diameter Packed Beds, Chem. Eng. Sci. 27, 1733-1743.
25. Stuke, B. (1948), Berechnung des Wärmeaustausches in Regeneratoren mit Zylindrischen und Kugelformigen Fullmaterial, Angewandte Chemie. B20, 262.
26. Handley, D. and Heggs, Momentum and Heat Transfer Mechanisms in Regular Shaped Pacckings, Trans. Inst. Chem. Engrs. , 46, T251 (1968).
27. Argo, W. B. and Smith, J. M. (1953), Heat Transfer in Packed Beds – Prediction of Radial Rates in Gas-Solid Beds, Chem. Eng. Progr. 49, 443-451.

CONFIGURACIÓN DE UN VEHÍCULO AUTÓNOMO PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA DEL TÚNEL DE UNA MINA

Joaquín Gutiérrez, Isidro López, José Luis Gordillo

Se presenta la automatización del proceso para actualizar la topografía del túnel de una mina empleando un vehículo autónomo. Para obtener la configuración del sistema se aplica una metodología que traduce de forma semiautomática la descripción de la tarea en el diseño y construcción de Vehículos Autónomos. La metodología configura un sistema o robot cilíndrico (PRP) con todos los componentes requeridos para resolver esta tarea, así como la estrategia básica de operación. Se utiliza un vehículo minero convencional, al cual se le añaden los instrumentos y dispositivos seleccionados que le permiten ser teleoperado y realizar la tarea asignada, con cierto nivel de autonomía. El vehículo se encarga del primer movimiento prismático (P), mientras que una unidad rotatoria se encarga de girar el instrumento de medición (R). La medición de la distancia corresponde al tercer movimiento especificado (P) y se realiza usando un telémetro láser. Los comandos que describen la tarea que debe efectuar el vehículo, son enviados desde una terminal remota a través de un módem de RF. Se controla el avance, alto y retroceso del vehículo; además se usan sensores ultrasónicos para evitar colisiones.

Palabras clave: Vehículos Autónomos, espacio de configuración, minas, topografía.

1. Introducción

La industria minera se caracteriza por realizar actividades en un ambiente hostil y peligroso, en donde los mineros están expuesto a extremas condiciones, como altas temperaturas, vapores tóxicos, la posibilidad de derrumbes, etcétera. La actualización topográfica de los túneles consiste en una serie de mediciones a lo largo de los túneles para determinar su altura, anchura e irregularidades en las paredes. Actualmente, mineros especializado realizan esta operación utilizando técnicas y herramientas estándares de ingeniería (niveladores, flexómetros y teodolitos), e introducen la información a una computadora para generar la topografía del túnel. Debido a que los túneles sufren frecuentes modificaciones a causa de ampliaciones, derrumbes y cambios en el terreno, es necesario un sistema rápido y robusto que permita obtener el perfil de la mina de manera automática.

Para obtener la configuración del sistema que resuelva esta tarea se propone una metodología basada en el análisis de la tarea, en términos de los grados de libertad (GDL) necesarios, la geometría de las operaciones y restricciones importantes para el diseño y construcción de Vehículos Autónomos (VA). La metodología transforma la descripción geométrica de la tarea, en una composición de los grados de libertad necesarios para realizarla, así como en elementos descriptivos complementarios, correspondientes a la herramienta. Enseguida cada grado de libertad y elemento complementario es analizado y procesado, hasta convertirse en un aditamento de movimiento o herramienta específica. Obviamente, el desplazamiento translacional de base (prismático), se convierte en el avance y retroceso con dirección del Vehículo. Los siguientes movimientos son los posicionadores de la herramienta, mientras que los elementos terminales se convierten en la herramienta (medidor, taladro, etc.).

Ing. Joaquín Gutiérrez Estudiante Centro de Inteligencia Artificial ITESM Campus Monterrey joaquin@cibnor.mx
MC. Isidro López Profesionista de Apoyo Centro de Inteligencia Artificial ITESM Campus Monterrey isoav@usa.net
Dr. José Luis Gordillo Profesor Centro de Inteligencia Artificial ITESM Campus Monterrey
gordillo@campus.mty.itesm.mx

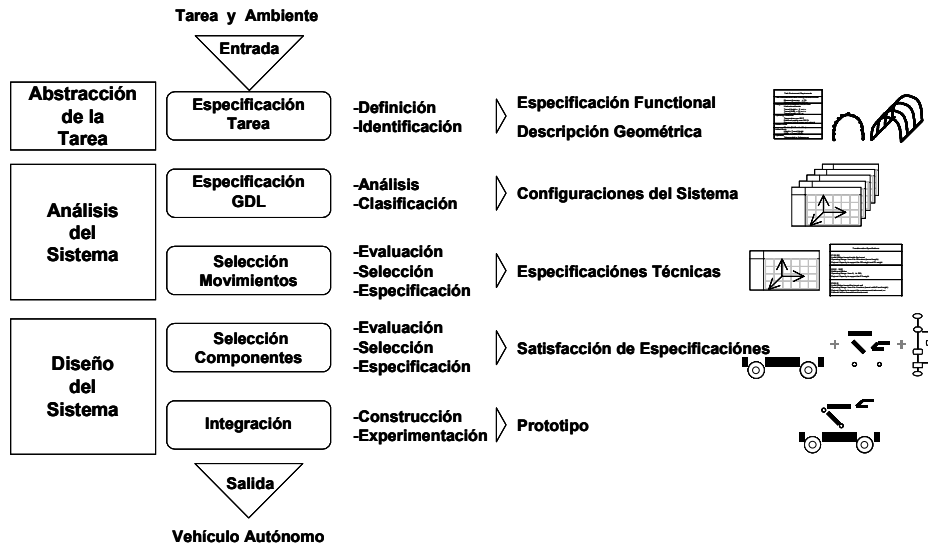


Figura 1. Metodología de diseño y construcción de Vehículos Autónomos

El uso de esta metodología pretende sistematizar la construcción de los VA y extender su utilización hacia una variedad de aplicaciones, explotando la universalidad de los vehículos y aprovechando el inventario de productos y tecnologías desarrollados durante décadas de ingeniería.

Existen precedentes en la automatización de vehículos mineros del tipo Load-Haul-Dump (LHD), también conocidos como “hormigas”, que son ampliamente usados para la extracción, carga y transporte de mineral [1, 2, 3]. En los trabajos realizados por Scheduling, *et. al.* [4], se reportan los modelos y los sensores comúnmente utilizados para automatizar un LHD. En [2, 5] se reporta la utilización de un sistema de visión para automatizar la extracción del mineral. A pesar de que ya existen las bases para automatizar las tareas de un LHD, no existen trabajos relacionados con la aplicación de una metodología sistematizada para el diseño y construcción de VA.

El artículo es organizado como sigue. En la sección 2 se describe la Metodología para el diseño y construcción de Vehículos Autónomos. La sección 3 presenta el Desarrollo de la metodología aplicada a la tarea de la actualización topográfica de túneles; dividida en las subsecciones de Abstracción de la Tarea, Análisis del Sistema y Diseño del Sistema. En la sección 4 se describe la Arquitectura del Prototipo. En la sección 5 se presentan los resultados experimentales. Finalmente se presentan las conclusiones en la sección 6.

2. Metodología

La metodología para el diseño y construcción de Vehículos Autónomos, descrita en la figura 1, consiste del módulo de Abstracción de la Tarea que recibe como entrada la descripción de la tarea y del ambiente de trabajo; a partir de la cual se genera la especificación funcional y la descripción geométrica de la tarea, que son transformados por el módulo de Análisis del Sistema en términos de todos los movimientos o grados de libertad (GDL) y de los elementos descriptivos complementarios requeridos para llevarla a cabo. Enseguida el módulo de Análisis evalúa cada configuración de movimientos para seleccionar el arreglo más apropiado, usando para ello, por ejemplo, criterios de la simplicidad y uniformidad en su Espacio de Configuración (Espacio-C), generando las especificaciones técnicas, como longitud, peso, fuerza, etc., de la configuración dominante. Este análisis reduce la selección, realiza por el módulo de Diseño del Sistema, de cada uno de los componentes mecánicos y electrónicos para desarrollar los movimientos del arreglo seleccionado, incluyendo el resto de los dispositivos como: herramientas, sensores, actuadores, interfaces electrónicas y programas computacionales identificados

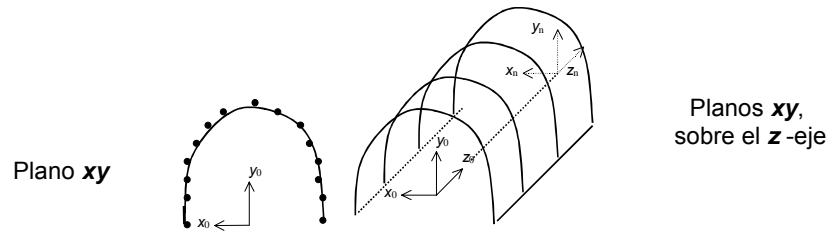


Figura 2. Actualización Topográfica de un túnel

para el control y operación del sistema. Al satisfacer las especificaciones técnicas para cada movimiento de la configuración se convierte en un componente específico del prototipo del Vehículo Autónomo.

Como salida, la metodología proporciona el sistema instrumentado y automatizado, capaz de realizar la tarea con cierto grado de autonomía. Este sistema estará conformado, en primer lugar, por la plataforma móvil automatizada, construida a partir de un vehículo estándar, sobre la cual se montarán los dispositivos y el conjunto de herramientas seleccionadas. Además se proporcionará la estrategia básica para la ejecución de la tarea, incluyendo esquemas y programas de control, adecuados a la operación. El diseño y los esquemas serán enseguida refinados a través de una fase de experimentación y de ejecución misma de la tarea en el ambiente real de operación.

3. Desarrollo

A continuación se describe el ejercicio de la metodología aplicada a la tarea de actualización topográfica de un túnel, presentando los resultados obtenidos en cada una de las etapas de la metodología. La mina para la cual se requiere realizar esta tarea es de tamaño mediano con dimensiones en sus túneles de 3 m x 3.5 m x 50 m (altura, ancho y largo) aproximadamente. Por el momento es de interés la medición de las paredes del túnel únicamente.

3.1. Abstracción de la tarea

La actualización topográfica del túnel consiste en llevar a cabo una serie de mediciones del perfil que guarda el túnel mientras es recorrido. Por lo tanto, el sistema automatizado deberá desplazarse hacia el interior de la mina para determinar su altura y su ancho. Este problema se interpreta físicamente como la valoración dimensional del volumen de la mina, la cual es obtenida por la generación de planos xy (2D) proyectados sobre el tercer eje z, figura 2. Dicha proyección se expresa geoméricamente en un espacio de tres dimensiones (3D) por medio de un sistema de coordenadas, en donde la representación del túnel es expresada por geometría constructiva de sólidos (CSG por sus siglas en inglés), usando operaciones Booleanas y movimientos básicos sobre instancias primitivas estándares, tales como bloques y cilindros. Los bloques y elipses son especificados como *box(a,b,c)*, y *ellipse(a,b,h)*, mientras las movimientos básicos como *x-translate(•,x)* y *z-rotate(•,θ)*. El túnel de la expresión se traza convenientemente como un árbol, según se muestra en la figura 3.

Las especificaciones de la tarea se presentan en la tabla 1, estableciendo las métricas y requerimientos que la tarea debe cumplir, así por ejemplo se tiene una resolución menor a 0.01 m, una irregularidad del suelo y con una restricción de no incluir combustibles como fuente de poder. Así como las dimensiones del túnel más irregularidades, que son propiamente las mediciones a realizar.

3.2. Análisis del Sistema

Esta etapa de la metodología consiste en la identificación de los movimientos requeridos para

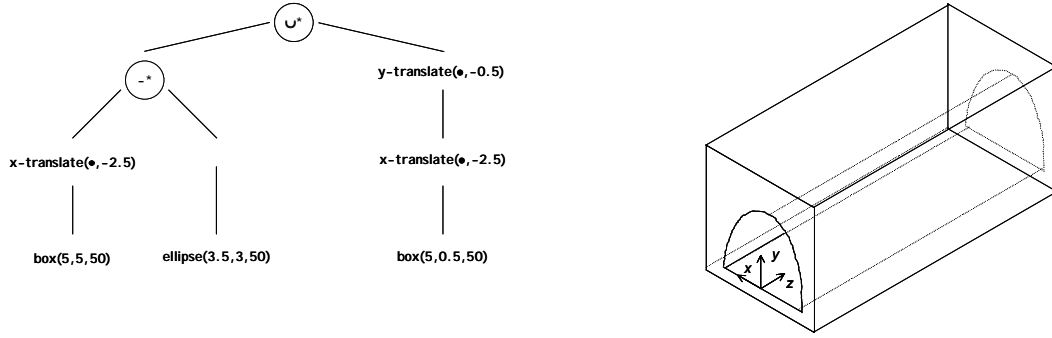


Figura 3. Representación geométrica de un túnel

Requerimientos
Mediciones a lo largo y ancho del túnel Precisión < 0.05 m Resolución < 0.01m
Navegar y evitar obstáculos dentro de la mina Terreno Irregular Altura túnel = 3 m ± 0.25 m irregularidades Ancho túnel = 3.5 m ± 0.25 m irregularidades Largo túnel = 50 m
Fuente de poder del Sistema Eléctrico (No Combustibles)
Operación Teleoperado o Autónomo

Tabla 1. Especificación de la Actualización Topográfica de un túnel

resolver la tarea, a partir de su representación geométrica. Cabe señalar que se analizan exclusivamente los movimientos, abstrayendo la estructura del artefacto. Se busca determinar el número y tipo de grados de libertad (GDL), cuya composición solucione la tarea, con un mínimo de complejidad. El análisis depende del conocimiento disponible para solucionar la tarea y ordena una secuencia de movimientos básicos, sean de rotación (R) o translación (P). Debido a que la actualización topográfica geométrica y físicamente se obtiene en un espacio 3D, entonces por lo menos tres grados de libertad son necesarios. Por lo tanto, el análisis comienza con la combinación de tres movimientos básicos.

La figura 4 muestra las transformaciones generadas: (a) prismático-prismático-prismático ($P_1P_2P_3$), (b) prismático-rotacional-prismático ($P_1R_2P_3$) y (c) rotacional-rotacional-rotacional ($R_1R_2R_3$), con su Espacio-C correspondiente. La clasificación para cada transformación define un sistema o robot cartesiano, cilíndrico y articulado respectivamente.

La selección del arreglo dominante para la construcción del artefacto radica básicamente en la simplicidad del Espacio-C. Así el robot cilíndrico presenta un Espacio-C con un barrido más uniforme y constante por el túnel (figura 4b), presentando las irregulares del perfil del túnel en un menor rango de operación, las cuales son propiamente las modificaciones que se requieren medir. Este Espacio-C se asocia directamente a una función de segundo orden, a diferencia del resto que requieren de una función de mayor orden y complejidad. Otro elemento por considerar en la selección del arreglo de movimientos es su estabilidad y límites. Los arreglos $P_1P_2P_3$ y $P_1R_2P_3$ muestran los mismos requisitos para su primer movimiento; sin embargo el segundo movimiento en el arreglo $P_1P_2P_3$ tiene que soportar el tercer movimiento a lo largo de 4 m al menos. Un arreglo con tales características es más complejo de construir, debido a que la estructura tiene que ser rígida y requiere de un contrapeso para mantener su centro de gravedad o el instalar infraestructura extra en la mina.

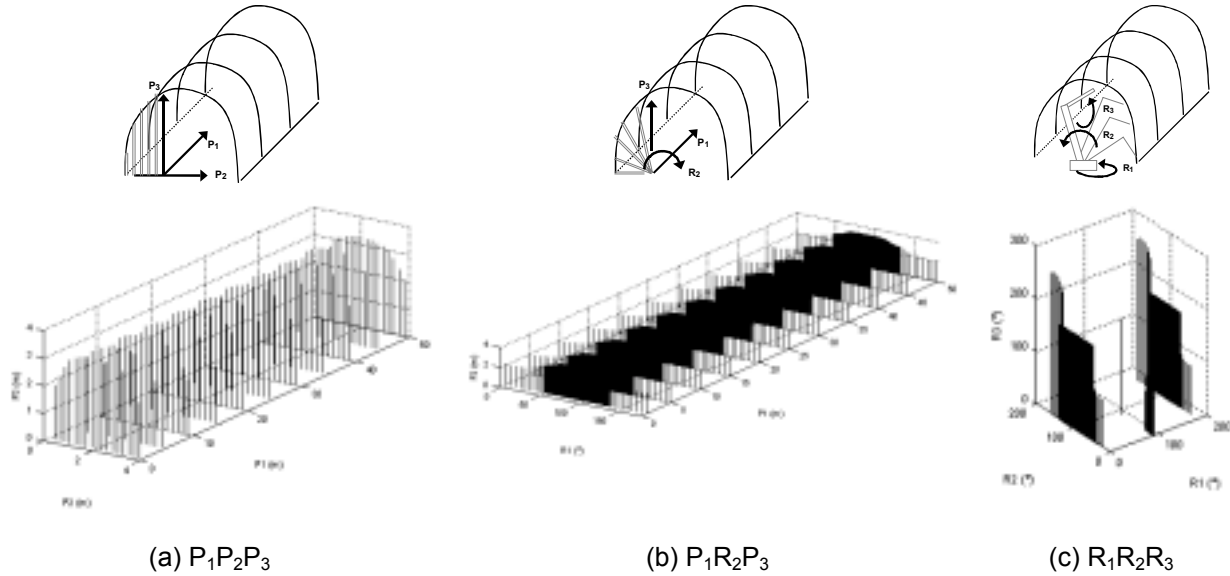


Figura 4. Movimientos para resolver la tarea

El arreglo $R_1R_2R_3$ (figura 4c) muestra una desventaja substancial, no se mueve a lo largo del túnel y únicamente ejecuta en su posición un espacio esférico, que depende de la longitud de las articulaciones. La opción sería agregar un cuarto movimiento prismático para alcanzar el interior del túnel y obligar al primer rotacional a ser fijo, por lo tanto, estos requisitos convierten al arreglo $P_0R_1R_2R_3$ muy similar con la opción de $P_1R_2P_3$, pero la mayor complejidad del Espacio-C continúa siendo la diferencia más importante.

Como resultado de este análisis se selecciona el arreglo cilíndrico ($P_1R_2P_3$) para la actualización topográfica de un túnel. El primer movimiento prismático se mueve horizontalmente con respecto al suelo y transportar al resto de los movimientos a lo largo de 50 m. El segundo movimiento es rotacional y corresponde a un giro de 0° a 180° alrededor de cada uno de los puntos alcanzados por el movimiento prismático, para transportar al último movimiento. El último movimiento es lineal y está relacionado directamente a la medición, que requiere una resolución de 0.01 m con una precisión menor a 0.05m. El resumen de estas especificaciones para el desarrollo del sistema automatizado se presenta en la tabla 2.

Especificaciones
<p>P1 [0,50] Movimiento lineal hacia el interior del túnel Rango de Operación de 0 a 50 m (longitud del túnel) Capacidad de carga para transportar el peso del movimiento R2 y P3</p>
<p>R2 [0°, 180°] Movimiento Rotacional Rango de Operación de 0° a 180° Capacidad de carga para transportar el peso del movimiento P3</p>
<p>P3 [0,3.25] Movimiento lineal hacia la pared del túnel Rango de Operación de 0 a 3.25 m (altura del túnel + irregularidades) Capacidad de carga para transportar el peso del instrumento ó este puede ser el instrumento de medición</p>

Tabla 2. Especificación del arreglo $P_1R_2P_3$

```

Inicio
Posicionar transformación en su origen
P1 = 0
  While P1 ≠ longitud de túnel (50)
    For R2 Rotate Δθ de 0° a 180°
      Ejecuta P3
      Medición
    Next R2
    Construye Plano xy
    Avanza Δz en P1
  End (while)
Construye Topografía
Fin
  
```

Figura 5. Estrategia básica del arreglo P₁R₂P₃

Los movimientos P₁, R₂ y P₃ se describen mediante un sistema de coordenadas cilíndricas donde el movimiento prismático es ejercido sobre el eje z con incrementos Δz, el movimiento rotacional con incrementos Δθ se realiza sobre el mismo eje, y el último movimiento se desarrolla sobre este punto hasta alcanzar la pared del túnel. La adquisición sistemática de las mediciones corresponde a la descripción topográfica del túnel. La figura 5 muestra en forma procedural la estrategia básica del arreglo P₁R₂P₃ para realizar la actualización topográfica del túnel.

3.3. Diseño del Sistema

Para satisfacer la configuración seleccionada en esta etapa se evalúan los componentes que satisfagan las especificaciones para cada uno de los movimientos involucrados. En esta fase de la metodología se hace uso de un inventario de componentes: sensores, actuadores y de vehículos disponibles para generar la configuración del prototipo que resuelva la tarea con cierto nivel de autonomía. Debido a que el último movimiento P₃ es soportado por el movimiento R₂ y ambos por el primer movimiento P₁, el análisis y selección se desarrolla de inversa (backtracking) al orden del arreglo P₁R₂P₃.

3.3.1. Tercer Movimiento (P₃): Herramienta

Primeramente se analiza el instrumento de medición que permite efectuar el levantamiento topográfico de manera automatizada y resolver a partir de este el resto de los requerimientos. La opción es la utilización de medidores de contacto y telémetros. Para utilizarlos deberá analizarse la rigidez para alcanzar la pared con las especificaciones del movimiento P₃; lo que convierte a la opción del medidor de contacto en desventaja con respecto a los telémetros, debido a la mayor simplicidad en su operación.

Los trabajos realizados por Scheduling [4] muestran que los telémetros láser o ultrasónicos pueden utilizarse en los ambientes difíciles de una mina. Ambos dispositivos miden la distancia basándose en técnicas de tiempo de vuelo; sin embargo, la precisión otorgada por los telémetros láser es, con mucho, superior a los ultrasónicos.

Los telémetros láser generalmente incluyen un mecanismo de rotación o un arreglo de espejos, que le permite girar hasta 360 grados. Por otra parte, algunos telémetros son fijos y necesitan de mecanismos externos para efectuar mediciones a diferente ángulo. En este ejercicio se cuenta con este último tipo de telémetro; así el telémetro láser seleccionado es el modelo Sentinel 100, fabricado por la compañía Optech, y tiene la capacidad de medir distancias en un rango de 0.2 hasta 250 m, con una precisión de ± 3cm, un peso de 0.6 kg y opera en ambientes con polvo, niebla o vapor.

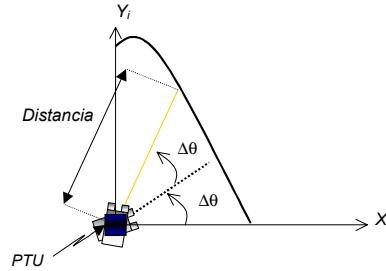


Figura 6. Movimiento Rotacional para la medición

3.3.2. Segundo Movimiento (R₂): Posicionamiento

De acuerdo a la estrategia de operación, para efectuar la tarea, el telémetro láser debe estar acoplado un grado de libertad que le permita girar y hacer la medición en un plano (360°). En la figura 6 se muestra la manera en que el telémetro láser efectúa la medición. El telémetro láser gira en el eje z haciendo mediciones cada $\Delta\theta$. Con el ángulo $\Delta\theta$ y la distancia r se tienen las coordenadas polares (r, θ) de un punto en la pared del túnel, que puede ser fácilmente convertido a coordenadas cartesianas (x,y) .

Para lograr este movimiento rotacional las opciones son la utilización de un motor de pasos directo o con acoplamiento de espejos o bien la utilización de una unidad rotatoria PTU (Pant Tilt Unit), por facilidad de control y cumplimiento de los requerimientos para el segundo movimiento del concepto PRP, relacionado a la capacidad de carga, la unidad rotatoria PTU es la mejor opción.

Esta unidad Pan-Tilt modelo PTU-46- 17.5 fabricada por Directed Perceptions, Inc., tiene la capacidad de cargar 1.81kg., moverse a una velocidad máxima sin carga de 300 °/s con una resolución de 0.051°. La velocidad alcanzada por la PTU permite dirigir el telémetro a diferentes puntos en un corto período de tiempo. La PTU tiene la capacidad de rotar sobre los ejes x, y; sin embargo sólo se utilizó la rotación sobre uno de los ejes.

3.3.3. Primer Movimiento (P₁): Desplazamiento (Vehículo)

Contando con la medición de los puntos en un plano, es necesario efectuar un movimiento prismático (translacional) para obtener el perfil completo del túnel de la mina. Se procede a la selección de un mecanismo o vehículo que permita realizar los desplazamientos horizontales. Dicho vehículo o mecanismo será capaz de soportar las situaciones adversas de la mina: humedad, alta temperatura, suelo lodoso e irregular, además de transportar el telémetro láser, la unidad rotatoria PTU y las herramientas necesarias para controlar y operar estos elementos.

Por las condiciones existentes en el interior de una mina, las opciones están limitadas a vehículos todo terreno y aquellos dedicados a la minería, quedando fuera los robots móviles ampliamente usados en laboratorios. Así por ejemplo, el NOMAD 200 (Nomadic Technologies) presenta desventajas para navegar en este tipo de terreno, debido a que sus ruedas son incapaces de superar la terrenabilidad del suelo, así como el de mantener su estabilidad debido a su elevado centro de gravedad.

Para el desarrollo de este ejercicio, la mejor opción del inventario disponible es la utilización de un vehículo LHD, que es un vehículo diseñado específicamente para las condiciones de la mina y que ya ha sido estudiado y modelado [1, 6]. En la figura 7 muestra el vehículo eléctrico LHD modelo “Scoop Tram”, con operación hidráulica, un peso de 5 toneladas y una capacidad de carga de hasta 16 toneladas.



Figura 7. Vehículo Minero LHD “Scoop Tram”

Al vehículo LHD se le deberán incorporar sensores para determinar su posición exacta dentro de la mina. Generalmente se utilizan codificadores y sensores inerciales para determinar la posición del vehículo. Los codificadores se encargan de proporcionar un valor proporcional al número de vueltas que han dado las llantas del vehículo, mientras que los sensores inerciales (giróscopos y acelerómetros) proporcionan la inclinación (yaw-pitch-roll) y la velocidad del vehículo.

4. Arquitectura del sistema: Prototipo

Con la integración de los tres movimientos (prismático, rotacional y prismático) se está en posibilidad de obtener las mediciones a lo largo de la mina con la construcción del Vehículo Autónomo prototipo. En esta sección se presenta una descripción del Vehículo Autónomo prototipo. La figura 8 muestra la arquitectura del sistema y los módulos principales. La consola de control es una computadora personal (PC) desde la cual el usuario especifica remotamente las tareas a efectuar por el Vehículo. Dicha información es enviada por radiofrecuencia a la computadora (PC) local del vehículo, la cual pondrá en operación los módulos de Desplazamiento, Posicionamiento y Herramienta.

El Módulo de Desplazamiento tiene como finalidad ordenar y supervisar los movimientos de avance, retroceso y alto del vehículo. Este módulo está conformado por un medidor de distancia, un sistema de detección de obstáculos y un arreglo electromecánico para activar los pedales del vehículo.

La velocidad, dirección de avance o alto total de un vehículo minero normal, depende de la posición un par de pedales, los cuales son palancas que activan los comandos hidráulicos. El sistema de avance y retroceso implementado en el vehículo prototipo activa los pedales del vehículo a través de un arreglo electromecánico; el cual está conformado por dos motores de pasos y un juego de tensores y poleas. Cuando los motores de pasos se ponen en movimiento, ya sea hacia delante o atrás, efectúan un desplazamiento sobre los tensores, que a su vez, se encargan de mover los pedales.

El medidor de distancia mide la distancia recorrida por el vehículo utilizando un codificador óptico de Danaher Controls Inc., de 600 pulsos por revolución, para cerrar el lazo de control de avance. De las dos opciones con que se cuentan para instalarlo en el vehículo, en las llantas y la transmisión, se acopló

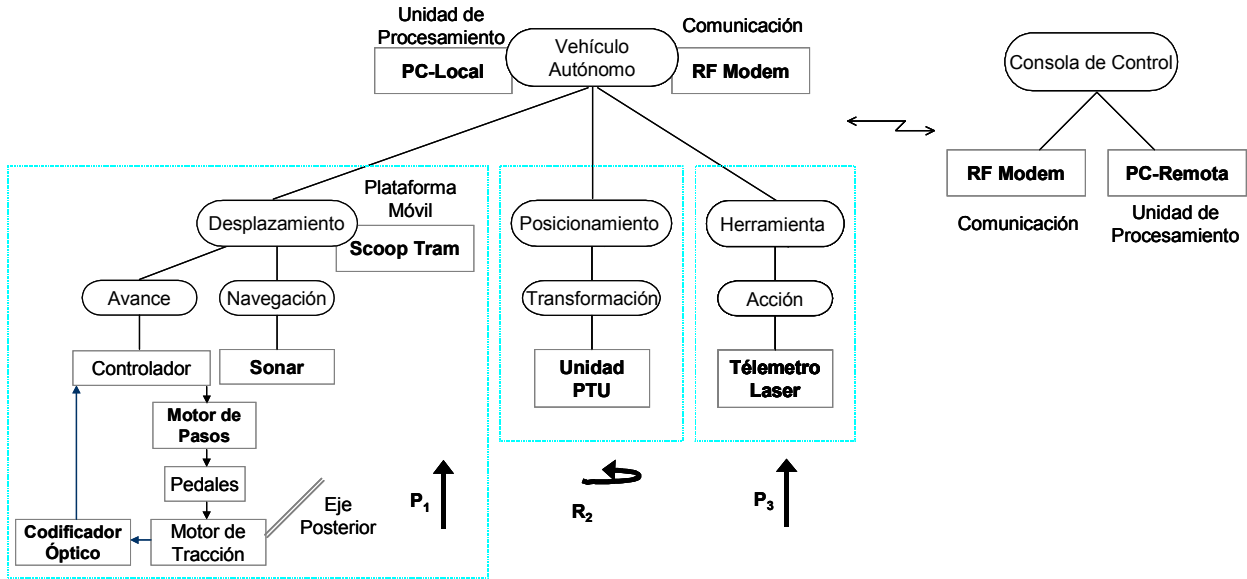


Figura 8. Arquitectura del Vehículo Autónomo prototipo

a la transmisión para protegerlo de los cambios bruscos en el terreno y de la suciedad que se adhiere a las llantas. Los resultados obtenidos con el codificador óptico fueron satisfactorios aunque convenimos con [4] donde se enuncia que los codificadores ópticos no son recomendables para el ambiente de una mina. Otro problema de los codificadores ópticos es que arrojan malas lecturas cuando las llantas sufren derrapes.

Con el objetivo de incrementar la seguridad y para determinar la posición de paro del vehículo, se adaptó al sistema, un detector de obstáculos basado en el sonar Polaroid 6500. Este detector tiene como finalidad enviar a la computadora local una señal de alto de emergencia cada vez que un obstáculo aparece en la trayectoria del vehículo. La condición de alto se mantiene mientras se detecta la existencia de un obstáculo (persona u otro vehículo).

El Módulo de Posicionamiento, conformado por la unidad PTU, realiza el movimiento rotacional para posicionar a la herramienta de medición. Los movimientos de la PTU se controlan con la computadora local, a través de un puerto serial, y se sincroniza con las mediciones del telémetro láser de acuerdo a la estrategia de operación.

El Módulo de Herramienta realiza las mediciones del tiro de la mina conforme el Vehículo se desplaza. La información recabada por este módulo se utiliza para obtener el modelo tridimensional de los túneles de la mina, sustituyendo así el tardado proceso de levantamiento topográfico. El módulo de herramienta consiste del telémetro láser y es controlado por la computadora local a través de un puerto serial, por donde se transmiten los comandos y se reciben las mediciones de distancia.

El Módulo de Comunicación establece un canal de radio enlace half-duplex entre la computadora (PC) remota y la computadora abordo del Vehículo, cerrando de esta manera el lazo de control de la teleoperación del Vehículo Autónomo. Este módulo lo constituyen dos módems de RF, de diseño propio, con velocidad de 1200 baudios conectados a los puertos seriales respectivamente.

El vehículo minero y los sensores se operan mediante programas y protocolos de control, usando como la computadora local una PC-Pentium a 133 MHz, con 32 MB de RAM y el sistema operativo Windows 95. Dicha computadora contaba con 3 puertos seriales y un puerto paralelo expandido a 24 líneas de entrada/salida. Un serial fue destinado para controlar la PTU, uno más al telémetro láser y el



(a) Vista lateral



(b) Vista en Diagonal

Figura 9. Resultados de la experimentación en el CEDES-ITESM

último a la comunicación por RF. Por su parte el puerto paralelo fue utilizado para controlar el sonar, leer el codificador óptico y activar los pedales de avance y retroceso.

Como PC remota se utilizó una computadora IBM-386 a 66 MHz, con 32 MB de RAM, un puerto serial, un puerto paralelo y Windows 95 como sistema operativo. La computadora sirve como consola de control para el usuario, a través de la cual se introducen los comandos que llegan hasta el Vehículo Automatizado por medio de los módems de RF. Los programas de la consola de control se realizaron en Turbo C++ v3.0.

El programa de control que se ejecuta en la PC local del Vehículo Autónomo conforma una extensión de la estrategia básica especificada en la sección del Análisis del Sistema.

5. Experimentación

En esta sección se reportan primeramente los resultados obtenidos durante las experimentaciones en las instalaciones del ITESM en el Campus Monterrey, para después incluir los resultados obtenidos en la mina “Las Golondrinas” en el estado de Guanajuato. La representación gráfica de las mediciones se realizó utilizando un graficador programado en Java 3D.

5.1. Pruebas en el ITESM

La automatización e integración del Vehículo Autónomo se realizó en el sótano del edificio del CEDES en el Campus Monterrey. La distribución de los componentes y el Vehículo para realizar la actualización topográfica se presenta en la figura 7.

Para los experimentos dentro del sótano del CEDES se establecieron las condiciones iniciales y se enviaron los comandos al Vehículo Autónomo. Cada 3 metros el vehículo se detuvo para realizar 3 mediciones con el telémetro láser según la secuencia de ángulos ($-30^\circ, 0^\circ, 30^\circ$). La distancia recorrida por el vehículo fue de 20 m. Las figura 9 muestra gráficamente el modelo tridimensional obtenido de las mediciones del techo del sótano del CEDES. La banda inferior representa el piso y la parte superior muestra el techo del sótano.

5.2. Pruebas en la mina “Las Golondrinas”.

Las pruebas se efectuaron en el túnel principal de la mina “Las Golondrinas” (figura 10a). Durante la ejecución de los experimentos se establecieron las condiciones iniciales en la consola remota, y se enviaron los comandos al vehículo autónomo. Cada metro el vehículo efectuaba un alto para realizar 15 mediciones con el telémetro láser separadas 10° una de otra (figura 10c). La distancia total recorrida por el vehículo fue de 15 metros (figura 10b).

Las figura 11 muestran gráficamente el modelo tridimensional obtenido de las mediciones.



(a) Túnel Principal



(b) Área de trabajo



(c) En operación

Figura 10. Área de trabajo en el túnel principal de la mina “Las Golondrinas”

La banda inferior representa el piso de la mina y la parte superior muestra las irregularidades del techo o cielo del túnel. Es importante mencionar que las medidas resultantes son aproximadas puesto que se consideró que el piso de la mina es un plano.

Los resultados principales de las pruebas son un aumento de hasta el 20 % en exactitud, con respecto a los métodos manuales. Otro aspecto importante es la disponibilidad de los datos, la cual es prácticamente en tiempo real, debido a que se genera y procesa digitalmente, por lo tanto el cómputo de la información es más rápido.

Durante la experimentación en la mina, los módems de RF presentaron problemas de comunicación, debido principalmente a las atenuaciones causadas por las paredes de la mina, mismas que impedían el radio enlace a distancias mayores a 7 metros. Dicho fenómeno se presenta con frecuencia en minas con yacimientos metálicos, y es un problema al que hay que enfrentarse.

6. Conclusiones

Se han presentado los trabajos desarrollados para efectuar de forma automática la actualización de la topografía del túnel de una mina. Se aplicó una metodología para el diseño y construcción de Vehículos Autónomos. Como resultado se obtuvo un sistema formado por un vehículo LHD convencional al cual se le agregaron instrumentos y sensores necesarios, para ser teleoperado. De los experimentos realizados y resultados obtenidos se puede concluir que:

- La metodología configuró un vehículo instrumentado y automatizado, capaz de realizar la tarea. Identificando el mejor arreglo de movimientos básicos para resolver la tarea, así como los componentes para desarrollar cada uno de estos movimientos y la estrategia básica de operación.
- La aplicación de esta metodología facilitó la construcción del Vehículo Autónomo para resolver la tarea; al explotar la universalidad de los vehículos convencionales y usar el enorme inventario de productos y tecnologías desarrolladas por la ingeniería. Sin embargo se pretende que la metodología pueda extenderse hacia una gran variedad de tareas y dominios.
- La metodología sistematizada sugiere que los componentes (mecánicos, electrónicos, sensores, actuadores, módulos de control y programas de cómputo) se podrán seleccionar y ensamblar con mayor rapidez, haciendo rentable la construcción de Vehículos Autónomos.
- El resultado del concepto cilíndrico ($P_1R_2P_3$), seleccionado por la metodología al explorar y analizar una serie de conceptos posibles, se aproxima a lo que generalmente se obtendría intuitivamente.
- La configuración del sistema para la actualización automatizada del perfil de la mina es factible, ya que ahorra tiempo en el proceso y presenta mayor precisión, como lo demuestran los resultados obtenidos en la experimentación del vehículo en el ambiente real.

Si bien el LHD representa una buena opción para encargarse del transporte del sistema de medición, por ser un vehículo diseñado específicamente para las condiciones de la mina, existen otras alternativas



(a) Vista lateral



(b) Vista frontal

Figura 11. Resultados de la experimentación en la mina “Las Golondrinas”

al incluir en el inventario vehículos todo terreno (ATV por sus siglas en inglés) de menor dimensiones y costo (una cuatrimoto, por ejemplo).

El telémetro láser proporciona una gran exactitud en las mediciones. El uso de codificadores ópticos es confiable, pero no son adecuados para el ambiente hostil de una mina. Los módems de RF presentan fallas a causa de las atenuaciones provocadas por el material metálico existente en las paredes de la mina.

Las mejoras que deben realizarse al sistema de medición recaen principalmente en el movimiento translacional. Para darle mayor precisión a la localización del vehículo dentro de la mina deben usarse sistemas inerciales de navegación que otorguen la orientación absoluta del vehículo, auxiliándose de marcas en los túneles como en [6].

7. Agradecimientos

Este trabajo es soportado, en parte, por el Conacyt bajo el proyecto No. 35396, ITESM y Compañía Peñoles, SA de CV. Los autores agradecen el trabajo del Ing. Manuel Olvera, Ing Adriana Cantú, Ing. José Luis Berzunza, MC. Patricia Mora y MC. Aldo Díaz Prado en el desarrollo del proyecto. Así como también la colaboración del Ing. Justo Wong (Cía. Fresnillo, SA de CV), Ing. Mario Flores (Cía. Minera Las Torres), Ing. Francisco Rábago y Ing. Gustavo Alvarado (Mina Bolañitos), Ing. Luis Azuara (Ingeniería Eléctrica y Equipo Electrónico) y Ing. Antonio López (Ramsey Mexicana) en la logística y realización de las pruebas en la mina.

8. Referencias

- [1] Scheduling, S., Dissanayake, G., Nebot, E. M., and Durrant-Whyte, H., “An Experiment in Autonomous Navigation of an Underground Mining Vehicle”. IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 15, No. 1, 85-95, 1999.
- [2] Hurteau, R., and St-Amant M., “Optical Guidance System for Underground Mine Vehicle”. IEEE Proceedings of the IEEE Conference on Robotics and Automation, Nice, France, 639-644, 1992.
- [3] Steele, J., Kleve, A., and Ganesh, C., “Control and Scale Model Simulation of Sensor-Guided LHD Mining Machines”, IEEE Transactions on Industrial Applications, Vol. 29, No. 6, pp. 1232-11238, 1993.
- [4] Scheduling, S., Nebot, E. M., Stevens, M., Durrant-Whyte, H., Roberts, J., Corke, P., Cunningham, J., Cook, B., “Experiments in Autonomous Underground Guidance”. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, Albuquerque, N. Mexico, 1898-1903, 1997.
- [5] Petty, M. K., Billingsley, J., Tran-Cong, T., “Autonomous LHD Loading”. Proceedings of the 4th Annual Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP'97), 1997.
- [6] Scheduling, S., Dissanayake, G., Nebot E., and Durrant-Whyte, H., “Slip Modelling and Aided Inertial Navigation of an LHD”. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 20-25 April 1997, Albuquerque NM, USA, 1997.

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

José Rafael Borbolla Escoboza, Angel Fomperoza Torres, Yohaina Haaz Melgarejo, José DeDiego FloresChapa, Manuel Antonio López Hernández, Elvira Trueba Christy, Mauricio González Avante, Martha Alvarado Ibarra, Rosa M. Jiménez, Teresa Carrillo e Ireye Anaya • Campus Monterrey; Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica; y Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”, ISSSTE, Cd. de México

Plasmatic endothelin-1and tissue factor activity as possible prognostic markers in primary pulmonary hypertension

María T. Collados, José R. Borbolla y Blanca Velázquez • Campus Monterrey e Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, México, D.F.

Utilidad de la biopsia de médula ósea en enfermedad de Hodgkin

Abraham Francisco Hernández S. • Campus Monterrey, Hospital San José

Niveles sanguíneos de plomo y desarrollo físico y mental de niños mexicanos

Irma E. Eraña Rojas, Gerardo Morales Aguilera y Jesús Santos Guzmán • Campus Monterrey y Universidad de California en Los Angeles, EEUU

Percepción y manejo de la fiebre: diferencias entre madres de familia y enfermeras

Carlos A. Cuello García, Laura I. Ramos Gómez, María Elena Medina López y Bertha A. Martínez González • Campus Monterrey

Siiguiente

A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations

José Rafael Borbolla Escoboza, Alejandro Nájera, Manuel A. López Hernández, Adela Segura, José E. DeDiego Flores, Mauricio González Avante, Elvira Trueba, Martha Alvarado y Rosa M. Jiménez • Campus Monterrey y Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”, ISSSTE, Cd. de México

Correlación sonográfica e histológica en la colecistitis y colestistolitiasis

Margarita Ramírez e Irma E. Eraña • Campus Monterrey, Hospital San José

Estudio comparativo del Dx colposcópico contra la técnica habitual de Papanicolaou

Ventura Enrique Niño Parra y Daniel Humberto Méndez Lozano • Campus Monterrey, Hospital San José

Ventajas y desventajas de la ooforectomía incidental en pacientes entre 35 y 45 años

Adriana Paredes Ríos, P. Díaz Espíndola, J.A. Dávila Rivas y Félix Arce C. • Campus Monterrey

Prolapso de cúpula vaginal y suspensión por laparoscopia utilizando cinta de mersilene de 5 mm: Descripción de técnica quirúrgica y experiencia de tres casos

Gerardo Iga, E. González, Enrique Segovia y Pablo Díaz • Campus Monterrey

[Anterior](#) [Siguiete](#)

La historia obstétrica, el tiempo de evolución de disquexia y la disfunción del piso pélvico

Pedro Gutiérrez Jiménez, María Teresa Sánchez Avila, Luis Alonso Morales Garza, David Aguirre Mar, Eduardo Giasi González, Miguel Angel Carrillo Martínez y J. F. Sánchez Avila • Campus Monterrey y Hospital Vall D'Hebrón, Barcelona, España

Índice de operación cesárea y su impacto en la morbi-mortalidad materno fetal

Eliodoro Crespo y Jesús J. Rodríguez Fernández • Campus Monterrey y Hospital de Ginecología y Obstetricia de Garza García, N.L.

Comparación de viagra (citrato de sildenafil) versus inyección intracavernosa (IIC) con trimix (papaverina, Fentolamina y PGE1) en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE)

Rafael Marín Medina, Robert E. Brannigan, Aaron Spitz, Edward C. Schatte, Francisco J. Orejuela, Michael R. Crone, Edward D. Kim y Larry I. Lipshultz • Campus Monterrey y Baylor College of Medicine, Houston, Texas, EEUU

Morbimortalidad en Endarterectomía Carotídea un Enfoque hacia el Control de Calidad

Manuel de la Maza, Marco A. Candia y Mariano Fuentes • Campus Monterrey

Enfermedad por reflujo gastroesofágico en niños: Utilidad de las modalidades diagnósticas

Luis Morales Garza, María Teresa Sánchez Avila, Estrella González Camid, Everardo Fernández Rangel, César Antonio Marrufo García y Aimeé Yazmín Ruiz Flores • Campus Monterrey

[Anterior](#) [Siguiete](#)

Incompetencia del esfínter esofágico inferior y dismotilidad esofágica en reflujo gastroesofágico

Pedro Gutiérrez Jiménez, María Teresa Sánchez Avila, Luis Alonso Morales Garza, David Aguirre Mar, Eduardo Giasi González y J.F. Sánchez Avila • Campus Monterrey y Hospital Vall D'Hebrón, Barcelona, España

Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo

Manuel A. López-Hernández, Martha Alvarado, José DeDiego Flores, José R. Borbolla Escoboza, Mauricio González-Avante, Rosa M. Jiménez, Angel Fomperoza Torres, Elvira Trueba y Claudia Medina • Campus Monterrey, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, Cd. de México y Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica

Factores pronósticos en pacientes con trasplante de cornea de alto riesgo

Carmen Piñeyro Garza y Alejandro Rodríguez García • Campus Monterrey

Anterior

COMPARACIÓN ENTRE CUATRO TRATAMIENTOS PARA MIELOMA MÚLTIPLE

José Rafael Borbolla Escoboza*, Ángel Fomperoza Torres**, Yohaina Haaz Melgarejo***, José deDiego FloresChapa****, Manuel Antonio López Hernández*****, Elvira Trueba Christy*****, Mauricio González Avante****, Martha Alvarado Ibarra****, Rosa M. Jiménez****, Teresa Carrillo****, Irene Anaya****.

La proliferación maligna de las células plasmáticas derivadas de una sola clona, corresponde a una entidad conocida como mieloma múltiple (MM). El melfalán más prednisona (MP) son considerados tratamiento estándar, la combinación de distintos regímenes de poliquimioterapia resulta eficaz para pacientes con resistencia a estas dos drogas y en algunos pacientes como tratamiento inicial. Se cree que el interferón alfa prolonga la respuesta al incluirse al régimen de quimioterapia tradicional. En el presente estudio se incluyeron 112 pacientes con MM con promedio de edad de 58.7 años (límites de 34 a 87) divididos en 4 grupos. Cada grupo recibió diferente régimen de tratamiento. Veintiún pacientes recibieron MP, 34 pacientes MP más interferón, 32 pacientes poliquimioterapia y 26 recibieron poliquimioterapia más interferón. Los grupos fueron comparables entre sí a excepción de la comparación poliquimioterapia con y sin interferón en donde el seguimiento promedio fue mayor para los pacientes con interferón fue significativamente sobrevida mayor que para los pacientes sin interferón. La global a los 14.5 años fue del 71% en los pacientes que recibieron MP más interferón *versus* 38% para los que recibieron MP solo. La sobrevida global a los 5.4 años fue del 68% en los pacientes que recibieron poliquimioterapia sola *versus* 57% para los que recibieron poliquimioterapia más interferón. Podemos concluir que la administración de MP con interferón aumenta la sobrevida global en comparación con MP solo. En lo referente a poliquimioterapia, el estudio parece sugerir que para fines de aumentar la sobrevida global no hay ventaja al administrar interferón.

Palabras clave: Mieloma múltiple, interferón alfa, sobrevida.

*José Rafael Borbolla Escoboza, Hematólogo. Director Asociado de Investigación Clínica, Centro de Investigación de Ciencias de la Salud, División de Ciencias de la Salud, Campus Monterrey. jrborbol@campus.mty.itesm.mx

**Ángel Fomperoza Torres, Alumno de séptimo semestre, Facultad de Medicina, Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica. fomperoza20@hotmail.com

***Yohaina Haaz Melgarejo, Departamento de Matemáticas, División de Ciencias y Humanidades, Campus Monterrey. hyhaaz@tesm.mx

****José DeDiego FloresChapa, Mauricio González Avante, Martha Alvarado Ibarra, Rosa M. Jiménez, Teresa Carrillo, Irene Anaya. Hematólogos, Adscritos al Servicio de Hematología, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, México DF.

*****Manuel Antonio López Hernández, Hematólogo. Coordinador de Servicios Modulares, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, México DF. lopeman@mail.internet.com.mx.

*****Elvira Trueba Christy, Hematólogo, jefe del Servicio de Hematología, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, México DF.

1. Introducción

El mieloma múltiple constituye una enfermedad neoplásica progresiva caracterizada por plasmocitomas (tumores de las células plasmáticas) en la médula ósea y por la sobreproducción de una inmunoglobulina monoclonal completa o de la proteína de "Bence Jones" (cadenas ligeras kappa o lambda monoclonales libres). El tumor, sus productos y la respuesta del huésped a ellos dan lugar a diversos trastornos funcionales orgánicos y a síntomas tales como dolores o fracturas óseas, insuficiencia renal, aumento de la susceptibilidad a infecciones, anemia, hipercalcemia y en ocasiones, trastornos de la coagulación, síntomas neurológicos y manifestaciones vasculares de hiper-viscosidad.

La causa del mieloma múltiple es desconocida, no se han encontrado alteraciones cromosómicas constantes, en algunos casos se ha visto la sobre-expresión de los genes myc o ras, p53 y Rb-1, está demostrado que la exposición a estímulos antigénicos prolongados desempeñan un papel importante en la transformación maligna de las células B. De la misma forma se ha observado mieloma con mayor frecuencia en granjeros, madereros, curtidores y en personas expuestas a los derivados del petróleo.

La transformación de las células neoplásicas puede ocurrir durante la diferenciación de las células B, antes de que se formen las células plasmáticas proceso en el cual la interleucina-6 juega un papel importante en la proliferación de las células del mieloma. La incidencia anual del mieloma múltiple es de 4 por 100 000 personas, y es similar en todos los países del mundo, la incidencia de mieloma aumenta con la edad. La mediana en el momento del diagnóstico es de 68 años. Afecta algo más a varones que a mujeres, y es dos veces más frecuente en personas de raza negra que de raza blanca.

La manifestación clínica más frecuente, en casi el 70% de los pacientes, es el dolor óseo, principalmente en espalda y costillas y que aumenta con los movimientos. Las lesiones óseas están causadas por la proliferación de las células neoplásicas y por activación de los osteoclastos, hay movilización del calcio óseo, provocando una característica hipercalcemia, otro de los problemas clínicos lo constituye una mayor susceptibilidad a las infecciones bacterianas principalmente por microorganismos encapsulados, debido a una menor producción y a una mayor destrucción de anticuerpos normales. En una gran parte de estos pacientes aparece insuficiencia renal debido a la hipercalcemia, también son constantes lesiones tubulares debidas a la excreción de cadenas ligeras, también existe anemia normocítica-normocrómica en un 80% de los pacientes.

La tríada clásica del mieloma es plasmocitosis medular, lesiones osteolíticas y un componente M en el suero, orina o ambos. Existen dos variantes en el mieloma; el plasmocitoma óseo solitario y el plasmocitoma extramedular. La clasificación para los tipos de mieloma es de tipo funcional, trata de pronosticar una supervivencia, y esta basada en métodos clínicos y de laboratorio conocido como el sistema Durie & Salmon, utilizando la hemoglobina, el calcio sérico, el componente M y el grado de afectación esquelética para tres estadios subdividiéndose estos a su vez de acuerdo a la función renal del paciente (niveles de creatinina sérica). Existen dos tipos de tratamiento: la quimioterapia sistémica para controlar la progresión del proceso y los cuidados sintomáticos o de sostén.

El tratamiento convencional ha consistido en pulsos intermitentes de un agente alquilante y prednisona administrados durante 4 a 7 días cada 4 a 6 semanas. Los trasplantes alogénicos también pueden conseguir elevadas tasas de respuesta pero la mortalidad asociada al tratamiento puede ser hasta del 40%. La combinación de adriamicina y dicloroetil-nitrosurea fue efectiva en pacientes refractarios al melfalán. En esos regímenes de combinación, la vincristina es frecuentemente adicionada a agentes alquilantes. El uso de interferón alfa como terapia de mantenimiento después de 12 ciclos de tratamiento estándar puede prolongar la respuesta a la quimioterapia convencional.

El objetivo del presente trabajo es comparar las remisiones, recaídas y defunciones en pacientes con mieloma múltiple que recibieron 4 regímenes diferentes de tratamiento. El mieloma múltiple es una enfermedad incurable y de la cual se tiene en México poco material humano que este especializado en el manejo de los regímenes correctos de terapéutica de esta enfermedad, por tal motivo la importancia no sólo científica sino clínica de el presente estudio es presentar un panorama de cada una de las opciones con las que se cuenta en cuanto a tratamientos. Otro de los puntos esenciales es que se maneja una muestra grande en un periodo de tiempo razonable para poder apreciar la evolución con cada uno de los tratamientos aplicados.

2. Metodología

El estudio fue retrospectivo, aleatorizado, comparativo y abierto.

Para la realización de éste se incluyeron 112 pacientes con mieloma múltiple (MM) de novo de acuerdo a los criterios diagnósticos convencionales, con una edad promedio de 58.7 años con límites de (34-87 años), durante el periodo febrero de 1986 a enero del 2001. La estadificación se realizó de acuerdo a Durie & Salmon la cual indica tres grados de estadificación basada en una combinación de factores relacionados con la masa tumoral del mieloma y el funcionamiento renal además de incluir otros criterios de clasificación como hemoglobina, niveles de calcio y si existe o no, lesión ósea. Los niveles de creatinina son importantes para subdividir los estadios en subgrupos: A, cuando existen niveles de creatinina menor o igual a 2 mg/dL y en el subgrupo B cuando existe una creatinina mayor o igual a 2 mg/dL. Se trataron en 4 diferentes programas terapéuticos.

A cada uno de los pacientes se les realizó las siguientes pruebas de laboratorio: hematocrito, albúmina, tipo de inmunoglobulina, B₂ microglobulina, calcio promedio, y creatinina al momento del diagnóstico. Se evaluaron las respuestas al tratamiento cada 6 meses y se llevo registro de remisión, recaídas, defunciones, causa de muerte y seguimiento de cada uno de los pacientes independientemente del grupo de tratamiento al que pertenecían.

Los subgrupos se dividieron a su vez se subdividieron los grupos en pacientes mayores y menores de 50 años, se identificaron promedio y limites de cada una de las variables demográficas así como del seguimiento general de cada uno de los pacientes para poder realizar pruebas estadísticas y ver si eran comparables los grupos entre sí.

Métodos estadísticos: prueba de Chi cuadrada para proporciones, prueba de t de student para promedios y tabla de sobre vida de Kaplan y Meier.

3. Resultados y discusión

Se evaluaron 112 pacientes con MM de novo con un promedio de edad de 58.7 años (límites de 34-87) de 1989 a la fecha.

Las variables demográficas que se tomaron fueron:

Edad, sexo, hematocrito, albúmina al momento del diagnóstico, estadio al diagnóstico según los criterios de clasificación pronóstica de Durie & salmon, porcentaje de células plasmáticas tipo de Inmunoglobulina, β_2 microglobulina, calcio promedio, niveles de creatinina, defunción y seguimiento en meses.

Se dividió a los pacientes en cuatro grupos diferentes de tratamiento y a su vez dentro de estos grupos se realizaron comparaciones entre sus variables demográficas.

Los grupos quedaron distribuidos de la siguiente manera:

- Melfalan prednisona: 33 pacientes
- Melfalan prednisona con interferón: 21 pacientes
- Poliquimioterapia: 32 pacientes
- Poliquimioterapia con interferón: 26 pacientes

Droga y vía de administración	Dosis Mg/m ² SC	Días
Melfalán VO	8	4
Prednisona VO	75	4

Tabla 1. Melfalán prednisona (grupo 1) de 1986 a 1989, cada 4 semanas por 24 meses

Droga y vía de administración	Dosis mg/Kg	Días
Melfalan	0.25	4
prednisona	2	4
Alfa interferón	2,000,000U/m ² SC/día	Tres veces por semana. (Pares)

Tabla 2. Melfalán prednisona más interferón (grupo 2) de 1989 a 1993, cada 6 semanas, por 18 meses

Droga y vía de administración	Dosis	Días
Melfalán VO	.25 mg/kg	4
Prednisona VO	100mg	4
En la semana 3 alfa interferón	5,000,000 U	3
Prednisona	100mg	4

Tabla 3. Melfalán prednisona con interferón (grupo 2) de 1993 a 1998 cada 4 semanas, por 18 meses.

Droga y vía de administración	Dosis mg/m ² SC	Días
Vincristina IV	1mg	1
Adriamicina IV	25	1
Ciclofosfamida VO	100	4
Prednisona VO	60	4

Tabla 4. Poliquimioterapia (grupo 3), de 1986 a 1989, cada 4 semanas, por 24 meses

Meses Nones			Meses Pares		
Droga y Vía de administración	Dosis mg	Días	Droga y Vía de administración	Dosis mg	Días
Vincristina IV	1	1	Vincristina iv	1	1
Ciclofosfamida IV	750m ² SC	1	Epirubicina iv	50/M ² SC	1
Melfalán VO	.25/Kg	4	BCNU IV	50/M ² SC	1
Prednisona VO	100	4	Prednisona VO	100	1

Tabla 5. poliquimioterapia con interferón (GRUPO 4) de1993 a 1998

Droga y Vía de administración	Dosis mg	Días	Droga y Vía de administración	Dosis mg	Días
Vincristina IV	1	1	Vincristina IV	1	1
Ciclofosfamida IV	750/m ² SC	1	Epirubicina IV	50m ² SC	1
Melfalán VO	0.25/Kg	4	Melfalán VO	.25/Kg	4
Prednisona VO	60/m ² Sc	4	Prednisona VO	60/m ² SC	4

Tabla 6. Poliquimioterapia con interferon de 1998 a la fecha

De estos grupos se realizaron comparaciones entre los grupos 1 y 2 y entre los grupos 3 y 4.

De la primera comparación de las variables entre los dos primeros grupos se obtuvieron los siguientes resultados:

	Melfalan/prednisona	Melfalán+prednisona+interferón	p
Edad promedio	60.15 (37-87)	60.7 (41-78)	0.78
Sexo (másc./fem)	18/15	10/11	0.91
Hto. promedio	33.9 (18-78)	34.6 (21-51)	0.018
Albúmina al Dx	3 (2-4.5)	3.1 (1.6-4.8)	0.40
Estadio al Dx	I-5, II-19, III-9	I-6, II-12, III-3	0.82
% Cels. Plasm.	30.3 (2-95)	39.4 (2-90)	0.35
Tipo de Ig	A-6,G-21	A-6,G-12	-
Beta 2 microglobulina	-	1.59 (0.3-8.8)	0.48
Calcio promedio	9.71 (8-14.3)	9.7 (8.1-13.5)	0.33
Creatinina >2	13 (38.2%)	2 (9.5%)	0.23
Seguimiento (meses)	44.29 (6-241)	57.19 (11-175)	0.78

Tabla 7.Comparación de las variables demográficas de los dos primeros grupos de tratamiento.

De esta comparación podemos concluir que solo hubo diferencia estadísticamente significativa en el hematocrito al momento del diagnóstico que fue de (p= 0.009) al momento de hacer el análisis estadístico.

Se compararon a su vez remisión, recaída y muerte entre los dos primeros grupos de pacientes y los resultados fueron los siguientes.

	Melfalán/Prednisona	Melfalán/prednisona + INF	p
Remisión # (%)	18 (52.9%)	21 (100%)	0.0001
Recaída # (%)	15 (44.1%)	14(66.6%)	0.0149
Defunción # (%)	21 (61.7%)	6(28.5%)	0.0120

Tabla 8. Resultados de la comparación entre remisión, recaída y defunción de los dos primeros grupos de tratamiento.

De la comparación entre poliquimioterapia y poliquimioterapia con interferón se obtuvieron los siguientes resultados:

	PQT	PQT/INF	p
Edad promedio	56.6 (34-81)	58.1 (41-80)	0.92
Sexo (másc/fem)	15/17	12/14	0.97
Hto promedio	30.4 (14-46)	33 (20-47)	0.34
Albúmina al Dx	2.58 (1.4-4.7)	2.99 (2.1-4.6)	0.1
Estadío al Dx	I-7,II-11, III-14	I-4,II-18,III-4	.087
% Cels. Plasm.	30 (0-80)	41.16 (3-92)	0.6
Beta 2 microglobulina	0.95 (.3-3.1)	0.63 (.15-2.2)	0.21
Calcio promedio	9.95 (8-15.3)	10.36 (8.1-14.7)	0.29
Creatinina >2	9 (28.1%)	6 (23%)	0.61
Seguimiento (meses)	15.68 (6-65)	30.92 (6-81)	0.032

Tabla 9. comparación de las variables demográficas entre los dos grupos de poliquimioterapia.

De esta comparación al hacer el análisis estadístico pudimos concluir que sólo hubo diferencia significativa entre el seguimiento de ambos grupos con una $p= 0.032$. Como en la comparación de los dos primeros grupos de pacientes también se analizó con los grupos 3 y 4 remisión. Recaída y tratamiento:

	PQT	PQT/INF	p
Remisión # (%)	17 (53.1%)	19 (73%)	0.094
Recaída # (%)	4 (12.5%)	7 (26.9%)	0.40
Muerte # (%)	10 (31.2%)	13 (50%)	0.15

Tabla 10. comparación de la remisión, recaída y defunción entre los dos tipos de poliquimioterapia

A continuación se incluye la tabla de sobrevida de los cuatro grupos de tratamiento:

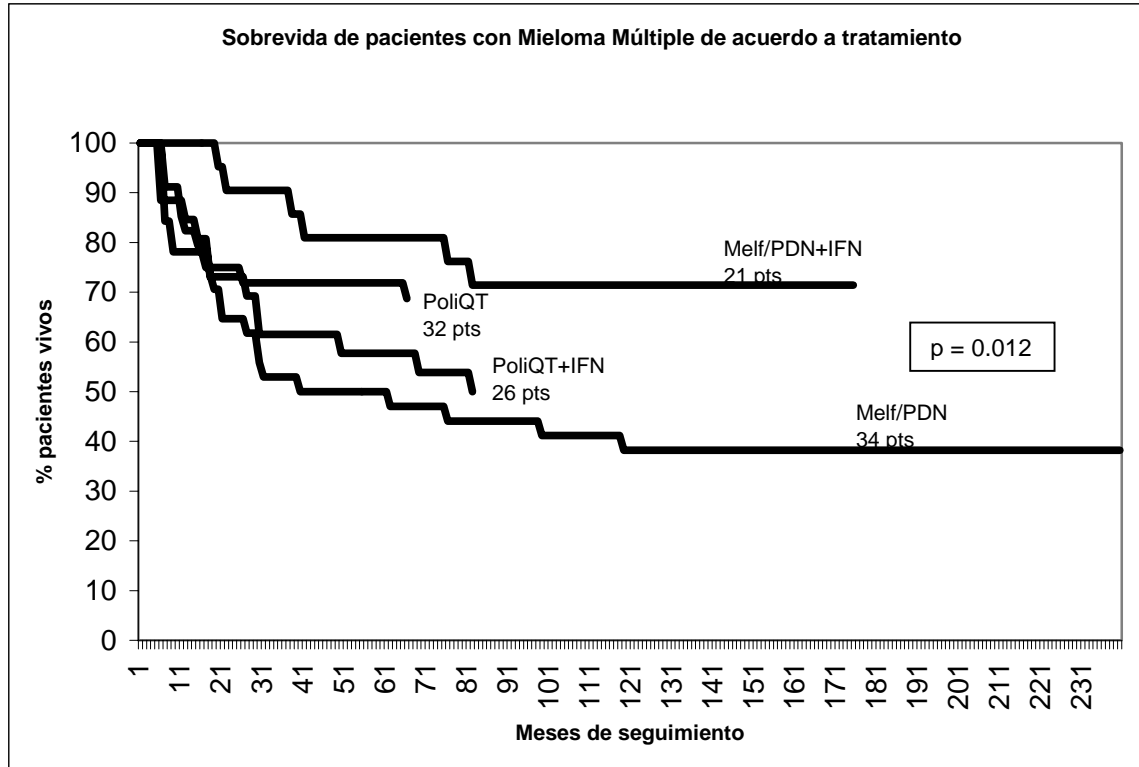


tabla 11. Sobrevida de los cuatro tipos de tratamiento.

	VIVOS (62)	MUERTOS (50)	p
Seguimiento (meses)	37.5	28.8	0.182
Edad (años)	56.3	61.8	0.034
B ₂ micro globulina	(31 pts) 1.03	(9 pts) 0.72	0.30

Tabla 11. comparación entre pacientes vivos contra los muertos en los parámetros de seguimiento, edad y nivel de B₂-micro globulina.

La combinación de melfalán y prednisona (MP) es reconocida como el tratamiento estándar para pacientes con mieloma sintomático ⁽¹⁾. Los pacientes que responden a éste tratamiento tienen mejor supervivencia que los que no lo hacen.

Se ha demostrado que aunque la adición de alfa interferón (αIFN) a la quimioterapia no mejora el grado de respuesta o la supervivencia, sin embargo si se prolonga la duración de la respuesta y de la remisión ⁽²⁾.

Nuestros resultados son similares a los publicados por The Nordic Myeloma Study Group ⁽²⁾. Los cuales también demostraron que la duración de la remisión era mayor en pacientes que recibían MP/INF comparados con los que sólo recibían MP.

Cooper et al compararon el porcentaje remisiones en pacientes que recibieron MP y aquellos que recibieron MP más aINF resultando con un menor porcentaje de remisiones aquellos que fueron tratados con MP más interferón, contrario a los resultados de nuestro estudio.

Cuando comparamos los grupos que recibieron PQT sola y PQT más aINF, encontramos un mayor porcentaje de pacientes que obtuvieron remisión en el grupo de PQT más aINF: 73% *versus* 53.1% de pacientes que sólo recibieron PQT. Del mismo modo comparando las recaídas encontramos que estas fueron mayores en el grupo de PQT más aINF (26.9% vs. 12.5%).

Y aunque el seguimiento no es estadísticamente comparable entre los grupos que recibieron PQT con y sin aINF, el número de muertos ha sido mayor en el grupo que si recibió aINF (50% *versus* 31.2%).

No encontramos diferencia significativa ($p= 0.182$) entre el seguimiento de los pacientes vivos y muertos, sin embargo, si existe diferencia significativa en la edad de ambos grupos: 56.3 *versus* 61.8 años ($p= 0.034$). Así mismo, y aunque los números de pacientes son pequeños (31 *versus* 9), los niveles de β_2 -micro globulina no parecen ser estadísticamente diferentes entre ambos grupos.

4. Conclusiones:

Con un seguimiento no significativamente diferente encontramos que la sobrevida global es mayor para los pacientes que recibieron MP más INF.

Paradójicamente la adición del INF mejora la sobrevida en MP pero aparentemente la empeora cuando se adiciona a la PQT.

Al comparar los grupos de MP y MP más aINF La duración de la remisión y el número de pacientes que la obtuvieron fue mayor en MP más aINF que MP solo, del mismo modo el numero de recaídas aumentó en el grupo de MP más aINF con un porcentaje de (66.6%) *versus* (42.4%) que corresponde a MP solo.

Aunque la diferencia no es estadísticamente significativa, al comparar los grupos de pacientes que recibieron PQT ó PQT más aINF tuvieron mayor número de recaídas aquellos que recibieron PQT con aINF que los que recibieron PQT sola. Además, El grupo con mayor número de pacientes que alcanzaron la remisión fue el de PQT más aINF con (73%) *versus* (53.1%) de PQT sola, sin embargo PQT más aINF también obtuvo el mayor numero de defunciones en comparación con PQT sola.

5. Referencias

1. Hoffman R., Benz E., Sanford J., Furie B., Cohen Harvey, Silberstein L., McGlave Philip. Editores. Hematology: Basic Principles and Practice. 3^{ra} edición: Churchill Livingstone; 2000. p. 1407.

2. The Nordic Myeloma Study Group. Interferon –alpha 2b added to melphalan-prednisone for initial and maintenance therapy in multiple myeloma. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 1996;124:212-222.

3. Cooper MR, Dear K, McIntyre OR, Ozer H, Ellerton J, Canellos G, Bernhardt, Related Arl B, Duggan D., Faragher D, Schiffer C. A randomized clinical trial comparing melphalan/prednisona with or without interferon alpha-2b in newly diagnosed patients with multiple myeloma: a cancer and leukemia Group B study, *J Clin Oncol* 1993;11:155-160.

PLASMATIC ENDOTHELIN-1 AND TISSUE FACTOR ACTIVITY AS POSSIBLE PROGNOSTIC MARKERS IN PRIMARY PULMONARY HYPERTENSION

María T. Collados*, Blanca Velázquez**; José R. Borbolla*.

STUDY OBJECTIVES. Although dysfunctional endothelium, vasoconstriction and *in situ* thrombosis are characteristics of primary pulmonary hypertension (PPH), the role that plasma vasomotors and coagulation factors play in these phenomenon, have not completely understood. In order to ascertain their possible diagnostic and prognostic value, we analyzed endothelin-1 (ET-1), thrombomodulin (TM), antigenic-Tissue Factor (TF), functional TF and antigenic-tissue factor pathway inhibitor (TFPI) values in controls and PPH patients divided into responders and non-responders on the basis of their hemodynamic response to vasodilator trial. **DESIGN:** Prospective, case-controlled, comparative study. **SETTING:** Mexican National Institute of Cardiology patients and healthy laboratory workers. **PARTICIPANTS:** We sampled venous and arterial plasma from sixteen PPH patients (10 responders and 6 non-responders) and 13 controls. **RESULTS:** We did not detect an arterio-venous gradient for any of the molecules. We found a continuous increase value of ET-1 in control group, responders and non-responder PPH patients respectively, and a continuous decrease of functional TF levels in control group, responders and non-responder PPH patients respectively. Moreover, PPH patients had a significant decrease of TM levels compared with controls in venous samples ($p=0.012$) and close to significant decrease in arterial samples ($p=0.117$). We did not find differences in antigenic TF and TFPI in PPH patients compared to controls. **CONCLUSIONS:** These results support the previous reports of a decrease in TM levels in PPH patients, and suggest that alteration of ET-1 and functional TF could be related to the clinical severity of PPH and therefore could serve as prognostic markers of this disease.

Key words: Primary pulmonary hypertension; endothelin-1; thrombomodulin; tissue factor; tissue factor pathway inhibitor; endothelium; thrombosis.

María T. Collados Larumbe, Profesor Investigador, Centro de Investigación en Ciencias de la Salud (CIECS), División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey.

Blanca Velásquez, Departamento de Fisiología, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", México DF.

José R. Borbolla Escoboza, Director Asociado de Investigación Clínica, Centro de Investigación en Ciencias de la Salud (CIECS), División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey

1. Introduction:

Pulmonary hypertension has been defined as an elevation of mean pulmonary arterial pressure by more than 20 mm of Hg at rest, or 30 mm of Hg during exercise, with normal pulmonary wedge pressure, and subsequent right heart failure (1). The disease can be primary (PPH), without a known cause, or appear secondary to several cardiopulmonary conditions. PPH is an uncommon disease and affects young people, predominantly women. Since its identification as a disease, much has been learned about its pathogenesis (2, 3), histopathology (4) and management (5). Nevertheless, molecular phenomena involved in the etiology, as well as diagnostic and prognostic markers aimed at a better patient care, remain to be discovered. The major limiting steps to reach these answers reside in the low number of patients presenting the condition.

Primary pulmonary hypertension is the results of pulmonary endothelial injury, which leads either to intimal proliferation with smooth muscle hypertrophy or to intimal proliferation with intravascular thrombosis, although an overlap does exist between them (6). The role played by the endothelium is gaining importance among researchers due to the wide range of biological functions associated to it, and the related actions that this endothelium may have on the mechanism of thrombus formation and vasoconstriction. Therefore, it is believed that the pulmonary vascular endothelial cell could play a central part in the pathogenesis of PPH (3).

While in normal conditions vascular endothelium promotes vasodilatation and prevents thrombus formation, in disease, the endothelial cell could abnormally release and/or express substances associated to vasoconstriction, like endothelin -1 (ET-1), and thrombosis, von Willebrand factor (vWF), thrombomodulin (TM), tissue factor (TF) and tissue factor pathway inhibitor (TFPI). Theoretically, PPH patients should have an increase von Willebrand factor release to promote platelet aggregation, and an increase in TF with a decrease in anticoagulant substances such as TM and TFPI (3, 7), to promote a procoagulant state.

Several authors have confirmed some of these profiles in PPH patients; an increase in vWF (8, 9) and ET-1 (10); and decrease in TM (11). However, up until now, the only molecule with prognostic value has been vWF (12, 13). No significant findings have been made regarding TF and its inhibitor TFPI.

Our work's aim is to analyze ET-1, TM, TF and TFPI in 16 PPH patients with different clinical prognosis, and to try to find some diagnostic or prognostic value for these patients.

2. Patients and Methods

Patient sample

The study group included 16 PPH patients. Diagnostic criteria for PPH was based on well-defined clinical features (chest X-ray: prominent main pulmonary artery and hilar vessels); electrocardiogram changes corresponding to right ventricular hypertrophy; hemodynamic criteria: presence of an elevated >22 mm Hg mean pulmonary pressure at rest; a normal pulmonary capillary wedge pressure, and the absence of other diseases known to cause or to be associated

with secondary pulmonary hypertension (14, 15). Thirteen case controls matched for age and sex were studied in parallel. The study protocol was approved by our institution's ethics committee, and written consent was obtained from both the patients and controls after they were thoroughly informed of the aims of this study.

All 16 patients were subjected to an acute vasodilator trial in the 4 months prior to the study. This consisted of an initial infusion with isoproterenol (3-5 μ g infused into the pulmonary artery in 1 min), followed by hydralazine infusion (0.33 mg/kg infused into the pulmonary artery over 3 min) and finally, sublingual administration of nifedipine (10-20 mg). On the basis of their hemodynamic response to the vasodilator trial, the patients were divided into two groups: responders and non-responders. The criteria for an acute favorable response to the vasodilator trial that had to be fulfilled by patients was: 1) a significant decrease in pulmonary artery pressure (PAP) or indexed pulmonary vascular resistance (PVRI) (>20% from baseline), 2) a predominantly, pulmonary, vasodilator response as assessed by a decrease in the ratio of pulmonary to systemic arterial resistance (Rp/Rs), and 3) the absence of a deleterious effect on pulmonary gas exchange (14). To avoid activation of coagulation pathways due to contact with artificial surfaces (16), all samples were taken at least 1 month after the practice of any catheterization procedures.

Paired blood samples were taken at the same time from the radial artery and the antecubital vein in order to approach to behavior of the pulmonary vasculature; although study of the pulmonary vasculature is usually performed with blood samples taken from the aorta and the pulmonary artery using intracardiac procedures, we sampled radial artery instead the aorta, due to the rapid blood transit that exists between them; similarly, we obtained blood samples from the antecubital vein instead of the pulmonary artery, because the former has already been used as a satisfactory substitute for the latter (17). The blood samples were collected in 3.8% sodium citrate tubes in a 1:10 ratio (v/v), and in 5 mmol/L ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA). Blood was centrifuged at 2500 g for 20 min and the plasma was stored at -80°C until used. Samples were thawed at 37°C before the corresponding assay and then discarded.

Endothelin-1: ET-1 was measured with a commercially available immunoenzymatic assay (R&D Systems), after the ET-1 was extracted from the plasma. The extraction procedure was as follows: 1 mL of sample was mixed with 1.5 mL of extraction solvent (acetone 1M: HCl:H₂O in a 40:1:5 proportion) and centrifuged for 20 minutes at 3000 rpm in a refrigerated centrifuge at 4°C ; the supernatant was decanted into a polypropylenen tube and dried in a centrifugant evaporator for 4 hours at 37°C ; after this, pellet was reconstituted in 0.25 mL of sample diluent (provided in the commercial Kit) and vortex for 30 seconds; reconstituted samples were stored overnight at 4°C . After this, the assay was performed following instructions provide by manufacturer. Results were expressed in pg/mL.

Thrombomodulin: ELISA microplates were coated with monoclonal mouse antihuman thrombomodulin antibody (American Diagnostica) at 1:800 dilution in PBS, at room temperature, overnight. The plates were washed first with deionized water and then with PBS containing 0.1% Tween-20 (PBS-Tween). After washing, plasma samples or plasma control diluted 1:10 in PBS containing 0.1% Triton X-100 (PBS-Triton X-100) were added and incubated for 2 h at 37°C , then washed with PBS-Tween. Afterwards, polyclonal goat antihuman thrombomodulin (American Diagnostica) diluted 1:400 in PBS-Triton X-100 was incubated for 45 min at 37°C followed by washing of the plates. After washing, antigoat IgG peroxidase labelled (Calbiochem) at 1:5000 dilution in PBS-Triton X-100 was added and incubated for 45 min at 37°C . Enzyme substrate, consisting of 0.27 % O-phenylenediamine and 0.03% H₂O₂ in citric phosphate buffer (0.016 mol/L citric acid, 0.034 mol/L dibasic phosphate), pH 5, was then added. After an appropriate interval, the reaction was terminated by the addition of 50 μ L of 2N sulfuric acid to each well.

Absorbance values were read at 492 nm with an ELISA plate reader (model EL-311, Bio-Tek, Winooski, VT, USA). Results were expressed as the percentage of thrombomodulin to a standard reading of pooled control.

Antigenic TF: Plasmatic TF concentration was measured with a commercially available immunoenzymatic assay (American Diagnostica), which was graciously donated by Grifols laboratories, Barcelona. Results were expressed in pg/mL.

TF activity: Functional TF was measured using a commercially available chromogenic assay (actichrome TF, American Diagnostica), which recognizes free plasmatic TF and TF bind to factor VIIa. Results were expressed in nmol/L.

TFPI: Antigenic TFPI was performed by ELISA as followed: monoclonal mouse antihuman TFPI (American Diagnostica) diluted 1:500 in PBS was incubated on ELISA microplates overnight at room temperature. After washing with deionized water and PBS-Tween 20, TFPI standard, range 6.25-100 ng/mL, (American Diagnostica) our plasma samples were incubated at 37°C for 2 h, and then washed with PBS-Tween 20. Afterwards, polyclonal rabbit antihuman TFPI (American Diagnostica) dilute 1:2000 was added and incubated for 45 min at 37 °C. Anti rabbit IgG peroxidase labelled (Sigma-Aldrich) was then incubated for 45 min at 37 °C. Enzyme substrate, consisting of 0.27 % O-phenylenediamine and 0.03% H₂O₂ in citric phosphate buffer (0.016 mol/L citric acid, 0.034 mol/L dibasic phosphate), pH 5, was then added. After an appropriate interval, the reaction was terminated by the addition of 50 µL of 2N sulfuric acid to each well. Absorbance values were read at 492 nm with an ELISA plate reader (model EL-311, Bio-Tek, Winooski, VT, USA).

Statistical analysis: Results are reported as mean ± SD. Normality distribution from each group data was determined using a Shapiro Wilks test and equality of the variances between the groups was analyzed using a Fisher test. Comparisons of means of data obtained between PPH patients and controls or between responders and non-responders patients were made using the Student's test. All reported P values are two-tailed and a P value of less of 0.05 was considered to be significant.

3. Results and discussion.

Although comparison of the venous and arterial determinations in all studied molecules did not show significant differences, we will consider both determinations separately.

Endothelin-1: ET-1 concentration was significantly higher in the study group when compared to the control group, in both, venous ($p=1.66 \times 10^{-6}$) and arterial samples ($p=6.07 \times 10^{-7}$). Furthermore, among the PPH patients, we observed a tendency, without statistical significance, of higher concentration of ET-1 in non-responders patients (1.87 ± 0.47 pg/mL and 1.596 ± 0.37 pg/mL in venous and arterial blood respectively) when compared to responding patients (1.32 ± 0.35 pg/mL and 1.29 ± 0.38 pg/mL in venous and arterial blood respectively). Data are shown in **figure 1**.

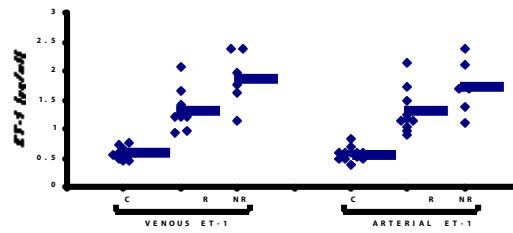
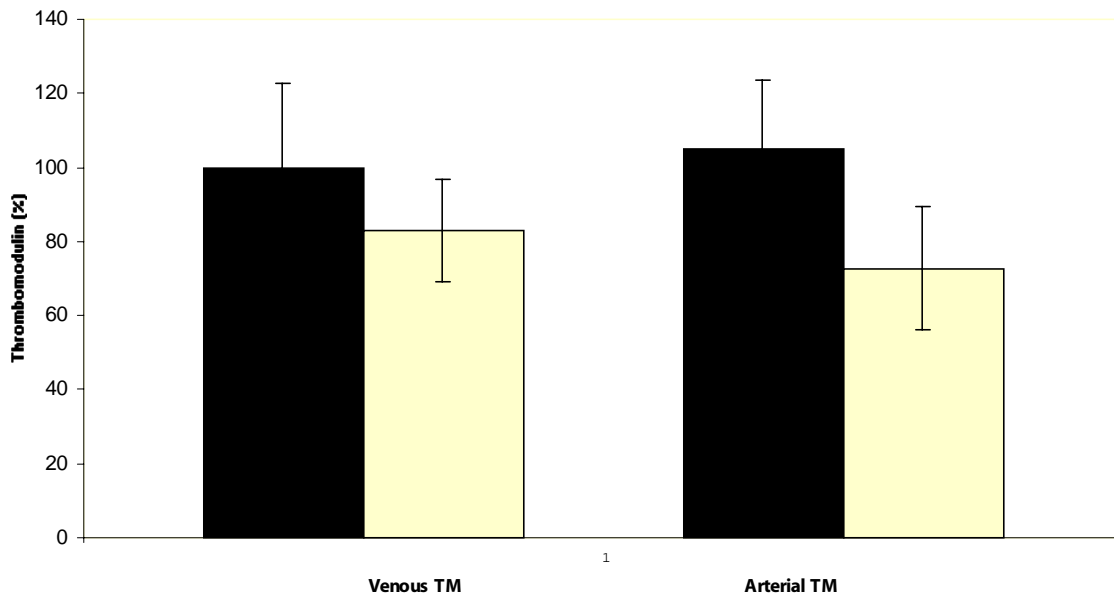


Figure 1.

Thrombomodulin: PPH patients had lower TM levels ($83.1\% \pm 27.6\%$ and $72.8\% \pm 33.2\%$ in venous and arterial samples respectively) compared with the values observed in the control group ($100\% \pm 45\%$ and $105.1\% \pm 37.2\%$ in venous and arterial samples respectively) as shown in **figure 2**. However, statistical difference was only showed in arterial samples ($P=0.0154$) and near significance with a P value slightly higher than 0.05 ($P=0.0766$) in venous samples. There were no differences in TM concentration between responders and non-responders.

FIGURE 2.

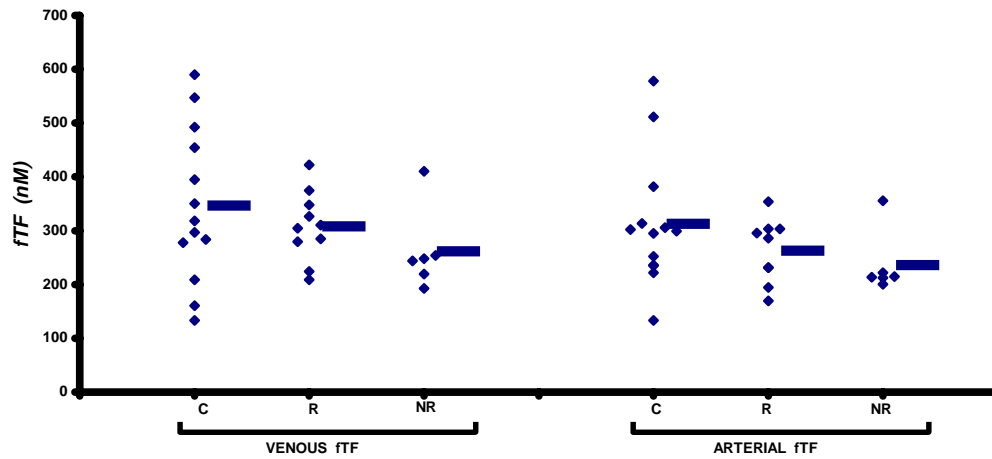


TFPI: The concentrations of antigenic TFPI were similar in PPH patients and the control group. No differences were observed between responders and non-responders.

Antigenic TF: Like the results found in TFPI antigen determination, plasmatic TF concentrations were similar in the control group and PPH patients regardless of the prognosis.

Functional TF: The activity of TF of the patients with PPH was lower than that of control group in venous samples (290.7 ± 70.7 nmol/L in patients vs 346.8 ± 143.2 nmol/L in controls, $p=0.012$) and in arterial samples (252.4 ± 84.9 nmol/L in patients vs 312.6 ± 119.5 nmol/L in controls, $p=0.117$, NS). Although statistical significance was not found, as it is showed in **figure 3**, it was interesting to observe that non-responder patients had lower functional TF values (261.4 ± 76.4 nmol/L and 236.4 ± 58.9 nmol/L in venous and arterial samples respectively) than that found in responders (308.3 ± 64.6 nmol/L and 263.1 ± 59.8 nmol/L in venous and arterial samples respectively).

FIGURE 3.



In order to study the pulmonary vasculature change, we sampled radial artery and antecubital vein, like that describe by Stewart et al (17). Moreover, differences in blood pressure and oxygen concentration, which could influence molecules studied in this research, are clear when comparing arterial and venous blood (18). However, we not found arterio-venous gradient in any of molecules we have determined.

According to Rich (15), endothelial cell function can be evaluated in PPH patients, depending on the response of the pulmonary circulation to endothelium-dependent and independent vasodilators; therefore, patients with more severe disease are unresponsive to either class of vasodilators. For this reason, we used the grade or response of the patients with PPH to an acute trial with both endothelium-dependent and independent vasodilators, as indirect measure of endothelial dysfunction (15, 19), and of PPH severity.

Important advances about pathologic mechanism underlying PPH was generated in the past decade. Pathological characteristics of PPH are the injury to pulmonary vascular wall, specifically, to the endothelium, vasoconstriction and widespread arteriolar thrombosis

independent of their etiology. In the setting of pulmonary hypertension, a variety of stimuli such as hypoxia or shear stress can be responsible for endothelial cell malfunction (2). In fact, the predominant current view is that injury to the vascular endothelium of the small pulmonary arteries and arterioles initiates the pulmonary hypertensive process (20).

Although there are already reports of alterations in expression of molecules responsible for vasoconstriction and thrombosis, like increase of ET-1(10) and decrease of TM (11), it was not found any prognostic value for them in PPH. In other hand, there are no reports regarding the behavior of TF and TFPI in PPH.

ET-1 play an important role in cardiovascular system, with potent vasoconstrictive, proliferative and thrombogenic actions (21). ET-1 are elevated in a number of conditions characterized by impaired cardiovascular performance and abnormal vasoconstriction such as congestive cardiac failure and pulmonary hypertension (22). Some diseases where ET-1 concentration correlates with severity are coronary artery disease in patients with stable angina pectoris and pulmonary hypertension secondary to chronic congestive heart failure (23). We found an increase of ET-1 in PPH patients, according to literature (17), and also a possible correlation of ET-1 level with severity of PPH, probably related with a progressive dysfunction of endothelial cell in non-responders patients to respect responders patients, according to opinion about ET-1 is a good marker of endothelial injury (17).

TM is an anticoagulant glycoprotein expressed by endothelial cells. TM also exists in circulating plasma as soluble heterogeneous fragments, although function of this soluble TM is yet unknown (24). In addition to endothelial injury, hypoxia or increased shear stress is common in PPH patients. While pathologic conditions where is widespread damage to the vascular endothelium, such as disseminated intravascular coagulation (25), diabetic angiopathy (26), thrombotic thrombocytopenic purpura (27) or multiple sclerosis (28), TM is increased, hypoxia and shear stress are related with decrease of TM expression for endothelial cell. In our PPH patients, we found, according to Cacoub et al (10), that plasma thrombomodulin levels are decreased when compared to controls. These results suggest that in PPH patients, hypoxia or shear stress could be more important stimuli that endothelial injury on TM expression, making a prothrombotic status.

TF is a glycoprotein which acts as a cofactor of factor VIIa. Because TF is an integral membrane protein, the TF and factor VIIa complex (TF:VIIa) is tied to the cell surface. This enzymatic complex is generally considered to be the initiator of coagulation (29). The most significant inhibitor of the TF:VIIa complex is the tissue factor pathway inhibitor (TFPI), which reacts with factor Xa and with factor VIIa bound to TF, forming a tetramolecular complex (TF:VIIa:TFPI:Xa). Both TF and TFPI are synthesized by endothelial cells, the former usually only after cell activation (30). Up until now, no reports exist about the behavior of plasmatic TF and TFPI in PPH patients.

Vascular lesions of PPH are similar to that described in atherosclerosis. An increase of TF antigen and activity and TFPI have been reported on atherosclerotic vessel wall, suggesting that TF contributes to the thrombotic property of atherosclerotic lesions (31) and a significant role of TFPI in the regulation of TF activity (32). However, plasmatic TF and TFPI have not been evaluated in atherosclerosis.

TFPI is found in vivo in association with endothelial cells, lipoproteins, or in free form. Circulating TFPI is the most potent form, and it is released from endothelial cells as a result of

pathological stimuli. Plasma antigen levels of patients suffering disseminated intravascular coagulation, where endothelial injury is present are elevated (33, 34). To respect to circulating TF, their physiological function is unknown. Elevation of plasma TF have been reported in disseminated intravascular coagulation (35) and thrombotic thrombocytopenic purpura (36). The authors ascribe ascribed the increase of plasma TF to proteolytic cleavage of TF as a result of injury of vascular endothelial cells rather than up-regulation of TF expression (29, 37). However, Giesen et al (38) showed that TF activity is always present in plasma, suggesting a significant role for circulating TF.

Recently it has been described that shear stress reduces functional, but not antigenic expression in the supernatant of intact endothelium in a shear stress level-dependent manner, probably due to augmented secretion of TFPI (39). As we mentioned above, shear stress appears in the setting of PPH. Therefore, decrease of TF activity observed in our PPH patients could be related with an increased shear stress. In other hand, shear stress increases expression of TFPI on cell surface (40). Some possible hypothesis about the significance of reduced functional TF to respect TF antigen in PPH patients could be: a) In procoagulant conditions, complex TF:VIIa on cell surfaces initiates coagulation and TFPI down regulate procoagulant activity of complex TF:VIIa forming the tetramolecular complex TF:VIIa:TFPI:Xa on membrane surface. So, under an elevated shear stress like that of PPH, it is possible that decrease of circulating TF activity may indicate an encryption of functional TF by TFPI on cell surfaces, suggesting a strong procoagulant activity whose intensity could be greater in the more severe state of disease; and b) endothelial injury in PPH could produce proteolysis of an altered form of TF without the capacity to form a complex with factor VIIa and therefore, dysfunctional; so, as endothelial dysfunction increases also abnormal TF release increases, while TF antigen remains constant. We cannot explain the invariable concentration of circulating TFPI in PPH with respect to the control group. Which ever the mechanism for this process is, with the collected data we can only concluded that there is a clear decrease of functional TF in PPH patients, which is accentuated as the disease becomes more severe, suggesting a possible prognostic value for functional TF.

In conclusion, we found that in PPH patients, variations of plasmatic ET-1 and plasmatic TF activity (increase and decrease respectively) to respect control values, are stronger as disease worsens, suggesting a deterioration of endothelial function or a mechanism caused by shear stress. Moreover, we confirm that PPH patient have a lower circulating concentration of TM, according to Cacoub et al (10). On the basis of these results we concluded that ET-1 and functional TF could be considered as prognostic markers in PPH. However, studies involving a larger number of patients are required to confirm this hypothesis.

4. References

1. Thomson JR, Trembath RC. Primary pulmonary hypertension: the pressure rises for a gene. *J Clin Pathol* 2000;53:899-903.
2. Rich S. Primary pulmonary hypertension. *Prog Cardiovasc Dis* 1988;31:205-38.
3. Loscalzo J. Endothelial dysfunction in pulmonary hypertension. *N Engl J Med* 1992;237:117-9.
4. Pietra GG, Edwards WD, Kay MJ, Rich S, Kerns J, Schloo B, Ayres SM, Bergofsky EH, Brundage BM, Detre KM, Fishman AP, Goldring RM, Groves BM, Levy PS, Reid LM, Vreim CE, Williams gw. Histopathology of PPH. *Circulation* 1989;80:1198-1206.
5. Wanstall JC, Jeffery TK. Recognition and management of pulmonary hypertension. *Drugs* 1998;56:989-1007.
6. Rich S, Brundage BH. Pulmonary hypertension: a cellular basis for understanding the pathophysiology and treatment. *J Am Coll Cardiol* 1989;14:545-501.

7. Hassell KL. Altered hemostasis in pulmonary hypertension. *Blood Coag Fibrinol* 1998;9:107-117.
8. Rabinovitch M, Andrew M, Thom H, et al. Abnormal endothelial factor VIII associated with pulmonary hypertension and congenital heart defects. *Circulation* 1987;76:1043-1052.
9. Lopes AA, Maeda NY, Aiello VD, et al. Abnormal multimeric and oligomeric composition is associated with enhanced endothelial expression of von Willebrand factor in pulmonary hypertension. *Chest* 1993;104:1455-1460.
10. Cacoub P, Dorent R, Maistre G, et al. Endothelin-1 in the lungs of patients with pulmonary hypertension. *Cardiovasc Res* 1997;33:196-200.
11. Cacoub P, Karmochkine M, Dorent R, et al. Plasma levels of thrombomodulin in pulmonary hypertension. *Am J Med* 1996;101:160-164.
12. Lopes AA, Maeda NY. Circulating von Willebrand factor antigen as a predictor of short term prognosis in pulmonary hypertension. *Chest* 1998;114:1276-82.
13. Collados MT, Sandoval J, López S, Massó F, Páez A, Borbolla JR, Montañón LF. Characterization of von Willebrand factor in primary pulmonary hypertension. *Heart and Vessels* 1999;14:246-52.
14. Sandoval J, Bauerle O, Palomar A, Gómez A, Martínez-Guerra ML, Beltrán M, Guerrero L. Survival in primary pulmonary hypertension. *Circulation* 1994;89:1733-44.
15. Rich S. Primary pulmonary hypertension. *Curr Opin Cardiol* 1993;8:796-801.
16. Grossman R, Babin-Ebell J, Mishop M, et al. Changes in coagulation and fibrinolytic parameters caused by extracorporeal circulation. *Heart Vessels* 1991;6:102-106.
17. Stewart DJ, Levy RD, Cernacek P, et al. Increase plasma endothelin 1 in pulmonary hypertension: marker or mediator of disease? *Ann Intern Med* 1991;114:464-469.
18. Blann AD, Adamns RA, Katai F, et al. Haematology and coagulation indices in paired samples of arterial and venous blood from patients with arterial disease. *Haemostasis* 1996;26:72-78.
19. Rich S, Kaufman E, Levy PS. The effect of high doses of calcium-channel blockers on survival in primary pulmonary hypertension. *N Engl J Med* 1992;327:76-81.
20. Fishman AP. Etiology and pathogenesis of primary pulmonary hypertension. *Chest* 1998;114:242S-247S.
21. Schmitz-Spanke S, Schipke JD. Potential role of endothelin-1 and endothelin antagonists in cardiovascular diseases. *Basic Research in Cardiology* 2000;95:290-298.
22. Kiely DG, Cargill RI, Strughers AD, et al. Cardiopulmonary effects of endothelin-1 in man. *Cardiovasc Res* 1997;33:378-386.
23. Salomone OA, Elliott PM, Calviño R, et al. Plasma immunoreactive endothelin concentration correlates with severity of coronary artery disease in patients with stable angina pectoris and normal ventricular function. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:14-19.
24. Cucurull E, Ghavari AE. Thrombomodulin: a new frontier in lupus research? *Clin Exp Rheumatol* 1997;15:1-4.
25. Gando S, Kameue T, Nanzaki S, et al. Cytokines, soluble thrombomodulin and disseminated intravascular coagulation in patients with systemic inflammatory response syndrome. *Thromb Res* 1995;80:519-526.
26. Tanaka A, Ishii H, Hiraishi S, et al. Increased thrombomodulin values in plasma of diabetic men with microangiopathy. *Clin Chem* 1991;37:269-272.
27. Takahashi H, Hanano M, Wada K, et al. Circulating thrombomodulin in thrombotic thrombocytopenic purpura. *Am J Hematol* 1991;38:174-7.
28. Tsukada N, Matsuda M, Miyagi K, et al. Thrombomodulin in the sera of patients with multiple sclerosis and human lymphotropic virus type-1-associated myelopathy. *J Neuroimmunol* 1995;56:113-116. diabetic angiopathy, thrombotic thrombocytopenic purpura or multiple sclerosis (24).
29. Morrissey JH. Tissue factor and factor VII initiation of coagulation. In: Colman RW, Hirsch J, Marder VJ, Clowes AW, George JN, eds. *Hemostasis and thrombosis*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:89-101.
30. Crawley J, Lupu F, Westmuckett AD, et al. Expression, localization, and activity of tissue factor pathway inhibitor in normal and atherosclerotic human vessels. *Arterioscl Thromb Vasc Biol* 2000;20:1362-1382.

31. Hatakeyama K, Asada Y, Marutsuka K et al. Localization and activity of tissue factor in human aortic atherosclerotic lesions. *Atherosclerosis* 1997;133:213-219.
32. Crawley J, Lupu F, Westmuckett AD et al. Expression, localization, and activity of tissue factor pathway inhibitor in normal and atherosclerotic human vessels.
33. Okuwaga Y, Wada H, Noda T et al. Increased plasma levels of tissue factor pathway inhibitor activated factor X complex in patients with disseminated intravascular coagulation. *Am J Hematol* 2000;65:210-214.
34. Asakura H, Ontachi Y, Mizutani T, et al. Elevated levels of free tissue factor pathway inhibitor antigen in cases of disseminated intravascular coagulation caused by various underlying diseases. *Blood Coagul Fibrinolysis* 2001;12:1-8.
35. Takahashi H, Satoh N, Wada K, et al. Tissue factor in plasma of patients with disseminated intravascular coagulation. *Am J Hematol* 1994;46:333-337.
36. Koyama T, Nishida K, Ohdama S, et al. Determination of plasma tissue factor antigen and its clinical significance. *Br J Haematol* 1994;87:343-347.
37. Koyama T, Ohdama S, Aoki N. Plasma tissue factor reflects endothelial cell injury rather than upregulation of tissue factor expression. *Thromb Haemostas* 1997;78:972.
38. Giesen PL, Nemerson Y. Tissue factor in the loose. *Semin Thromb Hemost* 2000;26:379-384.
39. Grabowski EF, Reininger AJ, Petteruti PG, et al. Shear stress decreases endothelial cell tissue factor activity by augmenting secretion of tissue factor pathway inhibitor. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2001;21:157-162.
40. Westmuckett AD, Lupu C, Roquefeuil S, et al. Fluid flow induces upregulation of synthesis and release of tissue factor pathway inhibitor in vitro. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000;11:2474-82.

UTILIDAD DE LA BIOPSIA DE MEDULA OSEA EN ENFERMEDAD DE HODGKIN

Dr. Abraham Francisco Hernández Sandoval
Médico Residente de Patología Clínica
Hospital San José- Tec de Monterrey

Resumen

Introducción

La enfermedad de Hodgkin es una neoplasia linfocítica cuyo tratamiento específico y pronóstico varía de acuerdo con su estadio clínico. La determinación del estadio de la enfermedad de Hodgkin se realiza mediante diversos estudios paraclínicos, entre ellos la biopsia de médula ósea (BMO) que ha demostrado ser útil en estadios tardíos de la enfermedad, sin embargo en estadios tempranos en donde es omitida con frecuencia no hay datos concluyentes en nuestro medio.

Este trabajo tiene por finalidad analizar la utilidad clínica de la realización de la BMO en estadios tempranos así como reportar la casuística de la enfermedad en el Hospital San José- Tec de Monterrey.

Métodos

Se realizó un análisis retrospectivo de pacientes con diagnóstico de enfermedad de Hodgkin internados en el Hospital San José- Tec de Monterrey entre Junio 1981 y Septiembre 2000 determinándose el estadio clínico de cada uno de ellos así como la correlación de su invasión a médula ósea determinada por biopsia.

Resultados

Se internaron 34 pacientes con diagnóstico de enfermedad de Hodgkin entre Junio 1981 y Septiembre 2000, en los cuales se determinó el diagnóstico histopatológico en 30 de ellos, 11 fueron mujeres y 23 hombres con edades comprendidas entre 4 y 76 años con una media de 32.5.

La BMO se realizó en 14 pacientes de los cuales 3 tenían estadio clínico I, 4 estadio II, 4 estadio III y 3 estadio clínico IV, la infiltración a médula ósea fue encontrada en un paciente en estadio III y 3 en estadio IV pero en ninguno de estadio I y II.

Conclusión

Este trabajo sugiere que la utilidad de la BMO en la estadificación de la enfermedad de Hodgkin tiene escaso valor en los estadios tempranos (I y II), pero se requiere una mayor casuística de pacientes para obtener resultados más concluyentes.

2 Introducción

2.1 Antecedentes

La enfermedad de Hodgkin es una neoplasia de tejido linfocítico definida por la presencia de células de Reed-Stenberg en un fondo de células inflamatorias no neoplásicas, la cual presenta una incidencia de cerca de 3.2 por 100 000 habitantes con una edad promedio al diagnóstico de 32 años. El tratamiento específico así como el pronóstico de la enfermedad de Hodgkin varía de acuerdo con su estadio clínico. La determinación del estadio de la enfermedad de Hodgkin se realiza mediante diversos estudios paraclínicos, los cuales implican costo, tiempo y molestias adicionales a los

pacientes. La biopsia de médula ósea (BMO) realizada con el fin de demostrar invasión a ella ha demostrado ser útil para la estadificación de la enfermedad.

2.2 Planteamiento del problema

La biopsia de médula ósea (BMO) realizada en pacientes que padecen enfermedad de Hodgkin tiene por intención demostrar invasión de células neoplásicas propias de esta trastorno en la médula ósea, siendo útil para determinar el estadio de la enfermedad. La biopsia de médula ósea empleada para estadiar la enfermedad ha demostrado ser útil en estadios tardíos (III y IV) donde es una practica frecuente, sin embargo en estadios tempranos (I y II) esto no parece ser así.

2.3 Objetivos

Este trabajo tiene por finalidad analizar la utilidad clínica de la realización de la BMO en estadios tempranos así como reportar la casuística de la enfermedad en este hospital.

2.4 Justificación

La practica de la realización de la biopsia de médula ósea con el fin de determinar el estadio de la enfermedad de Hodgkin esta bien justificada en estadios III y IV donde es una practica frecuente, sin embargo en estadios I y II, en donde no hay datos concluyentes en nuestro medio, la decisión de realizarla o no depende del criterio médico más que de estudios al respecto.

2.5 Planteamiento de la hipótesis

La biopsia de médula ósea realizada en pacientes con enfermedad de Hodgkin en estadios tempranos (I y II) determinados con estudios clínicos y paraclínicos convencionales no es útil para modificar su estadio.

3 Marco Teórico

La enfermedad de Hodgkin es una neoplasia de tejido linfoide definida por la presencia de células de Reed-Strenberg en un fondo de células inflamatorias no neoplásicas, la cual presenta una incidencia de cerca de 3.2 por 100 000 habitantes con una edad promedio al diagnóstico de 32 años. Tiene una curva de incidencia por edad bimodal con un pico en la tercera década de la vida y otro alrededor de los 45 años. La célula de Reed-Strenberg característica de la enfermedad tiene un tamaño de 15- 45 micras con núcleo bilobulado con un nucleolo eosinófilo prominente de 5-7 micras que está separado de la membrana nuclear por un espacio claro.

La enfermedad de Hodgkin fue descrita por primera vez en 1832 por Thomas Hodgkin en un documento titulado "On Some Morbid Appearances of the Absorbent Glands and Spleen", posteriormente se describieron 10 casos similares en 1856 y 15 en 1865 empleándose la apelación enfermedad de Hodgkin para hacer referencia a este padecimiento. En 1898 Carl Sternberg y Dorothy Reed en 1902 realizaron la primera descripción acreditada de la enfermedad. Jackson y Parker realizaron el primer intento de una clasificación histopatológica seguido por Lukes, Butler y Hicks en 1966 la cual fue ligeramente modificada en la clasificación de Rye donde se describieron cuatro tipos histológicos: predominio linfocítico, depleción linfocítica, esclerosis nodular y celularidad mixta. En 1999 la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoció la enfermedad de Hodgkin como un linfoma y describe el linfoma de Hodgkin nodular linfocítico predominante como una nueva categoría.

Peters describió el sistema de estadiaje clínico en 1950, enfatizando la evaluación diagnóstica de la extensión anatómica de la enfermedad, en 1952 Kinmouth introdujo la linfangiografía de extremidades inferiores demostrando ser más sensible a la palpación

que otros métodos radiográficos para demostrar ganglios linfáticos pélvicos y retroperitoneales invadidos, estos procedimientos diagnósticos mejoraron el entendimiento del modo de transmisión de la enfermedad y correlacionan bien con el pronóstico culminando en el concepto moderno de estadiaje en 1965 que fue refinado en el taller de enfermedad de Hodgkin en Ann Arbor Michigan en 1971. A lo largo del tiempo se han intentado diversas modalidades de tratamiento empleando quimioterapia y radioterapia con diferentes resultados.

La etiología de la enfermedad de Hodgkin no está completamente dilucidada, sin embargo hay algunos factores implicados en ella como lo es su probable origen infeccioso, ya que se sugiere que el virus de Epstein-Barr (VEB) tiene alguna participación como se demostró en un estudio en donde pacientes que desarrollaron la enfermedad tenían títulos aumentados de anticuerpos contra el virus, además de que en el 50% de los casos de enfermedad de Hodgkin las células malignas expresan la proteína viral de membrana latente del VEB, sin embargo no está implicada como factor transformante en todos los casos. Se ha demostrado en la enfermedad de Hodgkin estudios citogenéticos sin aberración cromosómica patognomónica o defectos específicos, pero son de particular interés las deleciones y translocaciones en el brazo corto de los cromosomas 12 y 13 e hiperdiploidia. Es de particular interés que hasta la fecha no hay patrones característicos de alteraciones genómicas detectadas pero llama la atención la expresión del oncogen BCL-2, la sobreexpresión del gen MDM2 y supresión del gen p53 en algunos casos de la enfermedad. Asimismo la inmunohistoquímica de las células de Reed-Strenberg muestran diversos marcadores de superficie como lo son CD30, CD15 y CD25 en la mayoría de las variantes histológicas además de CD19 y CD20 en el 35-40% de los tipos esclerosis nodular y celularidad mixta.

La presentación clínica de la enfermedad de Hodgkin es variable pero destacan las linfadenopatías supraclaviculares, axilares, inguinales o cervicales en ocasiones dolorosas, fiebre, disminución de peso, prurito, diaforesis nocturna, además los hallazgos de laboratorio pueden variar pero son comunes la anemia, trombocitopenia, linfopenia, granulocitosis y eosinofilia con aumento de la velocidad de sedimentación globular y la Fosfatasa Alcalina.

El diagnóstico se realiza con biopsia de tejido o un sitio ganglionar que demuestra la histología característica de esta neoplasia.

El estadio de la enfermedad se basa en el taller de estadiaje de la enfermedad de Hodgkin celebrado en Ann Arbor Michigan en Abril de 1971 que es presentado a continuación:

Estadio	Definición
I	Invasión de una sola región ganglionar o un único sitio extralinfático.
II	Invasión de dos o más regiones ganglionares en el mismo lado del diafragma o invasión de un sitio extralinfático y una o más regiones ganglionares linfáticas en el mismo lado del diafragma.
III	Invasión de regiones ganglionares a ambos lados del diafragma donde puede estar involucrado el bazo u órganos extralinfáticos.
IV	Invasión diseminada de uno o más órganos extralinfáticos.

- A Ausencia de signos y síntomas acompañantes.
- B Presencia de signos y síntomas acompañantes.

En cuanto al papel de la biopsia de médula ósea en la determinación del estadio de la enfermedad la revisión de la literatura arroja resultados diversos, a continuación se exponen algunos de ellos:

En un estudio de 613 pacientes, la BMO alteró el manejo del paciente en menos del 1% y no fue recomendada como parte del estadiaje de rutina de la enfermedad de Hodgkin (8), en otro similar en donde la BMO fue realizada coma rutina para estadiaje en 425 pacientes solo 7 de ellos mostraron infiltración y no se demostró asociación entre hallazgos de médula ósea y pronóstico de la enfermedad además de que la infiltración no influenció la decisión de tratamiento (4).

Por otra parte en un estudio de 130 pacientes se concluyó la relación entre la presencia de sintomatología e infiltración a médula ósea recomendándose que pacientes asintomáticos no deben someterse a ella (3), en otro de 120 pacientes con frecuencia de infiltración del 13% se concluye que la BMO es útil para estadificar pacientes sintomáticos y en estadios III y IV y aporta poco a pacientes en estadio IA o IIA (7).

En un reporte publicado que incluye 120 pacientes pediátricos entre 1960 y 1996 lo BMO solo fue de utilidad en estadios IIIB y IV. (2). En un estudio de 661 pacientes con enfermedad de Hodgkin donde se realizó BMO para estadificar se concluye que es una parte valiosa de la investigación de la enfermedad de Hodgkin ya que brinda información pronostica (9).

Asimismo hay dos reportes que señalan la incidencia de infiltración por estadio: 1-5.4% para estadio I, 2-6.2% para estadio II, 17.1-25% para estadio III y 45-47.6% para estadio IV (9 y 10).

El tratamiento la enfermedad de Hodgkin se ha basado en esquemas de radioterapia y quimioterapia basándose en mostazas nitrogenadas, agentes alquilantes, antifólicos, esteroides y alcaloides de la vinca en base al estadio del paciente.

El pronóstico de los pacientes con enfermedad de Hodgkin es variable de acuerdo al estadio pero en general se describe una sobrevida libre de enfermedad del 85% y una sobrevida general de 98% a 10 años.

4 Metodología

4.1 Cronograma

PLANEACION DE LA INVESTIGACION								
Actividad	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Afinar diseño de investigación								
Obtención de datos								
Redacción								
Tratamiento y procesamiento de los datos								
Análisis de información								
Interpretación de los datos								
Impresión del informe del trabajo de investigación								
Preparación de la presentación								
Presentación								

4.2 Materiales y Métodos

Se realizó un análisis retrospectivo de pacientes con diagnóstico de enfermedad de Hodgkin internados en el Hospital San José- Tec de Monterrey entre Junio 1981 y Septiembre 2000 consultándose los expedientes clínicos de cada uno de ellos.

Criterios de Inclusión

Pacientes internados en el Hospital San José- Tec de Monterrey entre Junio 1981 y Septiembre 2000 con diagnóstico confirmado de enfermedad de Hodgkin por estudio histopatológico.

Criterios de Exclusión

Pacientes con datos incompletos o que no pudieron ser recabados de su historial clínico.

Determinación del estadio clínico

Se determinó el estadio clínico de cada uno de los pacientes así como la correlación de invasión a médula ósea determinada por biopsia.

5 Resultados

Se internaron 34 pacientes con diagnóstico de enfermedad de Hodgkin entre Junio 1981 y Septiembre 2000, en los cuales se determinó el diagnóstico histopatológico en 30 de ellos, 11 fueron mujeres y 23 hombres con edades comprendidas entre 4 y 76 años con una media de 32.5.

La distribución de pacientes de acuerdo a su estadio clínico es mostrada en el cuadro 1.

Cuadro 1

Estadio clínico	Número de pacientes	%
I	4	11.7
II	12	35.4
III	16	47
IV	2	5.9

NOTA: En dos pacientes se determinó el estadio en dos ocasiones.

La variedad histopatológica y su distribución es mostrada en el cuadro 2.

Cuadro 2

Tipo histológico	Número de casos	%
Esclerosis nodular	18	60
Celularidad mixta	10	33.3
Predominio linfocítico	1	3.3
Depleción linfocítica	1	3.3

La relación de pacientes en los que se realizó BMO y su estadio clínico en relación a su estatus de infiltración aparecen en el cuadro 3.

Cuadro 3

Estadio clínico	Médula ósea		Total
	Infiltrada	No infiltrada	
I	0	3	3
II	0	4	4
III	1	3	4
IV	3	0	3

6 Conclusión

Este trabajo sugiere que la utilidad de la BMO en la estadificación de la enfermedad de Hodgkin tiene escaso valor en los estadios tempranos (I y II), lo cual va de acuerdo con la práctica médica común de pasarla por alto en estos casos, sin embargo, dado el número limitado de pacientes analizados en este estudio se requiere de un mayor universo de pacientes para obtener resultados más concluyentes.

7 Discusión y Recomendaciones

Los datos obtenidos en este estudio que sugieren que el papel de la biopsia de médula ósea para estadificar pacientes con enfermedad de Hodgkin en estadios I y II es limitado y bien pudiera ser pasada por alto en estos casos a pesar del escaso número de pacientes incluidos, va de acuerdo a las recomendaciones de los estudios publicados en la literatura de practicarla solo en pacientes con síntomas (B) y/o estadios III y IV ya que tiene utilidad pronóstica y de estadificación.

8 Bibliografía

1. Beutler B, et al: Williams Hematology. 6th edition. Mc Graw-Hill, 2001.
2. Mahoney DH, et al: Role of staging bone marrow examination in children with Hodgkin disease. *Med Pediatr Oncol.* 1998 Mar;30(3):175-7.
3. Spector N, et al: Clinical factors predictive of bone marrow involvement in Hodgkin' s disease. *Leuk Lymphoma.* 1997 Jun;26(1-2):171-6.
4. Abrahamsen AF, et al: Bone marrow examination in Hodgkin' s disease. *Acta Oncol.* 1992;31(1):41-2.
5. Macayei I, et al: Bone marrow biopsy in Hodgkin' s disease (HD). *Morphol Embryol.* 1990 Jan-Mar;36(1):25-32.
6. Lister TA, et al: Report of comitee convened to discuss the evaluation and staging of patients with Hodgkin' s disease: Costwold meeting. *J Clin Oncol* 7:1630, 1989.
7. Doll DC, et al: Bone marrow biopsy in the initial staging of Hodgkin' s disease. *Med Pediatr Oncol.* 1989;17(1):1-5.
8. Macintyre EA, et al: The value of staging bone marrow trephine biopsy in Hodgkin' s disease. *Eur J Haematol.* 1987 Jul;39(1):66-70.
9. Bartl R, et al: Assessment of bone marrow histology in Hodgkin' s disease: correlation with clinical factors. *Br JHaematol.*1982Jul;51(3):345-60.
10. Diebold J, et al: Bone-marrow biopsy in Hodgkin' s disease. *Sem Hop.* 1977 Jan 9;53(2):103-11.
11. Ultman JE, et al: The clinical picture of Hodgkin' s disease. *Cancer Res* 26:1047, 1966.

NIVELES SANGUÍNEOS DE PLOMO Y DESARROLLO FÍSICO Y MENTAL DE NIÑOS MEXICANOS

Irma E. Eraña Rojas Gerardo Morales Aguilera Jesús Santos Guzmán

Se realizó un estudio transversal en 206 niños de 6 a 12 años cursando primaria en escuelas del municipio de San Pedro Garza García, N.L, con objeto de analizar en forma integral el impacto que tiene el plomo en ellos. Se realizaron mediciones de plomo sanguíneo, hemoglobina, hematocrito, protoporfirina, peso, talla, pliegue graso, presión arterial, al igual que exámenes de atención y de estado mental. La media de plomo fue de 9.61 $\mu\text{g/dL}$. El 57.28% de los niños presentaron valores por debajo de 10 $\mu\text{g/dL}$. El 37.38% tuvieron valores ≥ 10 pero < 15 $\mu\text{g/dL}$. Es decir que el 94.66% tiene cifras por debajo de los 15 $\mu\text{g/dL}$. Un 4.85% de la muestra tuvo valores ≥ 15 pero < 20 $\mu\text{g/dL}$, indicándonos que existe un 99.51% de los niños muestreados con cifras por debajo de 20 $\mu\text{g/dL}$. El valor más alto en este estudio fue de 20.88 $\mu\text{g/dL}$. El promedio de peso fue de 32.9 kgs. Mientras que la talla fue de 1.35 mts. El 61% de los niños tienen un pliegue óptimo para su edad, un 2% por debajo y un 37% por encima. En general, la presión arterial se encontró dentro de los niveles normales. La hemoglobina fue de 13.27g/dL y el hematocrito de $41.06 \pm 2.28\%$. La media de la protoporfirina fue de 17.30 $\mu\text{g/dL}$. Las pruebas neuropsicológicas utilizadas no tienen finalidad diagnóstica pero si nos sirven de tamizaje para encontrar problemas extremos. Los resultados de la Escala de Atención del DSM-IV demostraron que 22 niños presentan comportamientos compatibles con inatención. El Mini-Examen del Estado Mental (MEEM) mostró en 51 niños dificultad en una o varias de las áreas examinadas. No se encontró correlación significativa entre los valores de plomo sérico y las demás variables. El estudio concluyó que los niños del municipio se encuentran con niveles de plomo dentro de los valores establecidos, con un bajo porcentaje de niños con niveles más altos, por lo que esta población nos sirve de marco de referencia para estudios posteriores en otras áreas del estado donde la exposición fabril es mayor.

Palabras claves: Saturnismo, plomo, intoxicación, protoporfirina

- Irma E. Eraña Rojas. Alumna de tercer año del programa de residencia de anatomía patológica, Escuela de Graduados de Medicina, División de Ciencias Médicas, Campus Monterrey, ITESM. Hospital San José – Tec de Monterrey. ierana@enlace.net
- Gerardo Morales Aguilera. Director Asociado de Investigación Básica, Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud, División de Ciencias de la Salud, Campus Monterrey, ITESM. gmorales@campus.mty.itesm.mx
- Jesús Santos Guzmán. Estudiante de doctorado. Univ. California en Los Ángeles. jsg@ucla.edu

1. Introducción

La exposición al plomo crea importantes problemas de salud. La intoxicación por plomo ya no se considera un problema exclusivo de zonas urbanas o densamente pobladas, ni de grupos minoritarios, ni de grupos socioeconómicos, geográficos o étnicos específicos, sino de toda la población.¹ Entre las fuentes de exposición se incluyen: cocinar, almacenar y servir alimentos en vasijas de cerámica vidriada en forma defectuosa; residir en áreas de alto tráfico vehicular; consumir comida enlatada con soldadura de plomo; lavar o tener contacto con la ropa o los zapatos de los trabajadores de industrias que emiten polvo de plomo; y, la presencia de plomo en el polvo de casas con pintura a base de este metal.^{2,3} El plomo se absorbe por ingestión o por inhalación. El plomo en la sangre representa el producto de exposiciones recientes, excreción y equilibrio con otros tejidos. El que los niños tengan deficiencias de hierro, proteínas, calcio y/o zinc, facilita que el plomo se absorba, la mayoría de este metal se almacena en los huesos.^{2,4}

El riesgo de la intoxicación por plomo es particularmente importante en los niños ya que sus efectos se manifiestan principalmente en el sistema nervioso central causando comúnmente daño neuroconductual.⁵ Se produce disfunción neuropsicológica, caracterizada por la reducción de la inteligencia, disminución de la capacidad de atención, concentración, memoria y tiempo de reacción.⁶ Algunos estudios han demostrado que por cada incremento de 10 µg/dL de plomo en sangre, la media de coeficiente intelectual en los niños disminuye de 4 a 7 puntos. Ahora se sabe que los daños neuropsicológicos se presentan a partir de la exposición a bajos niveles de plomo.⁴ Aunque el CNS es el órgano blanco del plomo, hay otros órganos que también son afectados, como los riñones, los huesos y la sangre. En cuanto a la sangre se refiere, el plomo inhibe a la enzima ferroquelatasa, la cual participa convirtiendo a la protoporfirina en Heme.² En el riñón produce nefropatía al disminuir la depuración de creatinina y otras sustancias, probablemente por un efecto de disfunción tubular renal proximal.⁷ En cuanto al hueso se refiere, el plomo se acumula en áreas de neoformación, provocando cambios radiológicos conocidos como "bandas de plomo".^{8,9} La exposición prenatal produce efectos tóxicos en el feto, tales como baja peso al nacer, baja edad gestacional y retraso en el desarrollo mental.^{4,10} Por todo lo que estos efectos implican y porque en la mayoría de los casos la intoxicación por plomo es silenciosa, el Centro de Control de Enfermedades (CDC) en Atlanta, Georgia, demostró en 1991 que los niveles de plomo en sangre que en algún tiempo se consideraban seguros, hoy se asocian con alteraciones neurológicas irreversibles. Por este motivo estableció como límite seguro superior 10 µg/dL¹¹, cuando antes era de 25µg/dL².

La intoxicación infantil por plomo se puede prevenir. La detección y el tratamiento de los niños intoxicados son esenciales, pero adquiere suma importancia el identificar la fuente de exposición, así como el prevenir las exposiciones posteriores de ese niño y de los demás. El plomo se puede medir en el ambiente (agua, suelo, aire) al igual que en el humano (sangre, excremento, orina, dientes, pelo, uñas). Con respecto al humano, actualmente se prefiere contar con varias pruebas que incluyan tanto las que miden el metal en el organismo como las que cuantifican el daño que se pudiera estar causando en dicho organismo. Podemos determinar las alteraciones metabólicas midiendo además de la protoporfirina, la hemoglobina y el hematocrito, coproporfirinas en orina, niveles urinarios del ácido delta-aminolevulínico y el análisis de la enzima delta-aminolevulínico deshidratasa.¹²

En 1988 en Estados Unidos el 5.2% de los niños presentaban niveles de plomo sérico mayores de 20 µg/dL y el 1.4% presentaban niveles >25 µg/dL.¹³ En Europa en 1992 se encontró que niños de edad escolar presentaban un rango de 5-60 µg/dL.¹⁴ Estos datos indican que la intoxicación por plomo es un problema mundial y que aún queda mucho por hacer para solucionar este problema. En vista de que existe gran interés social por la contaminación ambiental en nuestra ciudad, es necesario que se aborde adecuadamente este problema y que se cuente con monitoreos de plomo en las poblaciones de mayor riesgo. Así será posible conocer la prevalencia de la intoxicación por plomo, canalizar a centros de tratamiento y tratar de modificar los factores de exposición. Para poder disminuir o hasta eliminar este problema es necesario hacer un gran esfuerzo entre el gobierno y el sector privado, beneficiándonos así toda la población. Hay varios estudios sobre el plomo que se han realizado en la ciudad de Monterrey, tanto en adultos como en niños. En 1993 Junco-Muñoz obtuvo una media de plomo en sangre en niños de edad promedio de 10 años de 17.23 µg/dL.¹⁵ Este estudio se realizó en diferentes áreas de la ciudad de Monterrey en el tiempo en que se introducía al mercado la gasolina sin plomo. Quizá esto nos pueda indicar que los valores deberían ser menores en la actualidad, ya que a la fecha se ha disminuido notablemente el uso de la gasolina con plomo.

El objetivo de este estudio es crear una línea de investigación sobre el impacto del plomo en nuestra población, determinando el nivel sérico de este metal en niños de edad escolar del municipio de San Pedro Garza García y ofreciendo información sobre la intoxicación por plomo. Conociendo primero la magnitud del problema en parte de la ciudad podremos dirigir los recursos y esfuerzos necesarios para erradicar este mal. Para la elaboración de este estudio se consideró necesario solicitar, tanto a la Secretaría de Salud del Estado como a la Secretaría de Educación Pública una carta declarando no inconveniente al desarrollo del estudio. Se le informó del estudio a Servicios Educativos y a Ecología del municipio de San Pedro Garza García. También se le informó a la alcaldesa del municipio.

2. Metodología

Se realizó un estudio transversal en una muestra de 206 niños de ambos sexos, en un rango de edad de 6 a 12 años. Esta muestra es parte de un universo de 14,834 niños de ambos sexos cursando educación primaria en escuelas del municipio de San Pedro Garza García, N.L. (52 escuelas). Datos obtenidos de acuerdo al IX Censo de Población de Nuevo León (1990)¹⁶. Se solicitó la colaboración de 17 escuelas primarias del municipio de San Pedro Garza García, escogidas al azar, de las cuales solo 9 accedieron (8 públicas y una privada) a participar en el estudio. Las escuelas fueron divididas según área geográfica dentro del municipio de San Pedro Garza García en Norte y Sur. La línea divisora fue una de las calles principales que atraviesa todo el municipio (Ave. Vasconcelos). En el lado norte del municipio se ubican cuatro de las escuelas mientras que en el lado sur se encuentran las 5 escuelas restantes.

Posteriormente, en cada uno de los centros escolares se entregó una circular invitando a todos los padres de familia a asistir a las pláticas, que se llevarían a cabo en dichas escuelas, sobre el impacto del plomo en los niños y la importancia del estudio. Con los asistentes se creó una lista con los interesados en participar y se asignó una día para llevar a cabo la elaboración de los exámenes en las instalaciones de su escuela. De la lista se seleccionaron al azar, utilizando tablas aleatorias, de 2 a 4 niños por año escolar (de primero a sexto año). También se seleccionaron a dos niños de cada año escolar para que quedaran como posibles sustitutos si alguno de los seleccionados no cumplía con los requisitos del estudio. Los requisitos eran: que tuviera de 6 a 12 años, cursara primaria en el municipio de San Pedro Garza García y que el día del estudio estuviera acompañado por algún familiar (mayor de edad). Se les entregó a los niños un aviso informándoles si quedó seleccionado o en lista de espera, al igual que la hora y el día en que se llevaría a cabo el estudio.

El día señalado, los padres de los participantes leyeron y firmaron una carta de consentimiento para participar en el estudio. Posteriormente llenaron una encuesta que incluía preguntas sobre fuentes ambientales de plomo en su entorno y las características socioeconómicas de la familia. También contestaron una prueba que mide la atención de su hijo "Escala de Atención"(DSM-IV).

Algunos de los padres que mostraban dificultad en entender el cuestionario, o que no sabían leer o escribir, recibieron ayuda de un encuestador entrenado. Muchos otros no deseaban o no pedían ayuda, dando como resultado que algunas de las encuestas no fueran llenadas adecuadamente.

A los niños participantes se les realizó, por una asistente técnica del laboratorio del Hospital San José de Monterrey, una venipuntura (previo aseo con benzalconio y alcohol) por el método de vacutainer. Se extrajo una muestra de 6 a 10 ml de sangre, en un tubo libre de plomo de tapón verde, con heparina. Mientras se terminaban los demás exámenes la muestra fue almacenada en hielo por 4 horas aproximadamente, para posteriormente ser transportada al Centro de Investigaciones Biomédicas del Noreste (IMSS), donde fue analizada. Con la sangre se realizaron mediciones de los niveles de plomo, protoporfirina, hemoglobina y hematocrito. La determinación de plomo sérico se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer, modelo 5000 por el método de Hessel¹⁷ y la determinación de protoporfirina con un hematofluorómetro Buckler 4400. La determinación de la hemoglobina y hematocrito se realizó en un espectrofotómetro Coleman-Jr. II siguiendo la técnica estándar. El laboratorio está en el programa "Blood Lead Proficiency Testing" del "Laboratory of Higiene" del Estado de Wisconsin, EUA.

A los participantes también se les realizaron mediciones antropométricas de peso, talla y pliegue graso y se les tomó la presión arterial. Todas las mediciones fueron hechas por la misma persona y con los mismos instrumentos. Para la presión arterial se utilizaron dos manguillos (uno de tamaño escolar y otro de adulto). A todos los niños participantes se les aplicó el Mini-Examen del Estado Mental (MEEM) por una residente de neuropsicología del Centro Neurológico para Niños y Adolescentes (CENNA) de Monterrey.

Al mes de la elaboración de los exámenes, los padres de los participantes recibieron en un sobre sellado, los resultados de su hijo y la explicación de estos. El director de la escuela también recibió, pero en forma general, los resultados de los niños participantes de su escuela.

El mismo procedimiento se realizó en las 9 escuelas participantes, variando solamente el orden de los exámenes y los días en que fueron examinadas. El muestreo se llevó a cabo de finales de abril 1998 a finales de junio 1998.

d

Se obtuvieron la media, mediana, moda y desviación estándar para el análisis descriptivo básico de los datos obtenidos. Para demostrar la distribución normal de los datos de plomo encontrados en las escuelas, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y se utilizó la de Levene para demostrar la homogeneidad de las varianzas. En una de las escuelas se encontró que la distribución no era normal, por lo que se le decidió aplicar la prueba e Kruskal-Wallis encontrando una diferencia no significativa.

También se llevó a cabo un análisis de regresión múltiple con el programa estadístico STAT.

3. Discusión y Resultados

La muestra fue constituida por 92 niños y 114 niñas (total 206). El rango de las concentraciones de plomo en sangre de la población estudiada fue de 3.18 a 20.88 µg/dL, con una media de 9.61 µg/dL, desviación estándar de 3.09 µg/dL [IC 95% (9.19, 10.03)]. La mediana fue de 9.32 µg/dL. El 57.28% (118) de niños tuvieron concentraciones de plomo en sangre inferiores al criterio establecido por la CDC (1991) que es de 10 µg/dL. El 37.38% (77) tuvieron valores ≥ 10 pero < 15 µg/dL. Es decir que el 94.66% (195 niños) tiene cifras por debajo de los 15 µg/dL, mientras que un 4.85% (10) las tiene ≥ 15 pero < 20 µg/dL, indicándonos que el 99.51% de la población mostró valores por debajo de 20 µg/dL. El valor más alto en este estudio lo presentó el 0.49% de los participantes (1) y fue de 20.88 µg/dL.

En la siguiente tabla podemos ver a las distintas escuelas, las cuales fueron enumeradas por mantener la confidencialidad del estudio, y sus resultados. Fueron nueve escuelas, 5 del sur y 4 del norte del municipio de San Pedro Garza García. Las 9 escuelas son de dos distintas áreas del municipio, Norte y Sur. N: Norte y S: Sur.

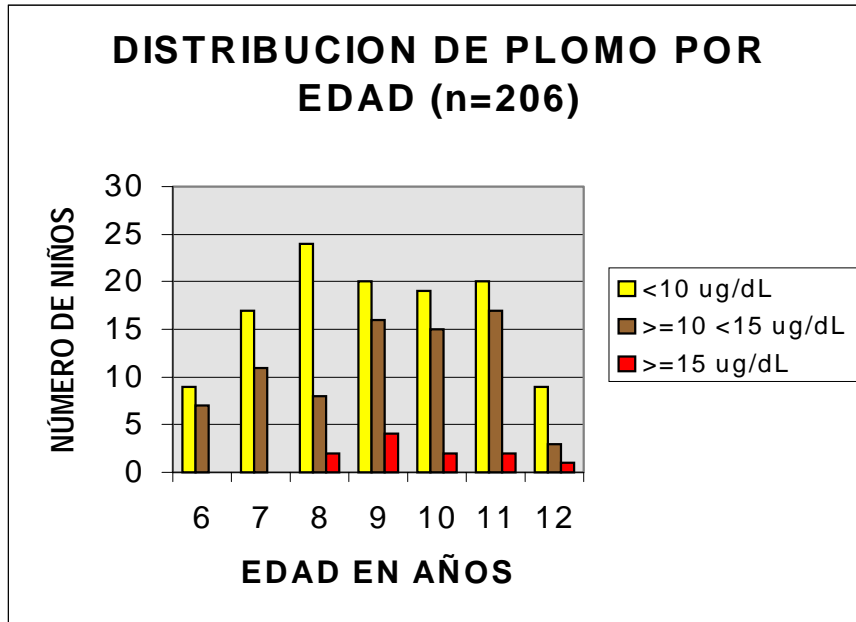
Resultados de los niveles de plomo por escuelas:

ESCUELA	N	MEDIA	D. EST.	MEDIANA	V. MIN.	V. MAX.
1S	17	9.01	2.10	9.31	5.55	14.18
2N	25	8.76	3.21	8.10	3.18	15.04
3N	13	10.29	3.41	9.43	6.43	16.60
4S	30	9.23	3.97	7.82	5.90	20.88
5N	24	11.23	3.07	10.95	7.02	18.43
6S	27	9.30	2.61	9.20	5.40	15.93
7S	26	10.13	3.01	10.13	5.15	15.90
8S	19	9.98	3.07	9.77	5.30	17.42
9N	25	8.93	2.30	8.50	5.35	15.10
PROMEDIO	22.89	9.65				
D. EST.	5.42	0.81				

UBICACION	MEDIA	D. EST.
SUR	9.53	0.50
NORTE	9.80	1.25

También se agruparon los niños por edad y por sexo y se obtuvieron distribuciones de estos según la cantidad de plomo que presentaron. Se formaron grupos según los niveles de plomo que presentaban, menores a 10 µg/dL, igual que o mayores a 10 µg/dL pero menores a 15 µg/dL y los que presentaban niveles mayores o iguales a 15 µg/dL. Ver Fig. 1.

Fig.1. Distribución del número de niños, agrupados por edad (6 a 12 años) según los niveles de plomo.



Las mediciones antropométricas muestran que el promedio de peso fue de 32.9 kg. y de talla de 1.35 mts. En cuanto al pliegue graso, se demostró que el 61% (125) está en estado óptimo, mientras que hay un 2% (4) que se encuentran por abajo, un 20% (41) que se encuentran con un pliegue ligeramente elevado para su edad y aún por arriba de esto se encuentran el 17% (36) restante. En la toma de la presión arterial se tuvo dificultades, puesto que en ocasiones los niños eran muy pequeños para nuestros manguillos. Aún así los valores obtenidos se encontraron dentro de los límites normales para las edades examinadas. La media de la hemoglobina fue de 13.27 g/dL, mientras que del hematocrito fue de 41.06 %. La media de la protoporfirina fue de 17.30 µg/dL. Los resultados de la Escala de Atención del DSM-IV demostraron que 22 niños presentan comportamientos compatibles con inatención. El Mini-Examen del Estado Mental (MEEM) mostró en 51 niños dificultad en una o varias de las áreas examinadas, tales como, cálculo, visuo-perceptual, orientación, lecto-escritura, entre otras. En el análisis de regresión se encontraron las relaciones obvias entre peso, edad y talla. Se encontró relación entre el plomo sérico y la edad con un coeficiente de 0.43 y una p = 0.017. La relación plomo sérico y PPF eritrocitaria tuvo un coeficiente de 0.11 y una p=0.010.

El principal hallazgo en esta investigación es haber encontrado una media de plomo sérico de 9.61µg/dL con una desviación estándar de 3.09 µg/dL (siendo que la CDC considera >10 µg/dL para determinar niveles altos de plomo).

Otros estudios en niños: En la ciudad de Monterrey en 1986 (Zuñiga-Charles) se realizó un estudio sobre el plomo sérico en niños de 8 a 14 años, donde se encontró una media en el sexo masculino de 21.2 ± 5 µg/dL y de 20 ± 4.3 µg/dL en el sexo femenino.¹² En 1993 en la ciudad de Monterrey (Junco-Muñoz) se realizó un estudio en niños, con una edad promedio de 10 años, y obtuvieron una media de plomo en sangre de 17.23 ± 7.41 µg/dL.¹³ En 1998, en nuestro estudio, la media de plomo fue de 9.61 ± 3.09 µg/dL, encontrándose una disminución de los niveles de plomo, esto se puede asumir que se deba a que los niños muestreados son de

distintas áreas de Monterrey, donde la contaminación por este metal es distinta, así como a que el uso de la gasolina con plomo ha disminuido notablemente entre uno y otro estudio.

Encontramos el 37.38% de los valores de plomo ≥ 10 y < 15 $\mu\text{g/dL}$ mientras que un 4.85% los tuvo ≥ 15 pero < 20 $\mu\text{g/dL}$. El valor más alto fue de 20.88 $\mu\text{g/dL}$. Estos valores, aunados con las demás pruebas realizadas, no demostraron tener significado patológico.

En 1985 la CDC recomendó monitorear los niveles altos de plomo sérico midiendo los niveles de protoporfirina eritrocitaria y consideró un nivel de PPF eritrocitaria ≥ 35 $\mu\text{g/dL}$ como positivo. Esto era útil cuando se consideraba como niveles altos de plomo >25 , pero, en estudios posteriores, la CDC reconsideró su definición de plomo sérico elevado a 10 $\mu\text{g/dL}$, disminuyendo importantemente el uso de la PPF eritrocitaria, puesto que disminuye la sensibilidad de esta prueba con valores de plomo menores de 25 $\mu\text{g/dL}$. Ahora no se puede considerar la protoporfirina como primer método de monitoreo, siendo más seguro y específico el medir plomo en sangre.¹⁸ El medir PPF como único medio para determinar el plomo sanguíneo, no es útil, pero el medirlo junto con el plomo sérico (Pb-S), nos da un mejor panorama sobre algún posible daño metabólico, en especial cuando los niveles de Pb-S son altos.

Sabemos que la intoxicación por plomo afecta prácticamente a todos los órganos pero, sobre todo, a los sistemas nervioso central y periférico, los riñones y la sangre.⁴ Por ejemplo, interfiere con las enzimas que catalizan la formación del grupo heme e inhibe el crecimiento pre y postnatal y afecta la agudeza auditiva.^{1,10}

Es importante que una vez que el plomo se confirma elevado, la intervención inicial sea una terminación completa y rápida de la exposición del individuo al plomo.² El Centro de Control de Enfermedades (CDC) en Atlanta, Georgia, EUA, publicó en 1991 los nuevos estándares para los niveles de plomo en sangre.¹ Ver tabla anexa:

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE PLOMO EN SANGRE Y EL SEGUIMIENTO CORRESPONDIENTE EN NIÑOS.

CLASE	Pb-S ($\mu\text{g/dL}$)	COMENTARIO
I	≤ 9	No está considerado como intoxicado por plomo
IIA	10 – 14	Se requiere que junto con la familia se busquen las fuentes de exposición.
IIB	15 – 19	Se recomienda una intervención educacional y nutricional y un monitoreo más frecuente.
III	20 – 44	Se requiere una evaluación del ambiente, remediarla y valorar el tratamiento farmacológico.
IV	45 – 69	Necesita tanto intervención médica como ambiental (incluyendo terapia de quelación).
V	≥ 70	Se considera una emergencia médica. Manejo inmediato, tanto médico como ambiental.

Para realizar una valoración clínica adecuada a los niños afectados por plomo, es necesario medir el hematocrito y la hemoglobina.¹⁹ En el presente informe no fue posible reconocer una diferencia estadísticamente significativa entre hematocrito y hemoglobina de los niños con niveles de plomo > 10 $\mu\text{g/dL}$ y aquellos de edad semejante y con concentraciones de plomo más bajas, coincidiendo de esta manera con otros investigadores.

Algunos autores consideran que se debe medir el desarrollo motor, en lugar de índices cognitivos o basados en el lenguaje, ya que el desarrollo motor se confunde menos con factores socio-hereditarios, socio-económicos, la circunstancia poblacional y por lo tanto tiende a ser un marcador del bio-comportamiento más sensible del efecto del plomo en el desarrollo del SNC.²⁰

En el estudio de NHANES II se asoció significativamente los niveles de plomo con la baja estatura, bajo peso y menor circunferencia torácica con niveles de 5-35ug/dL, de tal manera que a menor estatura, mayor nivel de plomo en sangre.^{2,21} En este estudio se quiso medir no solo el desarrollo motor sino que se vio de forma integral al niño, tratando de identificar casos extremos, si los hubiese, con los exámenes neuropsicológicos (los cuales no son útiles para hacer un diagnóstico preciso, pero sí nos sirven como forma de rastreo). Los niveles de plomo encontrados no mostraron ninguna relación con los resultados de las pruebas neuropsicológicas. Se encontró relación entre el plomo sérico y la edad con un coeficiente de 0.43 y una $p = 0.017$. Un planteamiento para este resultado podría ser que los niños mayores han tenido más tiempo de exposición al metal que los niños pequeños.

Tampoco se encontró relación entre la talla y peso de los niños con la concentración de plomo en la sangre. No hubo diferencia significativa en cuanto al plomo se refiere entre las escuelas localizadas en el norte y aquellas que se encuentran en el sur del municipio. El que la población que se estudió haya resultado muy similar en muchos aspectos, nos indica que es una población “sana”, que sus bajos niveles de plomo pueden servir de patrón de comparación para otras poblaciones.

La intoxicación con plomo se trata con drogas capaces de ligar (quelar) el plomo y que promueven su excreción. Pero algo sumamente importante es que el tratamiento médico con agentes quelantes no se debe considerar como sustituto de los esfuerzos preventivos dedicados a erradicar las fuentes controlables de plomo.²²

La prevención de la intoxicación por plomo en niños consiste en eliminar o manipular el plomo del entorno del niño y realizar pruebas de detección para así identificar áreas donde se hace más necesaria la limpieza ambiental y prevenir otros casos de intoxicación.⁴

En tanto los niños no se encuentren en un medio libre de plomo, la detección de plomo en sangre seguirá siendo básica para evitar padecimientos graves e invalidez en la población.

4. Referencias

1. Center of Disease Control. Preventing Lead Poisoning in Young Children. US Department of Health and Human Services. Atlanta, GA. 1991.
2. American Academy of Pediatrics, Committees on Environmental Hazards and Accidental and Poison Prevention. Statement on Childhood Lead Poisoning. *Pediatrics* 1987;79(3):457-465.
3. Romieu I, Palazuelos E, Hernández-Avila M, Ríos C, Muñoz I, Jiménez C, Cahero G. Sources of Lead Exposure in México City. *Environmental Health Perspectives*. 1994;102:384-89.
4. Comité en Salud Ambiental de la Academia Norteamericana de Pediatría. Intoxicación por Plomo: de la detección a la prevención primaria. *Pediatric* 1993;92(1) 176-183.
5. Jiménez C, Romieu I, Palazuelos E, Muñoz I, Cortés M, Rivero A, Catalan J. Factores de Exposición Ambiental y Concentraciones de Plomo en Sangre en Niños de la Ciudad de México. *Salud Pública Mex* 1993;35:594-604.
6. NeedLeman Herbert, Gatsonis Constantine. Low Level Lead Exposure and the IQ of Children. *JAMA* 1990;263:673-8.
7. Staessen J, Lauwerys R, Buchet J, Bulpitt C, Rondia D, Vanrenterghem Y, Amery A, and The Cadmibel Study Group. Impairment of Renal Function with Increasing Blood Lead Concentrations in the General Population. *NEJM* 1992;327:151-6.
8. Silverman N, Kunh J. Caffey' s Pediatric X-Ray Diagnosis. An Integrated Imaging Approach. Ed. Mosby 9th Ed. 1992 pp.1526-7
9. Junco-Muñoz P, VIII Efectos Adversos del Plomo en la Población Infantil. En Molina BG (ed.): Intoxicación por Plomo. México IMSS. Subdirección General Medica. 1986:115.
10. Shukla R, Dietrich KN, Bormschein RL, Berger O, Hammond PB. Lead Exposure and Growth in the Early Preschool Child. A Follow-up Report from the Cincinnati Lead Study. *Pediatrics* 1991;88:886-892.

11. Rothenberg S, Schnass-Arrieta L, Pérez-Guerrero I, Hernández- Cervantes R, Martínez-Medina S, Perroni-Hernández E. Factores Relacionados con el nivel de Plomo en Sangre en Niños de 6 a 30 meses de Edad en el Estudio Prospectivo de Plomo en la Ciudad de México. *Salud Pública Mex* 1993;35:592-598.
12. Zuñiga-Charles MA, Gonzalez RD. IV Pruebas de Laboratorio. En Molina BG (ed.): *Intoxicación por plomo. México, IMSS. Subdirección General Médica* 1986:52 y 58.
13. MMWR. Childhood Lead Poisoning – U.S. :Report to the Congress by the Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *JAMA* 1988;260(11):1523.
14. Schmitt. Blood Lead in Children. *Lancet* 1992;339:376.
15. Junco-Muñoz P, Arrieta N. Concentración de Plomo en la Sangre de los Habitantes de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León. *Gaceta Médica Mex.* 1993;129(1):63-67.
16. INEGI Nuevo León. Resultados Definitivos Tomo I. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Pp.133-134.
17. Hessel, D.W. A Simple and Rapid Quantitative Determination of Lead in Blood. *Atomic Absorp. Newsl.* 1968;7:55.
18. McElvaine M, Orbach H, Binder S, Blanksma L, Maes E y Krieg R. Evaluation of the Erythrocyte Protoporphyrin Test as a Screen for Elevated blood Lead Levels. *J Pediatr* 1991;119:548-50.
19. Vega L, Hernández A, Meza C. Niveles de Plomo en la Sangre de Niños Residentes en la Ciudad de México, D.F. *Salud Pública Mex.* 1975;17(3):337-342.
20. Dietrich K, Berger O, Succop P. Lead Exposure and the Motor Development status of Urban Six-Year-Old Children in the Cincinnati Prospective Study. *Pediatr* 1993;91:301-307.
21. Shwartz J, Angle C, Pithcer H. Relationship between Childhood Blood Levels and Stature. *Pediatrics* 86;77:281-288.
22. Piomelli S, Rosen J, Chisolm J, Graef J. Management of Childhood Lead Poisoning *J Pediat* 1984; 105(4)523-532.

Percepción y manejo de la fiebre: diferencias entre madres de familia y enfermeras.

Carlos A. Cuello-García, Laura I. Ramos-Gómez María Elena Medina-López, Bertha A. Martínez-González

La fiebre es una de las causas más comunes por la que los padres buscan atención médica. Esta preocupación irreal se ha presentado tanto en médicos como en enfermeras, llevando a veces a tratamientos innecesarios e incluso peligrosos para los niños. El objetivo de este estudio es el realizar una comparación del concepto de la fiebre y su manejo entre las madres de familia y las enfermeras, ya que estas últimas son una importante fuente de información a los primeros. Se realizaron encuestas con 10 preguntas de opción múltiple a dos poblaciones distintas: Población 1, la cual se halla compuesta de 129 madres de familia de medio socioeconómico medio a medio alto. La población 2, comprende enfermeras con licenciatura, enfermería general o carrera técnica en enfermería que laboran en nuestro hospital. Nuestros resultados demuestran una mala información acerca de este padecimiento remotamente peligroso, tanto en madres de familia como en enfermeras, siendo más acentuado en el primer grupo. Esta mala información puede transmitirse de enfermeras a padres, y caer en situaciones de tratamientos peligrosos o costosos. Es necesario incrementar el nivel de información acerca de la fiebre, tanto a nivel del proveedor de salud como en nuestra comunidad.

Carlos A. Cuello-García, Profesor del curso de especialidad en Pediatría, Escuela de Graduados de Medicina, División de Ciencias de la Salud, Campus Monterrey, ITESM. Adscrito al Servicio de Urgencias Pediátrica, Hospital San José - Tec de Monterrey. ccuello@correo.mty.itesm.mx y charlie_neck@hotmail.com.

Laura I. Ramos-Gómez, Residente de segundo año del programa de Especialidad en Pediatría, Escuela de Graduados de Medicina, División de Ciencias de la Salud, Campus Monterrey, ITESM. laurar_g_2000@yahoo.com

María Elena Medina-López, Bertha A. Martínez-González, Enfermeras del Servicio de Urgencias Pediátrica, Hospital San José - Tec de Monterrey

INTRODUCCIÓN

La fiebre es una de las causas más comunes por la que los padres buscan atención médica. Las preocupaciones sobre la misma varían y presentan mitos difíciles de tranquilizar, ya que consideran a la fiebre como una enfermedad grave que provoca daño irreversible.⁶ Esta preocupación irreal se ha presentado aun tanto en médicos como en enfermeras, llevando a veces a tratamientos innecesarios e incluso a veces peligrosos para los niños. El objetivo de este estudio es el realizar una comparación del concepto de la fiebre entre las madres de familia y las enfermeras.

METODOLOGÍA

Se realizaron encuestas a dos poblaciones distintas: Población 1, la cual se halla compuesta de madres de familia de medio socioeconómico medio a medio alto, las cuales se entrevistaron en la sala de espera del departamento de emergencias, hallan acudido o no en busca de atención médica. Población 2, comprende enfermeras con licenciatura, enfermería general o carrera técnica en enfermería que laboran en nuestro hospital, cuya experiencia laboral consistía desde 1 hasta 20 años. La encuesta comprendió 10 preguntas de opción múltiple, teniendo en algunas de ellas la opción de elegir dos o más métodos, con el fin de valorar la frecuencia con que se aplica dicho método o tratamiento.

RESULTADOS

Se obtuvieron las respuestas de 129 madres de familia y 119 enfermeras. La frecuencia con que se usó un método de valorar la temperatura o la frecuencia de las respuestas se muestran en las figuras 1 a 10, expresadas en porcentaje.

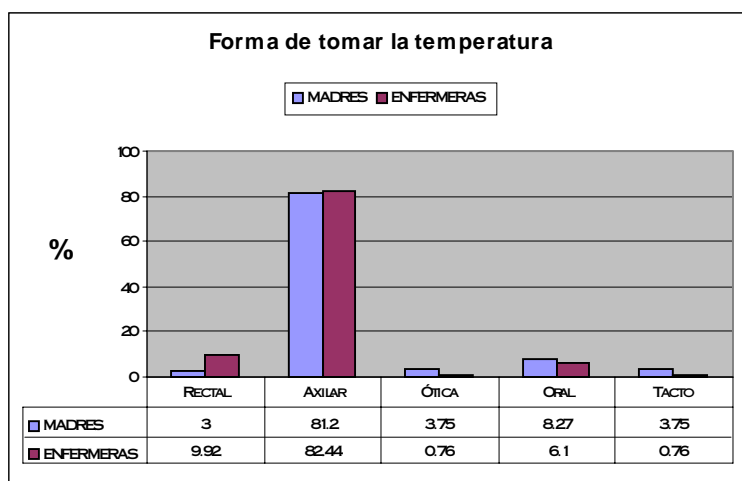


Figura 1. Frecuencia en la forma de tomar la temperatura; diferencia entre madres y enfermeras.

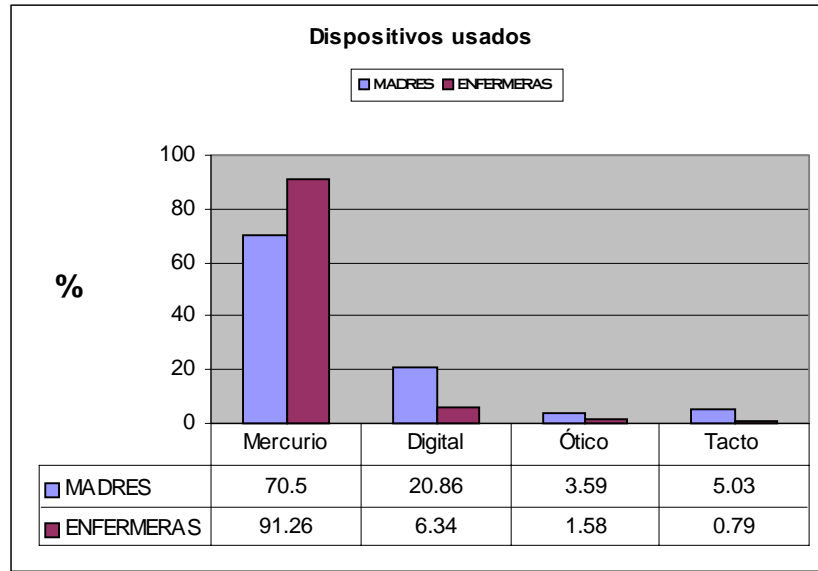


Figura 2. Frecuencia del uso de distintos termómetros; diferencia entre madres de familia y enfermeras

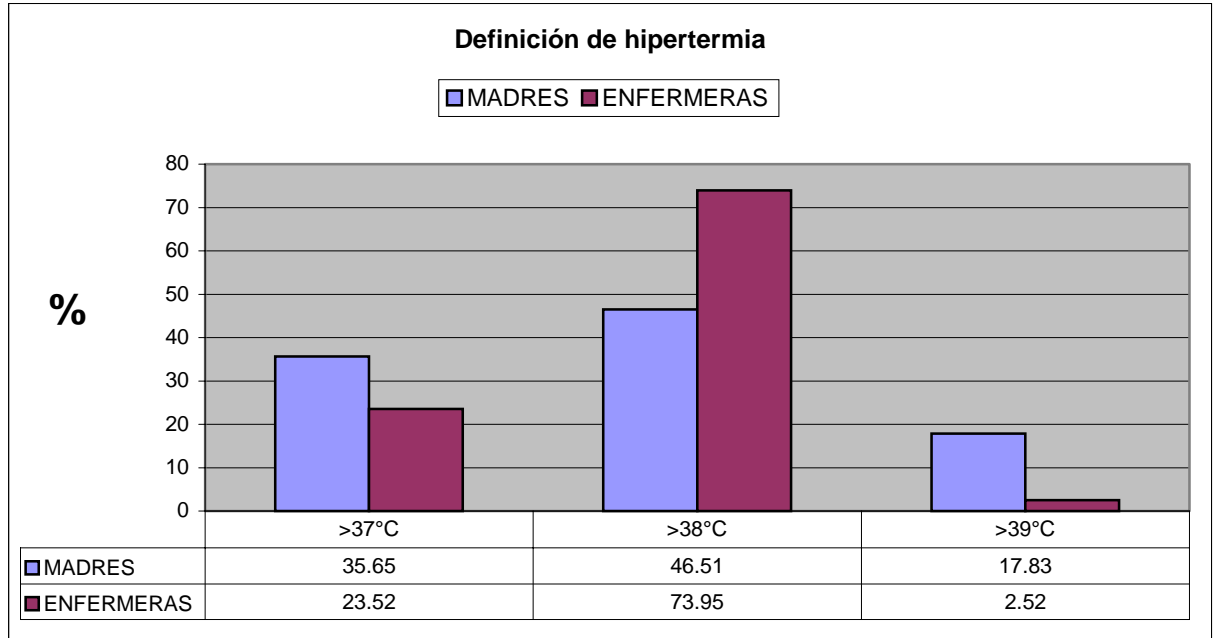


Figura 3. Forma de definir hipertermia. Diferencia entre madres de familia y enfermeras.

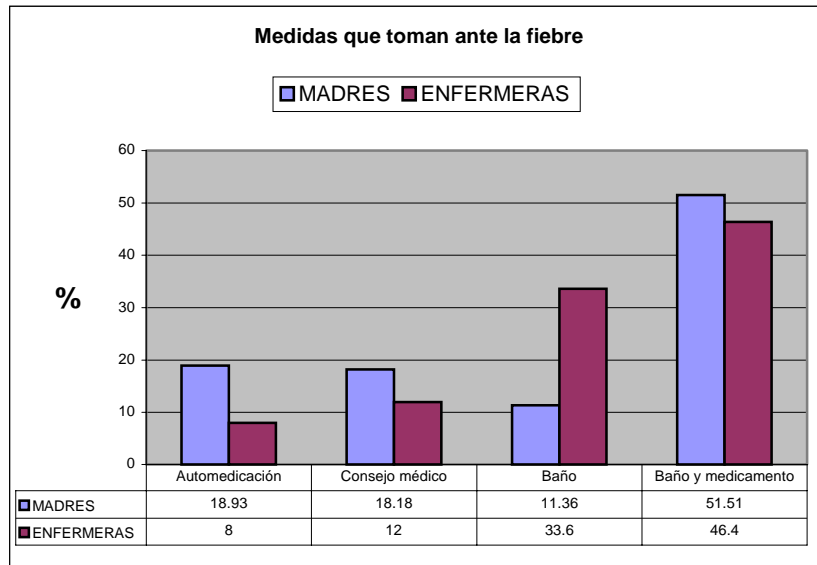


Figura 4. Frecuencia del uso de distintas medidas que toman ante la fiebre. Diferencia entre madres de familia y enfermeras.

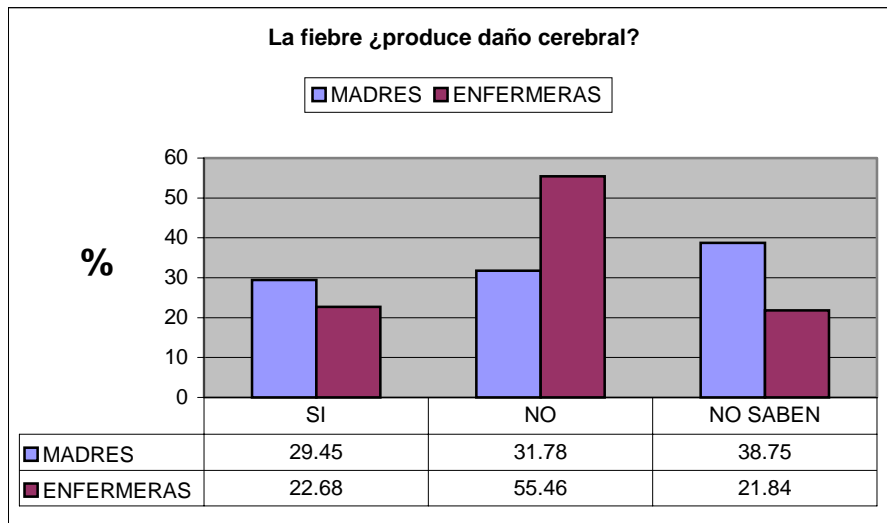


Figura 5. Pensamiento acerca de la fiebre como causante de daño cerebral; diferencia entre madres de familia y enfermeras.

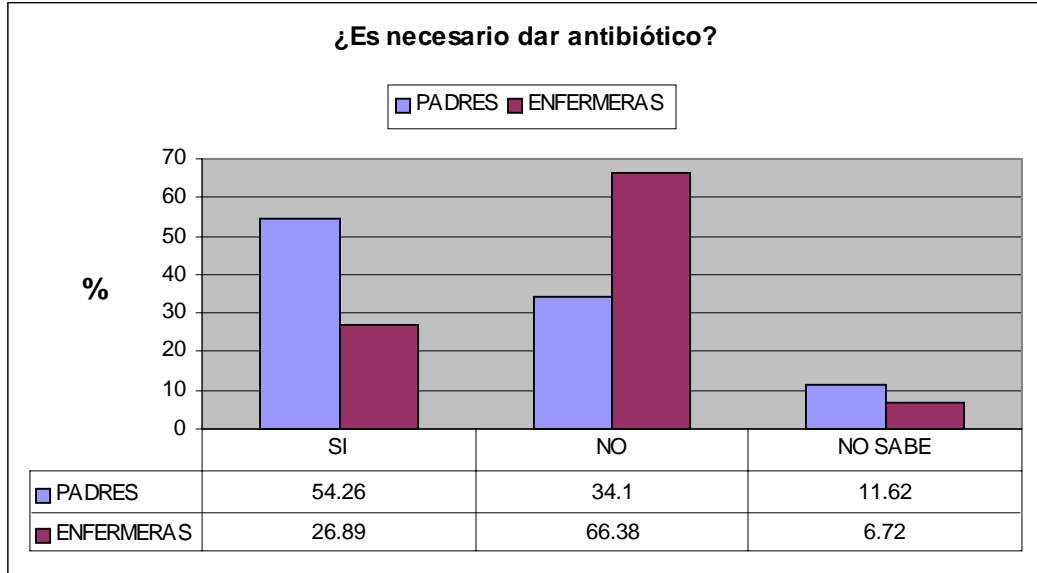


Figura 6. Concepto de la necesidad de dar antibiótico siempre que exista fiebre; diferencia entre madres de familia y enfermeras.

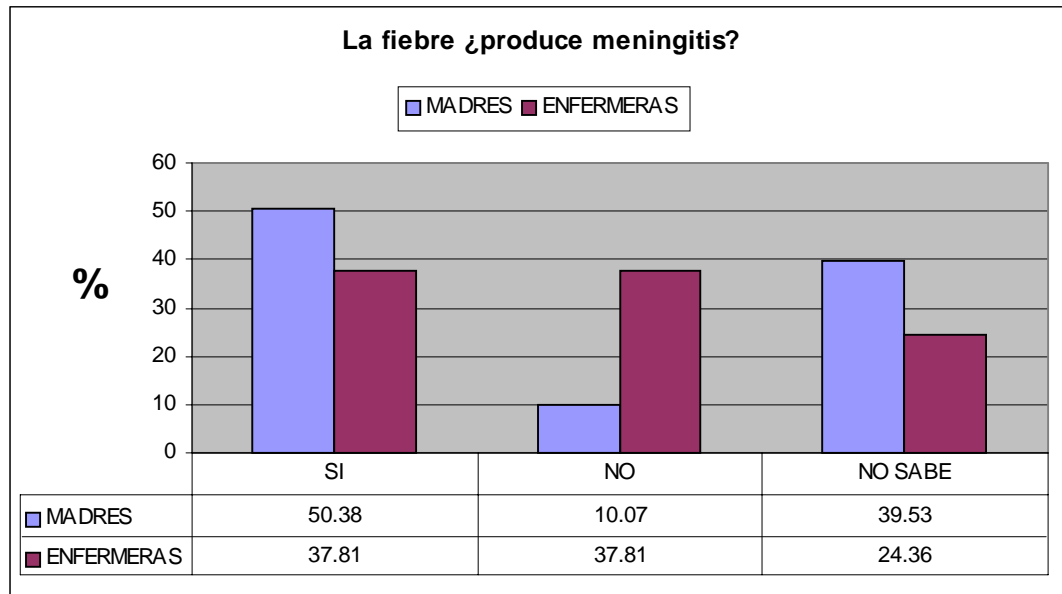
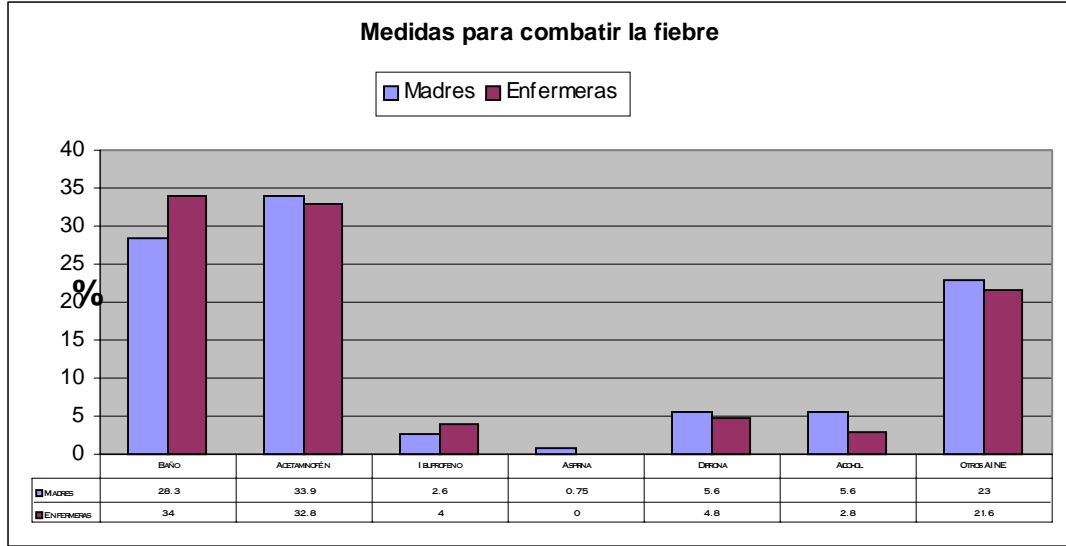


Figura 7. Concepto sobre la fiebre como causante de meningitis; diferencia entre madres y enfermeras.



Fig

ura 8. Frecuencia del uso de distintas medidas para combatir la fiebre; diferencia entre madres de familia y enfermeras.

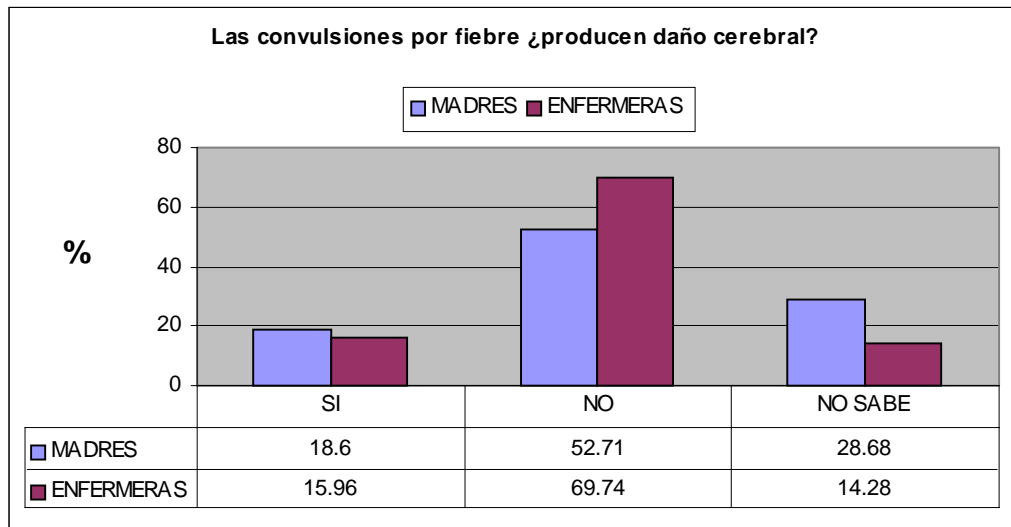


Figura 9. Concepto sobre las crisis convulsivas febriles como causante de daño cerebral; diferencia entre madres de familia y enfermeras.

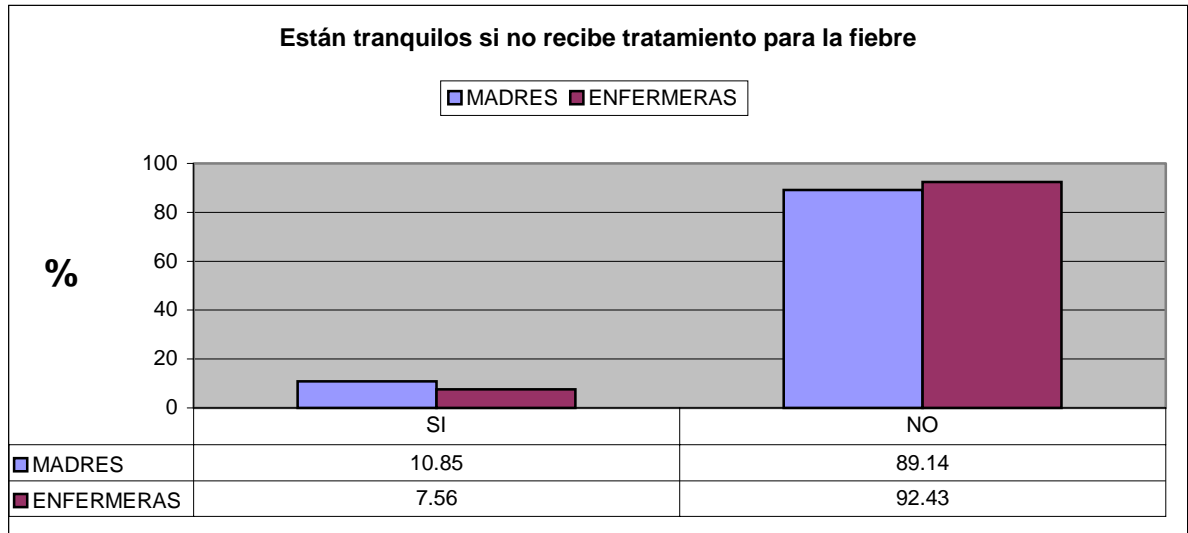


Figura 10. Frecuencia de la tranquilidad o inconformidad frente a un niño con fiebre de origen benigno, por lo demás sano y sin síntomas; diferencia entre madres y enfermeras.

3. Discusión y Resultados.

Nuestros resultados demuestran que persisten los temores respecto a la fiebre en ambas poblaciones; temores que llevan a tratar de manera inadecuada a los niños que la padecen. Llegan incluso a ser estos tratamientos peligrosos para una condición que remotamente puede causar peligro al ser humano.

En nuestro estudio la forma de tomar la temperatura no fue distinta entre madres y enfermeras, ambos grupos usaron la temperatura axilar como método preferido (>80% de las ocasiones). El tipo de dispositivo para tomar la temperatura corporal de predilección fue el termómetro de mercurio, preferido aun más por las enfermeras. (91% vs el 70% de las madres) Las madres prefirieron el termómetro digital en comparación con las enfermeras (20% vs 6%). Las madres tienden más a equivocarse al definir fiebre, sin embargo, solo el 73% de las enfermeras pudieron definir la hipertermia como la temperatura corporal mayor de 38°C (vs el 46% de las madres). La acción preferida en primera instancia al enfrentarse a la hipertermia en un niño, fue la aplicación del baño y la automedicación en ambas poblaciones (51% las madres, 46% de las enfermeras); solo el 12% de las enfermeras y el 18% de las madres buscarían consejo médico en primera instancia.

Seguimos viendo el uso de medicamentos que han demostrado ser peligrosos en cierta medida al usarse en niños, el uso de dipirona ha sido descartado por la FDA (Federal Drug Administration, en los E.U.A.) desde hace más de 20 años por sus efectos tóxicos bien demostrados^{2,3,7,9}; en nuestro estudio el 5% de las madres y enfermeras siguen usándola. En este rubro, el medicamento de predilección sigue siendo el acetaminofen, mencionado en el 34% de los casos por las madres y el 33% por las enfermeras. El uso de aspirina no fue reportado por las enfermeras, y solo en el 0.75% por las madres. El uso de alcohol frotado sobre la piel es tóxico al inhalarse, sin mencionar los peligros de incendio reportados en forma anecdótica; el 5.6% de las madres y el 2.8% de las enfermeras lo utilizan.

No es raro encontrar mitos en cuanto al manejo de la fiebre. 30% de las madres y 22.6% de las enfermeras aseguran que la fiebre produce daño cerebral. 54% de las madres y 27% de las enfermeras mencionan que es necesario dar antibiótico cuando un niño tiene fiebre; mientras que en cuanto a la creencia de que la fiebre produce meningitis, 50% y 38% respectivamente,

opinan que sí. Esto difiere al pensar en las convulsiones febriles, donde el 19% de las madres y 16% de las enfermeras, opinan que producen daño cerebral. Solo el 10% de las madres y el 7.5% de las enfermeras estarían tranquilas si dejamos al niño sin tratamiento, una vez que hipotéticamente se les dice que el paciente no tiene nada peligroso, y se halla asintomático. Crocetti ¹ et al., realizaron un estudio similar al nuestro; nuestra población difiere principalmente en el uso de ciertos medicamentos que no se usan en los Estados Unidos (como el uso de dipirona, y otros antiinflamatorios no esteroideos); nuestra población de madres tiende menos a usar el alcohol frotado (5% vs. 18%), comparado con el grupo de padres de Crocetti. Aunque nuestra muestra de madres son en promedio pertenecientes a un nivel social medio a medio alto que acuden a un hospital privado por distintas razones (tal vez no representativo de la población general de Latinoamérica) Kramer ⁴ et al., en su estudio mencionan la poca influencia del nivel socioeconómico sobre el concepto de la fiebre como entidad dañina. Schmitt ⁶, en los 80s inició el uso del término "fever phobia", o el temor a la fiebre, misma fobia que es vista en nuestro estudio, la cual lleva al uso de medidas peligrosas o costosas. Las enfermeras son una importante fuente de información a los padres de familia acerca de la fiebre. En nuestra población de enfermería, la información acerca de la fiebre es mayor, comparadas con las madres como era de esperarse, e inclusive no varía grandemente al compararla con la población de otras instituciones internacionales, por ejemplo, en el estudio de Thomas ⁸, el 79.8% de las enfermeras recomendaban el baño como medida antipirética, situación que nuestras enfermeras recomendaban en un 80%. Poirier ⁵, en su trabajo, 29% de las enfermeras precisan que la fiebre produce daño cerebral, comparado con el 22.6% en nuestra muestra. Aunque este no es el fin de nuestro trabajo, consideramos conveniente esta observación.

4. Conclusiones

Nuestro trabajo demuestra carencia de información tanto en padres de familia como en personal de salud con respecto a la fiebre. La fobia a la fiebre es una situación común, que debe ser descartada de nuestra sociedad. La enfermera es considerada un proveedor de información importante a padres sobre el concepto de la fiebre. Una enfermera preocupada por la fiebre puede transferir ese temor a un padre angustiado y a la vez caer en tratamientos peligrosos o costosos para una entidad remotamente peligrosa. Es necesario disminuir esta fobia y procurar una mayor información sobre la naturaleza benigna de esta condición a nuestro personal de salud y por consiguiente a los padres de familia.

5. Referencias

1. Crocetti M, Moghbeli N, Serwint J. Fever phobia revisited: have parental misconceptions about fever changed in 20 years? *Pediatrics* 2001 Jun;107(6):1241-1246.
2. Dorr VJ, Cook J. Agranulocytosis and near fatal sepsis due to ' Mexican aspirin' (dipyrrone). *South Med J.* 1996 Jun;89(6):612-614.
3. Drawl-Klein La, Phelps SJ. Antipyretic therapy in the febrile child. *Clin Pharm* 1992 Dec;11(12):1005-1021.
4. Kramer MS, Naimark L, Leduc DG. Parental fever phobia and its correlates. *Pediatrics* 1985 Jun;75(6):1110-1113.
5. Poirier MP, Davis PH, González-del Rey JA, Monroe KW. Pediatric emergency department nurses' perspectives on fever in children. *Pediatr Emerg Care* 2000 Feb;16(1):9-12.
6. Schmitt BD. Fever phobia: misconceptions of parents about fevers. *Am J Dis Child.* 1980 Feb;134(2):176-181.

7. Shinar E, Hershko C. Causes of agranulocytosis in a hospital population: identification of dipyronone as an important causative agent. *Isr J Med Sci.* 1983 Mar;19(3):225-229.
8. Thomas V, Riegel B, Andrea J, Murray P, Gerhart A, Gocka I. National survey of pediatric fever management practices among emergency department nurses. *J Emerg Nurs* 1994 Dec;20(6):505-510.
9. Vlahov V, Bacracheva N. Agranulocytosis and dipyronone. *Lancet.* 1989 Nov 18;2(8673):1215.

A SIMPLE AND INEXPENSIVE SIMPLE -80°C CRYOPRESERVATION TECHNIQUE FOR HEMATOPOIETIC STEM CELLS, ALLOWS LESS DEVELOPED CENTERS TO PERFORM AUTOLOGOUS STEM CELL TRANSPLANTATIONS.

José Rafael Borbolla Escoboza*, Alejandro Nájera**, Manuel A. López Hernández**, Adela Segura**, José E. DeDiego**, Mauricio González Avante**, Elvira Trueba**, Martha Alvarado**, Rosa M. Jiménez**.

Autologous stem cell transplantation, also known as bone marrow transplantation is a non-technique in which the patient's hematopoietic stem cells are re-infused. This procedure allows the hematologist to give very high doses of chemotherapy with or without radiotherapy in order to cure previously fatal neoplastic diseases. The main obstacle in performing this procedure for most hospitals is the very expensive cryopreservation apparatus. Refrigerating stem cells is not a good option because it limits severely the time of usage of these cells. In this paper we describe a simple cryopreservation procedure that allows hospitals, to perform world-class cryopreservation with minimum investment.

Keywords: Autologous stem cell transplant, cancer, cryopreservation

*From the Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud, División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey (jrborbol@campus.mty.itesm.mx)

**From the Hematology Department, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", I.S.S.S.T.E., México city, México.

INTRODUCTION

In Mexico, as in the rest of the world, the need for stem cell transplants has increased dramatically. The cost of the "standard" liquid Nitrogen, controlled rate freezing, -196°C cryopreservation techniques is often too high for many of our hospitals. Alternative cheaper methods of cryopreserving stem cells are needed. Based on the experience of other groups, we have developed a modified simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells. After performing numerous assays with different cell and cryopreservation solution component concentrations, and after freezing and unfreezing a great number of cell samples, our definitive method is as follows:

METHOD

Our technique consists of 4 steps all performed in a laminar flow chamber:

1)-Preparation of cyopreservation solution:

- 45% of 6% hydroxyetil starch,

- 22.5% of 50% DMSO and
- 32.5% of 25% human albumin

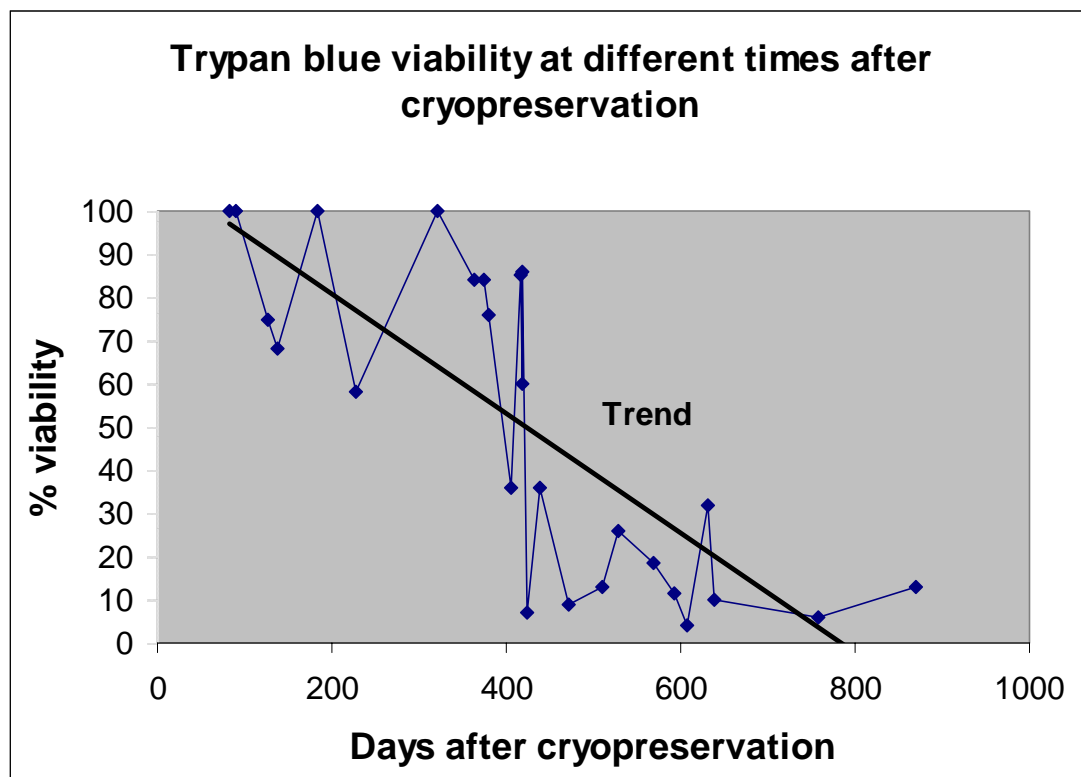
2)-Dilution of stem cells using autologous plasma to a concentration of 8,000/ μ L.

3)-Mix 1:1 of the diluted cells with the cryopreservation solution in a cryopreservation bag.

4)-Put the cryopreservation bag in a -80° C electric freezer.

RESULTS

We unfroze samples from cells cryopreserved in the last 26 months belonging to 22 different patients. Immediately after being rapidly unfrozen in warm water, an automated CBC was performed as well as a viability count using trypan-blue. At 3 months, over 90% of cells had survived, and of these, more than 90% were trypan-blue viable, at 6 months percentages dropped to 85%. (see Chart). Furthermore, we have successfully performed 21 transplants using cells that were preserved using this technique for periods of time ranging from 1 to 4 months.



CONCLUSIONS

Ours is a very easy to perform cryopreservation technique, it only needs equipment that is already found in most hospitals of developing countries (laminar flow work station, -80° C electric freezer). This technique guarantees that at least 85% of cells will have survived and will be trypan-blue viable 3 months after having been frozen. This is more than enough time to administer any conditioning regimen desired. Finally, our technique has proven clinical efficacy in more than 20 patients.

The authors are eager to share our experience with this very simple technique that will allow many hospitals that are not able to perform autologous stem transplants due to a lack of a cryopreservation technique to perform them.

REFERENCES

1. Ratajczak J, Marlicz W, Rozmyslowicz T, Machalinski B, Ratajczak MZ. Comparison of the different strategies for cryopreserving and storage of the bone marrow CD34+ cells. Possibility of unprogrammed rate freezing and storage at -80 degrees C mechanical freezer. *Ann Transplant* 1996;1:35-8.
2. To LB, Shepherd KM, Lam-Po-Tang R, Szer J, McGrath KM. Guidelines for the collection, processing, storage and of administration of hemopoietic stem and progenitor cells for transplantation. Report of the Working Party on Hemopoietic Stem Cell Processing, Hematology Discipline Advisory Committee, the Royal College of Pathologists of Australasia. *Pathology* 1998;30:276-85.
3. Ayello J, Semidei-Pomales M, Preti R, Hesdorffer C, Reiss RF. Effects of long-term storage at -90 degrees C of bone marrow and PBPC on cell recovery, viability, and clonogenic potential. *J Hematother* 1998;7:385-90.
4. Hernandez-Navarro F, Ojeda E, Arrieta R, Rios-Rull P, Garcia-Bustos J, Quevedo E, Martin Hernandez MP, Jimenez-Yuste V, Rodriguez-Luaces M, Lopez RM, Garcia-Miguel P, Martinez A, Sastre A, Calero F, Gomez-Pastrana F, Martinez B. Hematopoietic cell transplantation using plasma and DMSO without HES, with non-programmed freezing by immersion in a methanol bath: results in 213 cases. *Bone Marrow Transplant* 1998;21:511-7.

Correlación sonográfica e histológica en la colecistitis y colelitiasis

Margarita Ramírez, Irma E. Eraña

La vesícula biliar puede identificarse ecográficamente en la mayoría de los pacientes independientemente de su constitución o condición clínica. El objetivo de este estudio es evaluar la correlación diagnóstica entre la ecosonografía y el estudio anatomopatológico de los casos de litiasis vesicular y de colecistitis aguda dentro del Hospital San José durante 1999, para determinar si estos resultados son concordantes con los que reporta la literatura. Para este estudio se tomaron en cuenta las vesículas recibidas en el departamento de anatomía patológica del hospital San José para su análisis microscópico, del 1 de enero al 31 de diciembre de 1999. Según el análisis realizado en el departamento de anatomía patológica de las 67 vesículas incluidas en el estudio, 56 tenían litos en su interior (84%) y solo 11 de ellas eran alitiásicas (16%). Los reportes del estudio ecográfico de estos pacientes arrojaron como resultados que 55 de ellos (82%) tenían evidencia ultrasonográfica de litiasis vesicular y los restantes 12 (18%) no evidenciaban litos. **CONCLUSIÓN:** La ecografía realizada en el Hospital San José para el diagnóstico de colelitiasis, cuenta con una precisión muy similar a la reportada en otros estudios, lo que convierte a este método diagnóstico en una excelente alternativa en la valoración de esta patología.

Palabras clave: vesícula, colelitiasis, colecistitis, ecosonografía, vesícula biliar.

ICX EN LA COLECISTITIS

Margarita Ramírez, Residente de tercer año del programa de especialidad en Radiología, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey. mraa@usa.net
Irma E. Eraña, Residente de tercer año del programa de especialidad en Anatomía Patológica, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey. ierana@enlace.net

1. Introducción.

Desde que Hublitz et al ⁽¹⁾ reportaron por primera vez la detección ultrasonográfica de litos en 4 de 8 pacientes, la visualización de cálculos por ecografía ha aumentado dramáticamente. Estudios recientes han reportado sensibilidades superiores al 95%, por lo que desde la década de los ochenta, el sistema biliar se ha convertido en una de las principales áreas de interés para el estudio ecográfico. Con la llegada de los más nuevos sistemas de ultrasonido en tiempo real de alta resolución, la vesícula biliar puede identificarse en la mayoría de los pacientes independientemente de su constitución o condición clínica. A diferencia de la colecistografía oral que anteriormente se utilizaba, la ecografía es una técnica rápida, repetible (si fuera necesario), que no irradia ni necesita la administración de medios de contraste, y que puede realizarse en la cabecera de los pacientes graves. Por ello, actualmente, la ecografía resulta ser la primera herramienta en la valoración de la vesícula biliar.

En la literatura se encuentran numerosos artículos relacionados al uso del ultrasonido en la patología vesicular, muchos de ellos se refieren específicamente a la litiasis vesicular y a la colecistitis aguda. Sin embargo, es necesario evaluar si los resultados obtenidos en dichos estudios concuerdan a los obtenidos dentro del Hospital San José, con el propósito de determinar si la certeza diagnóstica que ofrece este método, dentro de nuestro Hospital, está a la altura de las exigencias internacionales.

El objetivo de este estudio es evaluar la correlación diagnóstica entre la ecosonografía y el estudio anatomopatológico de los casos de litiasis vesicular y de colecistitis aguda dentro del Hospital San José durante 1999, para determinar si estos resultados son concordantes con los que reporta la literatura. Creemos que el ultrasonido vesicular practicado dentro de este hospital, ofrece un alto grado de certeza en el diagnóstico de colelitiasis y colecistitis comprobada mediante estudio anatomopatológico de los especímenes postquirúrgicos. Debido a que la patología vesicular es una de las más frecuentes en nuestro medio, es importante conocer la confiabilidad diagnóstica que tienen los procedimientos ecográficos dentro del Hospital San José. Este estudio arroja resultados de interés para los médicos que realizan su práctica dentro de este hospital, permitiéndoles evaluar la certeza diagnóstica que ofrece el departamento de radiología en lo que respecta a ultrasonido vesicular.

La vesícula biliar es una estructura cónica sacular músculo-membranosa situada en una fosa por debajo del hígado. Su tamaño y forma son variables, cuando está distendida presenta una longitud de 7-10 cm y una anchura de 2-3 cm, tanto en niños como adultos. En recién nacidos la relación media entre el ancho y el largo vesicular es de 0.37. Para un estudio óptimo de la vesícula biliar, el paciente debe ayunar como mínimo 6 horas antes de realizarse el estudio. Es recomendable practicar la ecografía vesicular después de un proceso de ayuno iniciado desde la noche anterior. Conseguiremos así la máxima distensión vesicular, pudiendo valorar mejor no sólo la vesícula, sino también las alteraciones intraluminales y/o de la pared. En caso de urgencia o en un paciente crítico, el estudio ecográfico puede, por lo general, hacerse satisfactoriamente, ya que dichos pacientes en la práctica han ingerido pocos o ningún alimento. Con la ecografía en tiempo real, unas manos entrenadas pueden realizar el estudio del sistema biliar en 10-15 minutos. El examen de la vesícula comienza con el paciente en decúbito supino. En el plano sagital, la vesícula biliar se localiza al identificar la cisura hepática mayor. Una vez conseguido, la vesícula se estudia lentamente desde el borde medial al lateral tomando como mínimo tres imágenes. Se rastrea después en cortes transversales desde el límite inferior al superior. La frecuencia del transductor utilizada para este examen depende de la constitución física del paciente. Debe usarse la mayor frecuencia posible para obtener así una mejor resolución. La profundidad

de la vesícula biliar ha de quedar dentro de la zona de focalización del transductor. Una vez que se han obtenido las imágenes en decúbito supino, se coloca al paciente en decúbito lateral izquierdo, y se obtienen así mismo cortes sagitales y transversales. Se constata el movimiento de los litos si su existencia era dudosa en decúbito supino.

Si la vesícula estuviera demasiado alta, o quedara aún alguna duda tras el estudio en decúbito lateral, puede repetirse el estudio en bipedestación. Este cambio de posición puede demostrar el movimiento de los cálculos, confirmando su presencia. Por ecografía, la vesícula biliar se observa como una estructura elipsoide anecogénica adyacente al hígado, en el cual provoca una impronta en su borde inferomedial. Se sitúa a lo largo de un eje formado por la unión del segmento medial del lóbulo izquierdo y el lóbulo derecho. Cuando está distendida tiene una fina pared que normalmente no puede medirse. La pared anterior se visualiza como una delgada estructura, altamente ecogénica, mientras que la pared posterior puede ser difícil de evaluar por el grado de transmisión del sonido y por estar en contacto con el intestino. El grosor de la pared nunca es mayor de 3 mm, incluso en los niños. La medida de la pared vesicular es más segura si se obtiene a lo largo de la porción de la vesícula perpendicular al haz de sonido. Se aconseja medir la pared anterior adyacente al hígado. El 98% de las vesículas biliares se visualizan por ecografía.

Una gran cantidad de estudios se han dirigido a valorar las características ecográficas de los cálculos biliares. Estos se observan como focos ecogénicos con sombra acústica posterior que se movilizan al cambiar de posición al paciente (2,3). Se ha demostrado que todos los cálculos mayores de 3 mm presentan sombra, lo cual no tiene relación con el contenido cálcico del cálculo, ni con su forma, superficie o densidad.^(4,5) La sombra se debe a la alta reflexibilidad de la superficie proximal del cálculo y a la absorción por el mismo del resto del haz de sonido que no es reflejado. Se ha comprobado que los cálculos que contienen más del 88% de colesterol flotan y producen sombra acústica.⁽⁵⁾ Debe tenerse en cuenta que focos ecogénicos intravesiculares menores de 5 mm y sin sombra, en el 81% de los casos representan litiasis. Puede decirse que un foco ecogénico en el interior de la vesícula que causa sombra acústica posterior y se mueve con la gravedad, será un cálculo en el 100% de los casos.⁽⁶⁾

Algunos estudios han demostrado que los porcentajes de exactitud de los distintos criterios ecográficos para el diagnóstico de cálculos son: 1) imágenes hiperecogénicas intraluminales móviles con sombra acústica posterior, 100%; 2) no visualización de la luz vesicular, 96%, y 3) opacidades intravesiculares sin sombra posterior, 61%^(7,8). Se habla de una exactitud del 98.6% en el diagnóstico cuando se usan los siguientes criterios. 1) vesícula biliar bien visualizada en al menos dos proyecciones; 2) densidades intraluminales bien definidas, y 3) dichas densidades producen sombra acústica y se mueven rápidamente con los cambios de posición del paciente.⁽⁹⁾ La colecistitis representa un proceso inflamatorio de la vesícula biliar, y puede ser aguda o crónica. Existe un 70% de incidencia de colecistitis en adultos, pero no aparece en número significativo antes de la década de los treinta, con un pico máximo en las décadas cincuenta y sesenta. La relación mujer-varón es de 3:1 con un patrón clínico típico: mujer, obesa, de 40 años en edad reproductiva.

Para asegurar un diagnóstico ecográfico correcto de colecistitis es necesario seguir criterios específicos. Los criterios mayores son la visualización o no de una vesícula biliar anecogénica en hipocondrio derecho y la presencia o ausencia de litiasis. Los criterios menores son: 1) engrosamiento de la pared vesicular mayor de 4mm, medida en un punto perpendicular al haz de sonido; 2) vesícula biliar redondeada u oval, y 3) diámetro vesicular transversal mayor de 5 cm. El criterio menor que más frecuentemente se presenta en la colecistitis es el engrosamiento parietal. En un estudio de pacientes con colecistitis aguda demostrada por estudio anatomopatológico, el 70% mostró los siguientes hallazgos

ecográficos: engrosamiento de la pared vesicular por encima de 5 mm, anecogenicidad de la pared vesicular, distensión vesicular valorada por un diámetro externo antero-posterior igual o superior a 5 cm y colelitiasis. La distensión vesicular (4 cm) se presenta en el 87% de pacientes con colecistitis. Se ha encontrado una sensibilidad máxima sobre la vesícula biliar en el 85% de los pacientes con colecistitis aguda.⁽¹⁰⁾ La limitación de la ecografía consiste en que se requiere una gran experiencia técnica para obtener imágenes satisfactorias. Actualmente con la introducción de equipos en tiempo real de alta resolución, es posible realizar exámenes con buena exactitud menos dependientes del operador.

2. METODOLOGÍA

Para este estudio se tomaron en cuenta las vesículas recibidas en el departamento de anatomía patológica del hospital San José para su análisis microscópico, del 1 de enero al 31 de diciembre de 1999. Después de descartar los casos que no se capturaron dentro del sistema de cómputo del departamento de patología se obtuvieron un total de 198 especímenes. De estos, se incluyeron en el estudio únicamente aquellos que contaran con una ecografía vesicular previa realizada en el mismo hospital (n=67). Para cada caso incluido se revisaron los reportes radiográficos de la ecografía realizada. Los reportes fueron firmados por alguno de tres radiólogos capacitados para la realización de ultrasonografías adscritos al Hospital San José. En ningún caso paso más de uno año entre el estudio de imagen y la colecistectomía.

Las ecografías fueron realizadas en cualquiera de los dos equipos con que cuenta el departamento de radiología del Hospital San José de Monterrey. Los cuales son ultrasonidos en tiempo real de alta resolución que cuentan con las siguientes características:

- 1) Ultrasonido Sonoline Prima, Siemens. Con transductor 3.5C40S (arreglo convexo, modelo S-Array, que opera en 3.5MHz y tiene un radio de 40 mm).
- 2) Ultrasonido Logiq 400, GE Medical Systems, que cuenta con doppler color y power doppler. Con transductores C721 (convexo, image frequency 6.6 MHz, doppler frequency 5.0 MHz), C364 (convexo, image frequency 3.3 MHz, doppler frequency 2.5 MHz) y 739L (lineal, image frequency 6.7 MHz, doppler frequency 5.0 MHz).

Los resultados obtenidos en el estudio ecográfico se compararon con los resultados del análisis anatomopatológico de las piezas quirúrgicas, específicamente en lo correspondiente a la presencia o ausencia de cálculos vesiculares y a la existencia de colecistitis aguda.

En lo que respecta a la colecistitis, los casos se separaron en dos grupos para los hallazgos radiológicos y dos grupos para los patológicos. El primer grupo, tanto para los hallazgos radiológicos como patológicos, lo integraron los casos con evidencia de inflamación aguda. El segundo grupo, en el caso de los hallazgos radiológicos, se integró por aquellos sin evidencia definitiva de inflamación aguda. El segundo grupo, para los hallazgos patológicos, quedó conformado con los casos con diagnósticos diferentes a colecistitis aguda dentro de los que se incluyen colecistitis subaguda y colecistitis crónica.

3. RESULTADOS y DISCUSIÓN.

De las 198 vesículas capturadas por el sistema del departamento de patología del Hospital San José durante el año de 1999, solamente el 34% contaban con un estudio ecográfico previo (n=67).

Según el análisis realizado en el departamento de anatomía patológica de las 67 vesículas incluidas en el estudio, 56 tenían litos en su interior (84%) y solo 11 de ellas eran alitiásicas (16%). Los reportes del estudio ecográfico de estos pacientes arrojaron como resultados que 55 de ellos (82%) tenían evidencia ultrasonográfica de litiasis vesicular y los restantes 12 (18%) no evidenciaban litos.

Haciendo una comparación caso por caso de estos resultados, encontramos que 51 de los 55 pacientes con evidencia radiográfica de colecistolitiasis tenían también comprobación patológica de litiasis, representando estos los casos verdaderos positivos (93%). Solo 4 de los 55 casos catalogados como colecistolitiasis por ecografía no tuvieron confirmación patológica, representando estos un 7% de casos falsos positivos. De los 12 casos sin evidencia radiográfica de litos, 7 tuvieron confirmación patológica (verdaderos negativos) y los restantes 5 presentaron litiasis en el examen de patología (falsos negativos). Los resultados obtenidos de estas comparaciones se muestran en la siguiente gráfica.

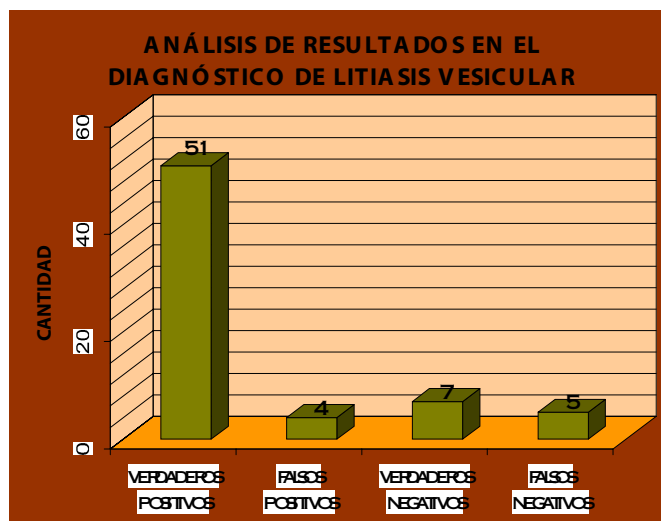


Figura 1.

En otras palabras podemos decir que en el 86.5% de los casos la ecografía va a ser capaz de diagnosticar con acierto la presencia o ausencia de litos en la vesícula biliar.

Para poder cotejar los resultados correspondientes a la presencia o ausencia de colecistitis aguda; se agruparon los casos según los reportes de anatomía patológica en inflamación aguda y otros hallazgos dentro de los que se incluyeron los casos de colecistitis crónica y subaguda. Dichos resultados se compararon con los hallazgos ecográficos de colecistitis aguda y sin evidencia de inflamación aguda. Encontramos que de los 67 casos incluidos en nuestro estudio 23 tuvieron evidencia ecográfica de inflamación aguda (34%) y los 44 restantes fueron ecográficamente normales o sin evidencia definitiva de inflamación aguda (66%). El análisis anatomopatológico de los especímenes arrojó que 13 (19%) presentaban inflamación aguda y los 54 restantes tuvieron otros diagnósticos (colecistitis subaguda 6 casos y colecistitis crónica 48 casos).



Figura 2.

Comparando los dos grupos de hallazgos radiológicos con los dos grupos básicos de diagnósticos patológicos se obtuvo que de los 23 casos diagnosticados como colecistitis aguda según ecografía, 11 (48%) presentaron inflamación aguda en el estudio histológico, siendo estos los casos verdaderos positivos. Los casos falsos positivos fueron aquellos que se diagnosticaron como colecistitis por ecografía, pero no presentaron inflamación aguda en el análisis histológico (12 casos). De los 44 casos sin evidencia de inflamación aguda por ultrasonido, 42 (95.5%) no presentaron signos de inflamación aguda según patología (verdaderos negativos), y sólo 2 (4.5%) tuvieron datos histológicos de inflamación aguda (falsos negativos).

En otras palabras podemos decir que en el 79.1% de los casos la ecografía va a ser capaz de diagnosticar con acierto la presencia o ausencia de inflamación en la vesícula biliar.

La vesícula biliar, con su contenido líquido, es ideal para el estudio ecográfico. La valoración por ecografía de la vesícula biliar se ha hecho más sofisticada con los avances tecnológicos y el mayor conocimiento de los cambios ecográficos en diversos procesos patológicos tales como la colecistolitiasis y la colecistitis. Existe una alta incidencia de litiasis (10-20%) y de colecistitis en adultos (70%). Además, las complicaciones de una colecistitis aguda pueden ser muy graves e incluyen: absceso pericolecístico por infección supurativa o perforación vesicular, peritonitis generalizada, colangitis ascendente, absceso hepático, absceso subdiafragmático y septicemia. Las complicaciones de la litiasis vesicular pueden ser el desarrollo de un carcinoma vesicular y el paso de un cálculo al colédoco.

Debido a esto, resulta de gran importancia contar con un método de diagnóstico eficaz para la patología vesicular. Muchos estudios han corroborado ya la utilidad de la ecografía para la detección de cálculos vesiculares, sin embargo existe una gran controversia respecto a cual debe ser el método de elección para evaluar la colecistitis. Algunos investigadores apoyan la ecografía por su capacidad para explorar todo el hipocondrio derecho y valorar la sensibilidad vesicular. Otros prefieren las técnicas de medicina nuclear hepatobiliar, para una mejor evaluación de la función vesicular. La colangiografía intravenosa está prácticamente abandonada en muchas instituciones, debido a la morbilidad asociada a esta técnica. Resulta entonces básico conocer la sensibilidad y especificidad de la ecografía en el diagnóstico de la litiasis vesicular y la colecistitis, y mucho más importante aun conocer cuál es el rango de certeza de este estudio cuando se realiza

en nuestro Hospital. Según nuestra investigación, la ecografía realizada en este hospital fue capaz de diagnosticar con certeza el 93% de los casos de colecistolitiasis y el 48% de los casos de colecistitis aguda.

En la literatura se ha demostrado una exactitud global del 96 al 98% del ultrasonido en el diagnóstico de litiasis, podemos ver que existe poca discrepancia entre estos resultados y los que arroja nuestro estudio.

Para la colecistitis; la ecografía tiene una precisión de un 88%, según la literatura, que en nuestro estudio es mucho menor (48%). Se debe investigar más a fondo las causas de esta discrepancia ya que este estudio no llega más allá de dar una visión global del grado de certeza diagnóstica y no explora los factores que pueden modificarla. Pero representa una buena premisa para estudios subsecuentes.

4. CONCLUSIÓN

La ecografía realizada en el Hospital San José para el diagnóstico de colecistolitiasis, cuenta con una precisión muy similar a la reportada en otros estudios, lo que convierte a este método diagnóstico en una excelente alternativa en la valoración de esta patología. La ecografía no resultó ser tan precisa para el diagnóstico de colecistitis aguda en comparación a otros estudios, por lo que se requiere de un estudio investigación más completo para poder determinar las causas de esta diferencia.

5. Referencias.

1. Hublitz UF, Kahn PC, Sell Ca. Cholecystosonography: An approach to the nonvisualized gallbladder. *Radiology* 1972;103:645
2. Lawson TL. Gray scale cholecystosonograph: diagnostic criteria and accuracy. *Radiology* 1977;122:247
3. Simeone JF, Ferrucci JT. New trends in gallbladder imaging. *JAMA* 1981;246:380
4. Carroll BA. Gallstones: in vitro comparason of physical, radiographic and ultrasonic characteristics. *AJR* 1978;131:223
5. Good LI, Edell SL, Soloway RD et al. Ultrasonic properties of gallstones effect of stone size and composition. *Gastroenterology* 1989;77:258
6. Simeone JF, Mueller PR, Ferruci JT et al. Significance of nonshadowing focal opacities at cholecystosonography. *Radiology* 1980;137:181
7. McIntos DMF, Penney HF. Gray scale ultrasonography as screening procedure in detection of gallblader disease. *Radiology* 1980;136:725
8. Crade M, Taylor KJW, Rosenfield AT et al. Surgical and pathologic correlation of cholecystosonography and cholecystography. *AJR* 1978;131:227
9. Hesseler PC, Hill DS, Detorie FM, Rocco AF. High accuracy sonographic recognition of gallstones *AJR* 1981;136:517
10. Raghavendka BN, Feiner HD, Subramanyam BR et al. Acute cholecystitis: sonographic-pathologic analysis. *AJR* 1981;137:327
11. Laing FC, Federle MP, Jeffrey RB, Brown TW. Ultrasonic evaluation of patients with acute right upper quadrant pain. *Radiology* 1981;140:449

Estudio Comparativo del Dx Colposcópico contra la técnica habitual de Papanicolaou

Ventura Enrique Niño Parra Daniel Humberto Méndez Lozano

En 1968 se define la neoplasia cervical intraepitelial, mismo año en que se define que todas las displasias tienen potencial de progreso. Hoy en día se sabe que la displasia leve progresa en el 16% de los casos a carcinoma *in situ*. Por años se ha tenido a la citología cervical como el método de "screening", sin embargo algunas de las causas de falsos negativos en la citología cervical comprenden: obtención inadecuada o impropia de la muestra, presencia de sustancias interpuestas, problemas técnicos o errores de la lectura. En el presente estudio tuvimos por objetivo realizar una evaluación retrospectiva de la sensibilidad y especificidad de la citología cervical y el estudio colposcópico en las pacientes que han llegado referidas a nuestra Clínica de Displasias para su atención. Se determinó que la citología cervical tiene una mayor sensibilidad que la colposcopia y que es el método adecuado de "screening" como se ha estado utilizando. Se observó que el método combinado alcanza una sensibilidad del 97.97% de los casos similar a los reportes internacionales lo cual es altamente efectivo y se debe de ofrecer a todas las pacientes que sea posible. Se encontró que la especificidad obtenida por la colposcopia fue muy superior a la obtenida por Papanicolaou, la cual se mostró con resultados muy pobres (80% vs 15%). Esto nos reafirma que los casos obtenidos por "screening" con citología deben de complementarse con una prueba más específica como lo es el estudio colposcópico pues de manera conjunta se alcanza una especificidad del 90%.

Palabras clave: papanicolaou, colposcopia, cérvix

-Dr. Daniel Humberto Méndez Lozano. Residencia de GinecoObstetricia del Hospital San José TEC de Monterrey
drdhmlozano@yahoo.com

(Radio: 3190779 Cl. 6951939)(Autor)

-Dr. Ventura Enrique Niño Parra. Colposcopista. Hospital de GinecoObstetricia de Garza García SSA.(Coautor)
Hospital San José TEC de Monterrey, en coordinación con Hospital de GinecoObstetricia Garza García SSA.

1. Introducción

El objetivo de éste estudio fue comparar la sensibilidad y especificidad del estudio colposcópico y de la técnica de citología cervical con tinción de Papanicolaou. Así también determinar el porcentaje de diagnóstico correcto (en el cual nos referimos a la precisión diagnóstica y no sólo a detectar la ausencia o presencia de la enfermedad).

El cáncer de cérvix es la primer causa de muerte por malignidad en la población femenina de México lo cual se observa con cifras muy elevadas. Sin embargo se han realizado grandes cambios con el estudio de dicha entidad subrayando su período preinvasivo prolongado. Es entonces en los métodos de diagnóstico temprano donde se basa gran parte de la disminución de la curva de mortalidad.

En 1968 se define la neoplasia cervical intraepitelial, mismo año en que se define que todas las displasias tienen potencial de progreso. Hoy en día se sabe que la displasia leve progresa en el

16% de los casos a carcinoma *in situ*. Por años se ha tenido a la citología cervical como el método de "screening", sin embargo algunas de las causas de falsos negativos en la citología cervical comprenden: Obtención inadecuada o impropia de la muestra, presencia de substancias interpuestas, problemas técnicos o errores de la lectura.

No satisfecho con los datos citológicos el doctor Hans Hinselmann ideó un aparato con el cual se observan las lesiones cervicales a través de lentes ópticas a lo cual llamó colposcopia publicando su primer artículo en 1925.

Desde entonces se ha utilizado la colposcopia como segundo nivel de "screening", esto es, en los casos de citología anormal.

Se han reportado resultados variables entre ellos Carrera y Dexeus describen en 1974 un estudio comparativo en el que hallan 94.1% de dx colposcópico correcto y 91% de dx citológico correcto, obteniendo un dx combinado correcto en el 98.9% de los casos; mientras que Navratil en 1964 obtiene resultados diferentes (79.1% de colposcópico correcto, 87% de citológico correcto, obteniendo un 98.8% de combinado correcto). Muchos de estos resultados variables se deben a que se han descrito y utilizado más de 10 clasificaciones colposcópicas.

Dentro del sistema de SSA, donde se maneja una gran población afectada, se recibe la paciente de primera vez en el centro de 1er nivel (Centro de Salud) en el cual se toma la citología cervical. Al ser alterada se envía a la Clínica de Displasias en un 2do nivel donde se realiza un estudio colposcópico y una biopsia dirigida antes de brindar el tratamiento definitivo tomando este proceso de 1 a 2 meses.

En el presente estudio hemos hecho una evaluación retrospectiva de la sensibilidad y especificidad de la citología cervical y el estudio colposcópico en las pacientes que han llegado referidas a nuestra Clínica de Displasias para su atención.

1. Materiales y Métodos

Se analizaron los casos de 1000 pacientes atendidas en la Clínica de Displasias en el Hospital de Gineco-Obstetricia de Garza García de la SSA, en el período de Octubre de 1999 a Enero de 2001. Se incluyeron solo las pacientes que tuvieran los reportes completos de la citología cervical con tinción de Papanicolaou, el estudio colposcópico y el reporte de anatomo-patología de la biopsia dirigida. Se excluyeron las tomas inadecuadas de Papanicolaou, los estudios colposcópicos insatisfactorios, los casos de inasistencia de las pacientes, los casos donde no se tomó biopsia dirigida y los reportes incompletos a la fecha del corte de este estudio.

Se incluyeron así 315 pacientes las cuales acudieron a su Centro de Salud donde se tomó la citología cervical, la cual se envió a Laboratorio Central para su lectura. Las pacientes con resultados positivos y una minoría de primera vez llegaron a nuestra Clínica de Displasias donde se realizó un estudio colposcópico y una toma de biopsia dirigida.

Se midió la sensibilidad y especificidad de la citología cervical y del estudio colposcópico y de manera combinada utilizando el dx de biopsia como la prueba de oro (es decir la prueba mas fidedigna). Se midió el porcentaje de diagnóstico correcto para ambos estudios y de manera combinada utilizando los siguientes diagnósticos colposcópicos:

- 1.- Zona de transformación normal
- 2.- Alteraciones inflamatorias
- 3.- IVPH
- 4.- NIC, NIVA, NIV, NIP
- 5.- Cáncer invasor
- 6.- Otros (Condilomas, eversión glandular, pólipos, etc.)

Como datos adicionales determinamos la incidencia de IVPH en este grupo de estudio y establecimos la incidencia de displasia por edades.

3. Discusión y Resultados

De los 315 casos se hallaron 295 casos positivos en el reporte de la biopsia, de los cuales se detectaron 277 casos por citología y 236 por estudio colposcópico. Se determinó la sensibilidad por citología cervical en 93.90% y de colposcopia en 80%. La sensibilidad combinada de ambos estudios fue de 97.97%.

Se tuvieron así 20 casos en que se halló sólo alteraciones inflamatorias o hallazgos normales. De estos sólo se detectó la negatividad en 3 casos por la citología cervical dando una especificidad de 15% y en contraste al estudio colposcópico donde se halló una especificidad del 80% (16 casos negativos detectados). Midiendo la especificidad de manera combinada se alcanzó un 90%.

Tomando los 315 casos se analizaron los diagnósticos colposcópicos descritos y la clasificación de Papanicolaou y se obtuvieron los dx correctos para cada caso siendo para la citología cervical de 65.40% y para el estudio colposcópico de 63.81%. Se midió también de manera combinada encontrando un valor de dx correcto de 89.52%

Se obtuvo una incidencia de 72.38% de infección por el virus del papiloma humano en esta población.

Se presentaron de estos 315 casos un total de 219 displasias distribuidas por edades en el siguiente cuadro:

10 a 19 años	20 a 29 años	30 a 39 años	40 a 49 años	50 a 59 años	>= 60 años
18 Casos	73 Casos	65 Casos	44 Casos	10 Casos	9 Casos
8.22%	33.33%	29.68%	20.09%	4.57%	4.11%

Cuadro 1. Incidencia de Displasias por Edades

4. Conclusiones

En este estudio se determinó que la citología cervical tiene una mayor sensibilidad que la colposcopia y que es el método adecuado de "screening" como se ha estado utilizando. Se observó que el método combinado alcanza una sensibilidad del 97.97% de los casos similar a los reportes internacionales lo cual es altamente efectivo y se debe de ofrecer a todas las pacientes que sea posible. Se encontró que la especificidad obtenida por la colposcopia fue muy superior a la obtenida por Papanicolaou, la cual se mostró con resultados muy pobres (80% vs 15%). Esto nos reafirma que los casos obtenidos por "screening" con citología deben de complementarse con una prueba más específica como lo es el estudio colposcópico pues de manera conjunta se alcanza una especificidad del 90%. Este algoritmo ya ha sido descrito por numerosos autores y es el que se lleva a cabo en nuestra institución. Por otra parte se observó que en el 89.52% de los casos estudiados se obtuvo un dx correcto combinado, tomando como base la biopsia dirigida, lo cual nos da una certeza dx muy alta y nos ratifica el gran valor de la colpocitología cervical.

Pudimos observar la alta incidencia de la infección por el virus del papiloma humano y su relación con el desarrollo de las displasias. En nuestro grupo de estudio hallamos un 72.38% de incidencia de dicho virus.

Por último, al revisar los resultados nos surgió el interés de dentro de establecer la incidencia de displasias por edades obteniendo resultados muy interesantes pues hemos podido observar que estas se presentan en el 8.22% de los casos en la etapa de la adolescencia (10 a 19 años de edad). Un caso de un femenino de 15 años con un NIC II e infección por VPH. Esto es muy alarmante pero es el reflejo real de nuestra sociedad, el reflejo de donde inicia la enfermedad, es decir desde la adolescencia donde frecuentemente se inicia la actividad sexual inclusive en promiscuidad trayendo por consecuencia múltiples enfermedades. Esto nos lleva a preguntarnos ¿cuántos casos de adolescentes se hallarán sin atención médica?. Es ahí donde debemos redoblar un esfuerzo para poder tratar las displasias y prevenir los estadios avanzados de cáncer.

Así pues corroboramos la eficacia de la citología cervical con tinción de Papanicolaou y del estudio colposcópico definiendo en cada uno su sensibilidad y especificidad en los cuales se basa el estudio ordenado y científico de la patología cervical.

Abrimos también una nueva perspectiva para el inicio de nuevos estudios encaminados a la displasia en adolescentes tratando de erradicar esta entidad con el diagnóstico y tratamiento temprano.

5. Referencias

- 1.- "Cervical Cancer Screening by Visual Inspection with Acetic Acid Wash had Good Sensitivity but many False Positives". Van Le. Gynecological Oncology. March 2000.
- 2.- "Colposcopia y patología del tracto genital inferior". 2da. Edición. De Palo. 1998.
- 3.- "Comparison of Immediate and Deferred Colposcopy in a Cervical Screening Program". Groesbeck, Lee. Obstetrics and Gynecology. March 2000.
- 4.- "Fluorescence Spectroscopy for Diagnosis of Squamous Intraepithelial Lesions of the Cervix". Follen, Cantor. Obstetrics and Gynecology. March 1999.
- 5.- "Ginecología de Novak". 12va. Edición. Berek. 1996
- 6.- "HSIL Cervical Test: Can We Omit Colposcopy?". Daniel, Boggess. Obstetrics and Gynecology. April 2000.
- 7.- "La Colposcopia Rivisitata". Stefanon. Argomenti di Oncologia 4:311,1983.
- 8.- "New Nomenclature for Colposcopy". Staff A. Report of the Committee on Terminology. Obstet. Gynecol. 48 Suppl.:123,1976.
- 9.- "Quality Assurance Measures in Cytopathology". Weid G. L. Acta Cytol.32:287,1988.
- 10.- "Report of Task Force Reconvened by the Health Service Directorate (Health Services and Promotion Branch, Government of Canada): Cervical Cancer Screening Programs. Walton. 1982.

- 11.- "The Sensitivity of Papanicolaou Tests is Lower than Previously Believed. Wee. Healthcare. Jun 2001.
- 12.- "Verbesserung der Inspektionsmöglichkeit von Vula, Vagina und Portio. Hinselmann H. Münch. Med Wschr. 77:1733,1925.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA OOFORECTOMIA INCIDENTAL EN PACIENTES ENTRE 35 Y 45 AÑOS

Paredes Ríos Adriana, Díaz Spíndola P., Dávila Rivas J.A., Félix Arce C.

Para determinar ventajas y desventajas de ooforectomía incidental en mujeres entre 35 y 45 años sometidas a histerectomía por patología uterina benigna, se realizó un estudio observacional ambispectivo mediante una revisión de expedientes de agosto 96 a agosto 98, encontrando 230 pacientes. Se excluyeron 98, por pérdida del seguimiento y hallazgo de tumor ovárico en el transquirúrgico, principalmente. Se aplicó telefónicamente una encuesta diseñada para registrar la presencia de dolor abdominal o pélvico, patología anexial, y reintervención quirúrgica. Fueron reintervenidas 3.3% de las pacientes por patología anexial y un porcentaje igual presentó tumor anexial sin necesidad de tratamiento quirúrgico. Se encontró que el 29% de las pacientes que conservaron uno o ambos ovarios referían dolor, contra el 16.6% del grupo con ooforectomía bilateral; la mayor parte de las pacientes con dolor y las reoperadas tenía entre 35 y 40 años y habían conservado ambos ovarios. La decisión de conservar o no los ovarios en mujeres de este grupo de edad obliga a la consideración de que un alto porcentaje de ellas presentará dolor abdominal o pélvico, así como un riesgo constante de reintervención quirúrgica. Sin embargo, es necesario dar seguimiento a estas pacientes para determinar las implicaciones a largo plazo de la deprivación hormonal, el uso de terapia de reemplazo hormonal y la incidencia de cáncer de ovario.

Palabras clave: ooforectomía, hormonal, cancer de ovario

1. Introducción

Uno de los procedimientos más frecuentemente realizados por ginecólogos es la histerectomía, ya sea vía abdominal, vaginal o asistida por laparoscopia. En Estados Unidos se llevan a cabo 600,000 de éstos procedimientos al año y en aproximadamente la mitad se involucra la extirpación de uno o ambos ovarios ^[1].

Paredes Ríos Adriana ,Alumna de cuarto año del programa de especialidad de Ginecología y Obstetricia, Escuela de graduados en medicina, división de ciencias de la salud, ITESM campus Monterrey anarios98@yahoo.com

Dávila Rivas J.A. Coordinador del programa de especialidad de Ginecología y Obstetricia, Escuela de graduados en medicina, división de ciencias de la salud, ITESM campus Monterrey.

Díaz Spíndola P. Profesor del programa de especialidad de ginecología y obstetricia, Escuela de graduados en medicina, división de ciencias de la salud, ITESM campus Monterrey

Félix Arce C. Profesor del programa de especialidad de ginecología y obstetricia, Escuela de graduados en medicina, división de ciencias de la salud, ITESM campus Monterrey.

En México no se cuenta con estadísticas que incluyan a todas las instituciones de salud, pero es indudable que constituye la cirugía ginecológica más frecuente. Sólo en nuestro hospital en el año 2000, el 35% de los internamientos ginecológicos, fue de pacientes sometidas a histerectomía.

En este contexto surge la duda acerca de qué hacer con los ovarios cuando éstos son normales. Es innegable que la edad de la paciente constituye un factor importante en la decisión de conservar o no un órgano que eventualmente perderá su función, y es por ello que este dilema surge en el grupo de pacientes en edad límite para la toma de decisiones, y por el impacto en la calidad de vida de los problemas ginecológicos a corto y largo plazo relacionados tanto a la conservación como a la extirpación de dichos órganos.^[2]

El grupo al que hacemos mención está formado por las pacientes entre 35 y 45 años que se someten a histerectomía por patología uterina benigna. En la mujer mexicana, el ocaso de la función ovárica se presenta alrededor de los 48 años, pero existen grandes variantes individuales, genéticas, demográficas y ambientales, que limitan la posibilidad de establecer un punto de corte que influya en la decisión.

Es importante para los fines de este trabajo, definir dos términos de relevancia directa con el problema de la ooforectomía: *profiláctica vs. incidental*. La ooforectomía *profiláctica* se define como la extirpación de los ovarios con el objetivo de prevenir potencial morbilidad y mortalidad a largo plazo secundaria a la función continua de dichos órganos, y que puede ser realizada como procedimiento programado o en conjunción con una histerectomía o colectomía. El término *incidental* involucra que la ooforectomía se realiza en el momento de otra cirugía indicada, y este término no debe ser usado de manera intercambiable con la palabra *profiláctica*, ya que la palabra *incidental* implica que la extirpación se realiza por existir la oportunidad, o sin consecuencias, y es obvio que la castración quirúrgica siempre tiene consecuencias, sobre todo en el grupo de edad que nos ocupa.^[1]

En base a esto, y debido a que existen escasas indicaciones para realizar una ooforectomía *profiláctica*,^[3] la mayor parte son en realidad *incidentales*, no existiendo criterios específicos o un consenso general que nos permita decidir anticipadamente (y no en un tiempo *transquirúrgico*) la conveniencia de realizarla^[4-8]. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar las ventajas y desventajas de la ooforectomía *incidental* en pacientes entre 35 y 45 años al momento de una histerectomía por patología uterina benigna, para proponer criterios básicos que nos permitan planear el procedimiento quirúrgico y orientar a las pacientes en estas condiciones.

Es importante mencionar que este estudio estuvo limitado por la falta de disponibilidad de estadísticas mexicanas e intrahospitalarias, la resistencia por parte de algunas pacientes a la herramienta de recolección de datos; y por la dificultad por parte de las pacientes para recordar toda la información.

Históricamente, los beneficios de la ooforectomía *profiláctica* incluyen: el alivio de los síntomas relacionados con la persistencia de la función ovárica y la prevención del cáncer.^[1, 9-12] Estos beneficios se contraponen a los argumentos en favor de conservar los ovarios, lo que permite la producción hormonal continua y previene, hasta el establecimiento de la menopausia, los riesgos relacionados con enfermedad cardiovascular y la osteoporosis,^[6-8] entre otras. La compleja función endócrina del ovario se ve influenciada por una multitud de factores, e inclusive se han encontrado importantes funciones en relación con la síntesis de andrógenos en la mujer menopáusica^[1,2], por lo que su relevancia puede ser mayor de lo

que imaginamos. En la mujer mexicana se estima que la menopausia se establece alrededor de los 48 años.^[26] Por otro lado, la conservación de los ovarios involucra un riesgo de reintervención quirúrgica por tumores anexiales y síndrome de ovario residual de hasta 5%.^[9,10] Algunos autores han reportado que este porcentaje de mujeres son principalmente a las que se les realizó una ooforectomía unilateral^[11], incrementándose la probabilidad mientras más joven había sido operada la paciente.

Por otra parte, es bien conocida la dificultad para el diagnóstico temprano del cáncer ovárico y la alta morbi-mortalidad de la neoplasia.^[3,9, 11-16] Estudios de la Universidad de Miami en 1994, reportan que del 4 al 14% de las pacientes a las que se sometió a histerectomía por enfermedad benigna, desarrollaron posteriormente cáncer de ovario^[11-13].

Se ha reportado una incidencia del 50 al 66% de ooforectomías incidentales en mujeres entre 40 y 64 años en Estados Unidos^[17], y datos del Centro de Control y Prevención de enfermedades estima que se diagnostica cáncer de ovario en 40 a 50% de pacientes laparotomizadas previamente alrededor de los 40 años. Esto sugiere que, en Estados Unidos, se hubieran podido prevenir 1,000 casos de cáncer de ovario si se hubiera ooforectomizado a todas las pacientes que se sometieron a histerectomía, lo que implicaría realizar aproximadamente 300,000 al año^[18-22]. Sin embargo, estas estimaciones no toman en cuenta la incidencia de carcinoma peritoneal, y parece probable que el beneficio de la ooforectomía profiláctica pueda ser sobrepasado por las consecuencias de la pérdida de la función ovárica de manera temprana.

Existen factores genéticos que han mostrado una influencia importante en la incidencia del cáncer de ovario, como los relacionados a síndromes familiares de cáncer de mama-ovario. El rol de las mutaciones BRCA 1 y 2, así como el síndrome de Lynch II han mostrado ser determinante en la incidencia del cáncer de ovario. Sin embargo, sólo el 5% de las pacientes presenta este tipo de mutaciones^[15, 24, 25], además, sólo el 7% de los casos presenta una historia familiar positiva para cáncer de ovario, y el cáncer puramente familiar representa menos del 1% de los casos, por lo que no se justifica la ooforectomía como un método de prevención indiscriminado. Por si fuera poco, se han diagnosticado casos de cáncer tan temprano como nueve meses después de histerectomizadas y con lavados peritoneales negativos.^[15]

La importancia de la persistencia de la producción estrogénica debe considerarse en el contexto de los riesgos y beneficios potenciales de la misma contra el inicio de la Terapia Hormonal de Reemplazo (THR), ya que se asume que los estrógenos exógenos pueden reemplazar a los endógenos como justificación para realizar una ooforectomía, y la cada vez mayor disponibilidad de fármacos efectivos que reemplacen la producción hormonal, debe considerarse una opción. De hecho, cuando la adaptabilidad de la paciente a la THR es perfecta, la ooforectomía profiláctica resulta en una mayor expectativa de vida que la retención de los ovarios. Cuando consideramos la conducta actual acerca de la THR por parte de la paciente, donde la adaptabilidad al fármaco puede ser variable, la conservación de los ovarios resulta en una mayor sobrevivencia.^[25]

2. Metodología

Se realizó un estudio observacional ambispectivo, para conocer el riesgo de reintervención quirúrgica por síndrome de ovario residual, tumor ovárico, cáncer de ovario y adaptabilidad de las pacientes al uso de THR, mediante una revisión de expedientes del Departamento de Archivo Clínico del Hospital San José – Tec de Monterrey, en el período agosto 96 a agosto de 98. Se buscó a todas las pacientes entre 35 y 45 años que fueron sometidas a histerectomía por patología uterina encontrando 230 pacientes, 96 de las cuales (41.7%) se encontraban entre 35 y 40 años, y en la mayoría de ellas (84 pacientes) se conservaron uno o ambos ovarios.

Para valorar la incidencia de las variables ya mencionadas se diseñó una encuesta que se aplicó de manera telefónica, y que incluyó preguntas acerca de la presencia, frecuencia y severidad de dolor abdominal o pélvico y dispareunia, la presencia concomitante de patología gastrointestinal, la aparición de patología anexial y las técnicas de diagnóstico y terapéuticas para su estudio (incluyendo reintervención quirúrgica), la aparición de patología derivada de la privación hormonal, así como la prevalencia del uso de THR, y el efecto de este último elemento en la calidad de vida de las pacientes.

Los grupos estudiados se clasificaron de la siguiente manera:

<u>Grupo I:</u> Histerectomía con conservación de uno o ambos ovarios	196 pacientes
<u>Grupo II:</u> Histerectomía con salpingooforectomía bilateral	34 pacientes
TOTAL	230 pacientes

Se excluyeron todas las pacientes con endometriosis severa, aquellas en quienes se detectó un tumor ovárico como un hallazgo ultrasonográfico o del transquirúrgico, pacientes con climaterio diagnosticado, las que se negaron a ser entrevistadas y las que se perdieron del seguimiento, así como un caso síndrome de Guillian Barré en una paciente núbil. Cuadro 2.

Las pacientes fueron localizadas a partir de los datos obtenidos de los expedientes, previa autorización del jefe del departamento. La entrevista, fue realizada por residentes de especialidad que participaron en el trabajo, explicando a las pacientes el propósito de la entrevista, y pidiendo su autorización para registrar la información. Las principales limitantes fueron: dificultad para localizar a algunas pacientes por cambio de domicilio o localidad y en algunas pacientes para recordar parte de la información. Debido a que la naturaleza de la entrevista no es común para las pacientes, algunas mostraron desconfianza.

CRITERIOS DE EXCLUSION

Endometriosis severa	9
Tumor ovárico como hallazgo	22
Climaterio diagnosticado	1
Negaciones a la entrevista	2
Pérdidas del seguimiento	63
Paciente con Sn. Guillian Barré	1
Total	98

Cuadro 2

3. Discusión y Resultados.

Se localizaron 132 pacientes, 120 pertenecientes al grupo I, y 12 al grupo II. Las

98 pacientes restantes fueron excluidas de acuerdo a los criterios previamente señalados.

CARACTERISTICAS DE LAS PACIENTES ENCUESTADAS

Variable	gpo I	gpo II
No. de pacientes	120	12
Edad promedio	39.6	40.58
	5	
Edad promedio +/- SD	39.6 +/- 2.88	40.59 +/- 2.84
Mediana	39	41
Seguimiento promedio +/- SD	35.6 +/- 8.4	34.83 +/- 10.8
Mediana	35	31.5

Tabla 1

Los diagnósticos preoperatorios de las pacientes incluidas fueron principalmente: miomatosis uterina, distopia genital, sangrado uterino anemizante, dolor pélvico crónico y NIC. Se encontró además que 33 pacientes (27%) de este grupo referían algún antecedente familiar para cáncer de mama, ovario o colon. Sólo 2 pacientes del grupo II (16.6%) presento este antecedente. Del grupo I, el 29.1% (35) refirieron molestias abdominales y pélvicas inespecíficas, pero en ninguna de ellas se le demostró, al momento de la entrevista, una patología ovárica. Sin embargo, 14.8% (18) de estas mismas pacientes, refirieron que se les diagnosticó previamente patología intestinal funcional. Tabla 2.

	Grupo I (120)	Grupo II (12)
Dolor pélvico/disporeunia	35 (29.1%)	2 (16.6%)
Trastorno GI diagnosticado	18 (15%)	2 (16.6%)
Patología anexial (no qx)	4 (3.33%)	0
Patología anexial quirúrgica	4 (3.33%)	0
THR	19 (15.8%)	11 (91.6%)
Ca de ovario	0	0
Osteoporosis/enf. CV	0	0

Tabla 2

En las pacientes que referían dolor, encontramos una relación directa entre la presencia del síntoma y la conservación de ambos ovarios, a diferencia de aquellas pacientes en las que se retuvo un solo ovario, mostrando además que la incidencia era mayor en las mujeres más jóvenes (35 a 40 años). Tabla 3.

	Conservaron ambos ovarios		Conservar on un ovario	
Edad	35	41	3	4
	-	-	5	1
	40	45	-	-
				4
			4	5
			0	
Dolor abdominal/pélico	19	10	2	
Reintervención qx	2	0	2	0
Tumor anexial	1	1	2	0
Cáncer de ovario	0	0	0	0

Tabla 3

Ocho pacientes de este grupo (6.66%) presentaron, en el transcurso de los 32 meses siguientes a la histerectomía, patología ovárica. Cuatro de ellas fueron reintervenidas quirúrgicamente por tumor anexial o dolor abdominal, y otras cuatro pacientes presentaron tumores anexiales diagnosticados por ultrasonido, por referir dolor pélvico o como un hallazgo incidental, sin necesidad de ser reintervenidas hasta el momento de la entrevista. Tablas 4 y 5.

Tabla 4

Pacientes reoperadas 4 (3.33%)	
	(HTA + Quistectomía OI a los 38 años) Reintervenida a los 11 meses postquirúrgicos por dolor pélvico y tumor anexial izquierdo, el cual se extirpó encontrando cuerpo amarillo hemorrágico e hidrosalpinx.
	(HTA a los 36 años) Reintervenida a los 30 meses por dolor pélvico crónico, encontrando un hidrosálpinx, el cual fue extirpado conservando los ovarios
	(HTA + SOD a los 36 años) Reintervenida a los 32 meses por cuadro de dolor abdominal agudo secundario a quiste folicular roto. Se realizó ooforectomía.
	(HTA + SOI a los 40 años) Reintervenida a los 20 meses por dolor pélvico. Se realizó ooforectomía.

Tabla 5

Tumor ovárico (Tratamiento Médico) 4 (3.33%)	
	(HTA +SOI a los 40 años) Presentó dolor abdominal cíclico, progresivo, encontrándose quiste folicular. Se encuentra bajo observación.
	(HTA a los 41 años) Presentó dolor abdominal moderado a los 5 meses de intervenida, se le diagnosticó un tumor quístico de 4x3 cm, que involucionó espontáneamente.
	(HTA + SOD a los 36 años) Presentó dolor abdominal a los 12 meses, cíclico, leve, encontrándose quiste de apariencia folicular, 3 cm, está bajo vigilancia
	(HTA a los 35 años) Presenta dolor abdominal moderado ocasional a partir de los 24 meses de hysterectomizada. Se le diagnostica quiste folicular de 4cm el cual involucionó espontáneamente

Diecinueve pacientes (15.8%) del grupo I están actualmente bajo THR por prescripción médica, y todas refieren buena adaptabilidad a la terapia. Ninguna de las pacientes ha desarrollado cáncer ovárico hasta el momento de la entrevista, y todas ellas iniciaron la terapia en un lapso de 0 a 24 meses después de su intervención quirúrgica, bajo las siguientes indicaciones: ooforectomía tras una reintervención quirúrgica, síndrome climatérico, y haber rebasado los 45 años.

De las once pacientes del grupo II, hasta la fecha sólo dos (16.6%), refieren molestias abdominales por colitis espástica diagnosticada. Once de ellas (91.6%) están bajo THR, la cual iniciaron en el postquirúrgico inmediato y consideran que su bienestar actual depende del uso de dicha terapia. Ninguna ha desarrollado carcinomatosis peritoneal ni ha requerido una nueva intervención quirúrgica. No se encontraron pacientes con complicaciones de osteoporosis o enfermedad cardiovascular.

4. Discusión y Resultados

La hysterectomía, en cualquiera de sus modalidades, es uno de los procedimientos más frecuentes de la cirugía ginecológica, existiendo una amplia y bien definida variedad de indicaciones para su realización. Su alta frecuencia involucra otros problemas asociados como es el manejo de los ovarios, cuando se encuentran libres de patología [1]. Es por ello que, en la decisión de remover o dejar intactos los ovarios, son importantes no sólo la indicación de la hysterectomía y la presencia de patología asociada encontrada durante el acto quirúrgico, sino también la edad de la paciente. En este aspecto hemos observado que tanto en la literatura como en la práctica diaria en nuestro medio, existe una falta de consenso acerca de qué decisión tomar en este grupo de edad cuando se pronostica que aún resta un tiempo razonable de función ovárica (en promedio 5 años), tiempo fundamental para la prevención de las complicaciones relacionadas con la menopausia, como son: Enfermedad cardiovascular, osteoporosis, enfermedad de Alzheimer, alteraciones genitourinarias y el sostenimiento de una calidad de vida adecuada [6-8]. Pero que, por otro lado, nos obligan a considerar los eventos potencialmente negativos, asociados con la función continua de estos órganos, tales como el riesgo de desarrollar un síndrome de ovario residual y el de presentar cáncer de ovario, además del desarrollo de patología concomitante como dolor pélvico de intensidad variable, que pueda llevar a la paciente a una nueva intervención quirúrgica [1-5].

Además, existen en realidad pocas indicaciones para remover los ovarios de manera profiláctica, y éstas suelen aplicarse una vez que la paciente ha completado su paridad o llega a los 35 años. Estas indicaciones incluyen principalmente a las pacientes con historia familiar positiva para cáncer de ovario, síndromes familiares de cáncer de mama-ovario, síndrome de Lynch II y probablemente aquellas portadoras de mutaciones genéticas BRCA I y II. Estas indicaciones representan alrededor del 7% de los casos de cáncer de ovario, por lo que resulta cuestionable la utilidad de ooforectomizar a toda mujer mayor de 35 años sólo por existir la oportunidad del tiempo quirúrgico^[15-24].

El problema real tal vez esté centrado en el riesgo que tienen estas pacientes de presentar dolor abdominal y pélvico que afecte su actividad diaria, o hasta un síndrome de ovario residual que las lleve a una nueva intervención quirúrgica, con el desgaste no sólo económico, sino también emocional y social, que implica su diagnóstico y tratamiento. Si además consideramos que después de la histerectomía estas pacientes tienen mínimo 30 años más de expectativa de vida^[27], la decisión se vuelve aún más difícil. Es por estas razones que el uso de THR cobra una importancia mayor, ya que su disponibilidad pareciera justificar aún más la conveniencia de realizar la ooforectomía. Speroff y cols, fuertes partidarios de la ooforectomía a partir de los 35 años, mencionan que cuando el apego a la THR es perfecto, la ooforectomía resulta en 0.3 años más de expectativa de vida para la paciente, mientras que cuando el apego no es perfecto, la conservación de los ovarios resulta en 1.4 años más de vida para la mujer. El autor menciona además, que las diferencias en la práctica quirúrgica sugieren una falta de consenso entre los ginecólogos^[25].

El haber encontrado un alto porcentaje de pacientes menores de 40 años que habían sido sometidas a histerectomía (41%), invita a la reflexión de que tan conveniente es la aplicación de este procedimiento o que tan agresivos estamos siendo para indicarlo; y aunque pareciera lógico que en este subgrupo de edad deben conservarse los ovarios, como observamos en nuestra población, no podemos dejar de lado la evidencia de que fueron precisamente estas pacientes las que desarrollaron patología anexial y requirieron algún tipo de intervención diagnóstica y terapéutica.

5. Conclusiones

Aunque el número de pacientes incluidas en cada grupo no es comparable, la edad y seguimiento promedios fueron similares, y con nuestra población fue posible confirmar los porcentajes de incidencia de patología ovárica en pacientes previamente histerectomizadas (alrededor del 5%, contra 6.66% de nuestra población)^[9, 10]. Además, encontramos que la frecuencia de dolor abdominal y pélvico fue mayor en las pacientes que conservaron uno o ambos ovarios, pero también que la incidencia de este síntoma fue significativamente mayor cuando se habían conservado ambos ovarios y si la paciente se encontraba entre los 35 y 40 años, a diferencia de las que conservaron un solo ovario y se encontraban entre los 41 y 45 años al momento de la histerectomía. Es de remarcar además, que 6 de las 8 pacientes que presentaron patología anexial, se encontraban también en este subgrupo de edad. En este sentido, debemos considerar que, mientras más cercana a los 35 años, la paciente tiene mayor riesgo de reintervención en el futuro, y aunque nuestro estudio pudiera sugerir que es más conveniente extirpar los ovarios de manera incidental, debe considerarse que el instrumento de medición resultó no ser suficientemente discriminativo para definir el síntoma y que, hasta el alcance de este trabajo, no podemos descartar una patología gastrointestinal o urinaria como causa del dolor; pero por otro lado, tampoco podemos negar que la función continua del ovario podría jugar un papel importante en su etiología.

Con base en la evidencia presentada anteriormente, las ventajas de la conservación de los ovarios son principalmente: evitar el inicio prematuro de THR, permitiendo la evolución natural de la función ovárica, así como evitar las consecuencias potenciales de la deprivación estrogénica como osteoporosis y enfermedad cardiovascular, en caso de no ser prevenidas adecuadamente. Por otro lado, las desventajas más importantes son el alto porcentaje de incidencia de dolor pélvico, con un riesgo constante de reintervención quirúrgica por patología anexial, sobre todo en las pacientes menores de 40 años, y el costo socioeconómico y las repercusiones en la salud que representa para la paciente; sin embargo, consideramos que con la información obtenida hasta la fecha, es necesario dar seguimiento a nuestro grupo en un plazo mayor, por las implicaciones a largo plazo de la deprivación hormonal, el uso de la THR y la incidencia de cáncer de ovario.

Finalmente, uno de los objetivos de este trabajo es reevaluar a nuestra población en el futuro, y buscar definir si estos elementos son determinantes para aconsejar a nuestras pacientes sobre que conducta seguir. Por el momento, la recomendación más importante derivada de nuestro estudio, es la individualización de cada caso, el analizar en forma conjunta con la paciente las ventajas y desventajas señaladas y con base a los resultados obtenidos tomar la decisión que represente para la paciente, una mejor calidad de vida.

6. Referencias

1. American College of Obstetrics and Gynecology, Prophylactic oophorectomy, Practice Bulletin, No. 07, sept 1999.
2. Souza AZ, Fonseca AM, Izzo VM, Clauzet RM, Salvatore CA, Ovarian histology and function after total abdominal hysterectomy. *Obstet Gynecol* 1986;68:847-9.
3. NIH Consensus Development Panel on Ovarian Cancer. Ovarian cancer: Screening, treatment, and follow-up. *JAMA* 1996;273:491-497
4. Studd J. Prophylactic oophorectomy. *Br. J. Obstet Gynaecol*, 1989; 96(5):506-509.
5. Oliver MF. Prophylactic oophorectomy. *The Lancet* 1993; 341:1290.
6. American College of Physicians. Guidelines for counseling postmenopausal women about prophylactic replacement therapy. *Ann Intern Med* 1992; 117:1038-1041.
7. Ettinger B, Genant HK, Cann CE. Postmenopausal bone loss is prevented by treatment with low dosage Estrogen with calcium. *Ann Intern Med* 1987;106:40-45.
8. Effects of estrogen or estrogen/progestin regimens on heart disease risk factors in postmenopausal women: The Postmenopausal Estrogen/Progestin Interventions (PEPI) Trial. The Writing Group of the PEPI Trial. *JAMA* 1995;273:199-208.
9. Christ JE, Lotze EC, The residual ovary syndrome. *Obstet Gynecol* 1975;46:551-556
10. Grogan RH, Duncan CJ. Ovarian salvage in routine abdominal hysterectomy. *Am J Obstet Gynecol* 1955;70:1277-1283
11. Plockinger B, Kolbl H. . Development of ovarian pathology after hysterectomy without oophorectomy. *Am J Coll Surg* 1994; 178:581-585.
12. Sightler SE, Boike GM, Estape RE, Averette HE. Ovarian cancer in women with prior hysterectomy: a 14-year experience at the University of Miami. *Obstet Gynecol* 1991;78:681-684.
10. Randall CL, Hall DW, Armenia CS. Pathology in the preserved ovary after unilateral oophorectomy. *Am J Obst and Gynec.* 1962; 1; 1233-1241.
13. Kontoravdis A, Kalogirou D, Antoniou G, Kontoravdis N, Karakitsos P, Zourlas PA. Prophylactic oophorectomy in cancer prevention. In *J Obstet and Gynec*; 1996; 54:257 –262.
14. Nguyen HN, Averette HE, Janicek M. Ovarian Carcinoma: A review of the significance of familial risk factors and the role of prophylactic oophorectomy in cancer prevention. *Cancer*, 1994;74:545-555.
15. Terz JJ, Hugh R, Barber K, Brunschwig A. Incidence of carcinoma in the retained ovary. *Am J of Surgery*, 1967, 113:511-515.

16. Dicker RC, Scally MJ, Greenspan JR, Layde PM, Ory HW, Maze JM, et al. Hysterectomy among women of reproductive age. *JAMA* 1982;248:323-327.
17. Averette HE, Nguyen HN. The role of prophylactic oophorectomy in cancer prevention. *Gynecol Oncol* 1994;55:S38-S41.
18. Parazzini F, Gastaldi A, Minini G, Centonze M, Cisternino A. Prophylactic oophorectomy during hysterectomy for benign conditions. *Lancet* 1993;341:898-899.
19. McGowan L. Ovarian cancer after hysterectomy. *Obstet Gynecol*, 1987; 69:386-389
20. Counseller V, Hunt W. Haigler FH. Carcinoma of the ovary following hysterectomy. *Am J Obstet and Gynecol*. 1955;69 (3): 538-546.
21. Weiss N. Harlow B. Why does hysterectomy without bilateral oophorectomy influence the subsequent incidence of ovarian cancer? *Am J Epidemiol*, 1986; 124:856-858
22. Irwin KL, Weiss NS, Lee NC, Petersob HB. Tubal sterilization, hysterectomy, and the subsequent occurrence of epithelial ovarian cancer. *Am J Epidemiol*, 1991; 134:362-369.
23. Stratton JF, Gayther SA, Russel P, Dearden J, Gore M, Blake P, et al. Contribution of BRCA 1 mutations to ovarian cancer. *N Engl J Med* 1997; 336:1125-1130.
24. Schrag D, Kuntz KM, Garber JE, Weeks JC. Decision analysis – Effects of prophylactic mastectomy and oophorectomy on life expectancy among women with BRCA 1 or BRCA 2 mutations. *N Engl J Med* 1997;336:1465_ 1471.
25. Speroff T, Neal VD, Sperof L, Haber RJ. A risk-benefit-analysis of elective bilateral oophorectomy: effect of changes in compliance with estrogen therapy on outcome. *Am J Obstet Gynecol* 1991;164:165-174.
26. García VA, Nava L, Malacara JM. La edad de la menopausia en la población urbana de León Gto, *Rev. Invest. Clín. (Méx)*, 1987;39; 329- 332.

Prolapso de cúpula vaginal y suspensión por laparoscopia utilizando cinta de mersilene de 5 mm: Descripción de técnica quirúrgica y experiencia de tres casos.

Pablo Díaz, Gerardo Iga, Ernesto González, Enrique Segovia

El prolapso de cúpula vaginal (PCV), se define como la protrusión del ápex vaginal a través del introito. La presentación más común del prolapso de órganos pélvicos es el cistourethrocele, prolapso uterino y rectocele siguiendo con el prolapso de cúpula vaginal en frecuencia. En los inicios de los años 70' s el Dr Enrique Segovia, en Monterrey Nuevo León México, describe una técnica por laparotomía para realizar la suspensión de cúpula vaginal. En ella utiliza una cinta de mersilene, para realizar la misma y fijarla sobre la cúpula vaginal y sus extremos en la fascia de los músculos oblicuos. En el presente estudio se describe la adaptación laparoscópica de la técnica del Dr. Segovia, además de realizar una revisión de tres casos en forma retrospectiva. Tres pacientes (59-63 años) con PCV y deseo de preservar su vida sexual, las cuales fueron intervenidas con esta técnica laparoscópica de 1999-2001. No complicaciones durante el procedimiento, sangrado mínimo, tiempo quirúrgico (56-74 minutos) y estancia hospitalaria de 48-72 horas. Los resultados hasta éste momentos son prometedores, ya que pueden disminuir la morbilidad de un procedimiento vaginal o abdominal, tiempo quirúrgico y hospitalario, además de recuperación e integración a la vida activa moderna que son las ventajas que ofrece un procedimiento laparoscópico.

Palabras claves: laparoscopia, prolapso, cúpula vaginal

1. introducción

El prolapso de cúpula vaginal (PCV), se define como la protrusión del ápex vaginal a través del introito, como consecuencia de la relajación pélvica^[1,2,4,5] La presentación más común del prolapso de órganos pélvicos es el cistourethrocele, prolapso uterino y rectocele siguiendo con el prolapso de cúpula vaginal en frecuencia.^[1,4,5] El daño al piso pélvico involucra factores como: Aumento en la presión intraabdominal, embarazos y partos, desordenes del tejido conectivo, neuropatías, factores congénitos, cirugías pélvicas, obesidad, enfermedades respiratorias crónicas e hipoestrogenismo^[1,2,4,5]

Gerardo Iga Profesor del programa de especialidad de ginecología y obstetricia, Escuela de graduados en medicina, división de ciencias de la salud, ITESM campus Monterrey, giga@campus.mty.itesm.mx
Ernesto González Profesor adjunto del programa de especialidad de ginecología y obstetricia, Escuela de graduados en medicina, división de ciencias de la salud, ITESM campus Monterrey
Enrique Segovia Profesor adjunto del programa de especialidad de ginecología y obstetricia, Escuela de graduados en medicina, división de ciencias de la salud, ITESM campus Monterrey
Pablo Díaz. Alumno de segundo año del programa de especialidad de Ginecología y Obstetricia, Escuela de graduados en medicina, división de ciencias de la salud, ITESM campus Monterrey. pablo_diaz@hotmail.com

Anatómicamente los órganos pélvicos están soportados por el diafragma y la fascia endopélvica. El diafragma pélvico está compuesto de un grupo de músculos estriados pares: Pubococcígeo, iliococcígeo y el sacrococcígeo, mientras que la fascia endopélvica es un conglomerado de colágeno, elastina y músculo liso que proporciona el soporte principal a las estructuras.^[2,4] El PCV ocurre posterior a una histerectomía aunado al daño de las estructuras de soporte. Además, esta patología se acompaña de cistocele, rectocele o enterocele, hasta en un 72% de los casos.^[1] La incidencia del PCV según Marchionni^[3] en su revisión de casos por más de trece años es 4.4% en general. Sin embargo, en pacientes con relajación pélvica previa a la histerectomía la incidencia se eleva al 11.6% mientras que en pacientes que no presentaban este padecimiento, solamente se desarrolló en el 1.8%.^[3]

La sintomatología puede comprender sensación de cuerpo extraño en vagina, presión pélvica, dificultad para el coito, sangrado transvaginal o dispareunia. Además, puede existir dificultad para el vaciamiento vesical, incontinencia de estrés o infecciones de vías urinarias recurrentes.^[1,4,5] El diagnóstico se realiza demostrando el prolapso del ápex de la cúpula vaginal.^[1,4,5] Es importante clasificar el prolapso de cúpula vaginal según su descenso. El Colegio Americano de Ginecología y Obstetricia (**ACOG**)^[5], divide el prolapso en 5 grados: grado 0, sin descenso; grado 1 cuando el ápex de la cúpula se encuentra hasta la espina isquiática; grado 2 cuando se encuentra entre la espina isquiática y el introito; grado 3 al estar en el introito y 4 cuando lo sobrepasa. Esta clasificación debe realizarse con maniobra de valsalva y de preferencia en posición supina. Baden^[1,7] por otro lado, clasifica en: grado 0, no existe descenso; grado 1, el ápex se encuentra a 4 cm del himen; grado 2 al estar al nivel del himen; grado 3, prolapso de la mitad de la vagina después del introito y grado 4, existe prolapso total. Para decidir el tratamiento es muy importante considerar el estado físico, edad, y definitivamente la vida sexual de la paciente. Se puede considerar un tratamiento quirúrgico definitivo ablativo (colpectomía o colpocesis)^[1,4] o también otras opciones que permitan mantener su vida sexual activa, conservando y preservando la vagina en su totalidad. Esto es posible con la **suspensión de la cúpula vaginal**.

Un tratamiento alternativo no-quirúrgico es la utilización de pesarios, sin embargo pocos casos son tolerados y bien empleados.^[1,4,5]

Dentro de los manejos quirúrgicos se describe un método por vía vaginal, la fijación de cúpula vaginal al ligamento sacroespinoso, descrita por primera vez por Richter en 1968 e introducida en los Estados Unidos en 1971 por Randall y Nichols.^[6,8] Las complicaciones son mínimas, sin embargo puede haber lesión de los nervios y vasos pudendos. El rango de efectividad a 2.5 años según Benson es del 67%.^[1,6]

Otro método quirúrgico es insertar una malla de la cúpula a la fascia del hueso sacro (Colposacropexia).^[1,9] Este procedimiento es por vía abdominal y la incisión es media infraumbilical. La efectividad de esta técnica a 10 años es 88-97%. Las complicaciones mayores comprenden desde hemorragia profusa de los vasos presacros a lesiones de plexos nerviosos del 1.2 al 2.6%.^[1]

En los inicios de los años 70' s el Dr Enrique Segovia, en Monterrey Nuevo León México, describe una técnica por laparotomía para realizar la suspensión de cúpula vaginal. En ella utiliza una cinta de mersilene, para realizar la misma y fijarla sobre la cúpula vaginal y sus extremos en la fascia de los músculos oblicuos. Presenta buenos resultados en el 3er Congreso Nacional de Ginecología y Obstetricia en Septiembre 1992; y en la 16 Reunión de

la Asociación Mexicana de Endoscopia Ginecológica realizada en 1996. La laparoscopia es una vía de abordaje que no ha sido muy estudiada en este tipo de padecimientos, por lo que nos permitimos exponer y describir una técnica para la suspensión de cúpula vaginal utilizando una cinta de mersilene de 5 mm.

2. Objetivo

El objetivo de este estudio es presentar, describir y dar a conocer una técnica laparoscópica nueva la cual es una adaptación de la técnica por laparotomía descrita por el Dr. Segovia para la suspensión de cúpula vaginal, además de sus resultados en tres casos.

3. Pacientes y Métodos

Técnica quirúrgica Laparoscópica. La técnica quirúrgica inicia con la fijación de la cúpula por vía vaginal con pinzas Allis para su manipulación, continuando el resto del procedimiento por vía laparoscópica. Se utiliza técnica de insuflación habitual con CO₂ para producir pneumoperitoneo. Se introduce Trocar 10mm sobre cicatriz umbilical para colocación de laparoscopio y dos portales en fosas iliacas de 5mm en forma bilateral. Se verifica que no exista proceso adherencial o alguna otra alteración anatómica. Se identifica cúpula vaginal, incidiendo el peritoneo en forma horizontal rechazando la vejiga y disecando el peritoneo posterior aproximadamente 2 centímetros, teniendo cuidados con las estructuras anatómicas. Se introduce la cinta de mersilene identificando su línea media con la de la cúpula vaginal colocando puntos simples separados o continuos, de la fascia anterior a la posterior, sin penetrar mucosa vaginal, formando un túnel a la cintilla, la cual, se cubre con peritoneo. Sobre las incisiones iliacas de los trocares se introducen pinzas uterinas, guiadas por laparoscopio, siguiendo la trayectoria del ligamento redondo hasta la base de la cúpula vaginal para tomar los extremos de la cinta de mersilene, estos se extraen en forma extraperitoneal, cuidando los vasos iliacos para no lesionarlos, este procedimiento se realiza en forma bilateral. Finalmente las puntas de la cinta se fijan a la fascia de los músculos oblicuos con sutura no absorbible, y se verifica la tensión de la misma bajo visión directa con el laparoscopio. Se reperitonizan áreas expuestas, dando por terminado el procedimiento y cierre de las heridas en piel.

Se realizó una revisión de tres casos en forma retrospectiva, las cuales fueron intervenidas con técnica laparoscópica, con diagnóstico de prolapso de cúpula vaginal y el deseo de actividad sexual, los cuales se describen a continuación:

Caso 1. Femenino 59 años G6P6, antecedente de histerectomía abdominal más Salpingooforectomía bilateral por Sangrado Uterino Anormal más quistes de ovario sin especificar en 1977. Actualmente con Terapia de Reemplazo Hormonal, que presenta de un año de evolución previo a la cirugía sensación de cuerpo extraño vaginal, además de incontinencia urinaria de grandes esfuerzos, la cual se hace de medianos y posteriormente de pequeños esfuerzos un mes antes. Exploración física con cistocele grado III, además de prolapso de cúpula vaginal grado III. Se decide realizar procedimiento laparoscópico en Octubre 1999, además de cistopexia Kelly y colpografía posterior. La paciente se hospitaliza 72 hrs, dándose de alta sin complicaciones. Tiempo quirúrgico laparoscópico de 74 minutos, sangrado mínimo y actualmente asintomática, sin incontinencia urinaria y vida sexual activa satisfactoria.

Caso 2. Femenino 60 años G7P4C2A1 con antecedentes de Histerectomía vaginal más colpórrafia posterior en 1986, sin especificar causa. Inicia con incontinencia urinaria de grandes esfuerzos de un año de evolución la cual se hace progresiva hasta hacerse de pequeños esfuerzos un mes previo al procedimiento quirúrgico además de sensación de cuerpo extraño vaginal correspondiente a prolapso de cúpula vaginal grado II-III, por lo que se somete al procedimiento en Diciembre 1999 sin complicaciones, tiempo quirúrgico laparoscópico 60 minutos, sangrado mínimo e internamiento 48 hrs. La paciente requiere ser reintervenida 4 meses después por presentar enterocele grado III sin prolapso de cúpula. Actualmente asintomática, sin incontinencia urinaria y vida sexual activa satisfactoria.

Caso 3. Femenino 63 años G2P2 antecedente de prolapso uterino grado III más rectocele y cistocele en 1998, por lo que se realiza histerectomía vaginal, cistopexia y colpoperinorrafia. La paciente se encontró asintomática hasta Enero 2001 cuando presenta sensación de cuerpo extraño, sangrado transvaginal y leucorrea, manejada médicamente. Exploración física con prolapso de cúpula vaginal grado III. Se propone el procedimiento laparoscópico realizado en Marzo 2001. No complicaciones, tiempo 56 minutos, paciente dada de alta a las 48 hrs. Actualmente asintomática y con vida sexual activa satisfactoria.

4. Resultados.

Se obtuvo la experiencia de tres mujeres entre los 59-63 años con prolapso de cúpula vaginal y deseo de preservar su vida sexual, las cuales dos fueron intervenidas en 1999 y una en el 2001. No se presentaron incidentes ni complicaciones durante los procedimientos quirúrgicos, el sangrado fue mínimo; el tiempo quirúrgico osciló entre 56-74 minutos, sin tomar en cuenta los procedimientos complementarios que se realizaron en dos de ellas. La estancia hospitalaria fue de 48-72 horas. Una paciente requirió de intervención quirúrgica complementaria a los 4 meses de realizado el procedimiento laparoscópico por presentar enterocele. Después del seguimiento, las pacientes se reincorporaron a su vida en una semana, sin dolor, o alguna otra sintomatología. Actualmente las tres pacientes se encuentran asintomáticas y con vida sexual activa satisfactoria.

5. Conclusiones

Es importante señalar que la técnica descrita es únicamente para suspensión de cúpula vaginal y que la valoración integral de la paciente será de suma importancia, ya que alguna de ellas podrá requerir de algún procedimiento quirúrgico complementario para otras patologías del piso pélvico.

La experiencia es reducida, sin embargo los resultados hasta éste momento son prometedores, ya que pueden disminuir la morbilidad de un procedimiento vaginal o abdominal, tiempo quirúrgico y hospitalario, además de recuperación e integración a la vida activa moderna que son las ventajas que ofrece un procedimiento laparoscópico.

6. Referencias.

1. Céspedes RD, Cross CA, Mcguire EJ, Pelvic Prolapse: Diagnosing and Treating Uterine and Vaginal Vault Prolapse. *Medscape Women' s Health* 1998;3(4)
2. Gill EJ, Hurt WG, Urogynecology and Pelvic Floor Dysfunction. Pathophysiology of Pelvic Organ Prolapse. *Obstetrics and Gynecology Clinics*. Dec 1998 25 (4).
3. Marchionni M, Bracco GL, et cols. True Incidence of Vaginal Vault Prolapse. Thirteen Years of Experience. *J Reprod Med*. Aug 1999 44(8): 679-84.
4. Jackson S, Smith P, Fortnightly Review: Diagnosing and Managing Genitourinary Prolapse. *BMJ* 1997; 314:875.
5. Pelvic Organ Prolapse. ACOG technical bulletin Number 214, October 1995.
6. Pohl JF, John L. Frattarelli, Bilateral Transvaginal Sacrospinous Colpopexy: Preliminary Experience. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* Dec 1997; 117 (6)
7. Bland D, Earle BB, et cols. Use of the Pelvic Organ Prolapse Staging System of the International Continence Society, American Urogynecologic Society, and Society of Gynecologic Surgeons in Perimenopausal Women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. Dec 1999 ;181(6)
8. Chapin DS, Teaching Sacrospinous Colpopexy *American Journal of Obstetrics and Gynecology* Dec 1997; 117 (6)
9. Smith M, Colposacropexy: An Alternative Technique. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* June 1997; 176 (6)

LA HISTORIA OBSTETRICA, EL TIEMPO DE EVOLUCION DE DISQUEZIA Y LA DISFUNCION DEL PISO PELVICO

Giasi-González Eduardo, Sánchez-Avila Maria Teresa, Morales-Garza Luis Alonso, Carrillo-Martínez Miguel Angel , Aguirre-Mar David, Sánchez-Avila JF, Gutiérrez–Jiménez Pedro.

1.Introducción

Durante los últimos años los trastornos de vaciamiento intestinal y vesical se han convertido en problemas comunes de la clínica diaria. Diversos estudios han asociado la disquezia (dificultad para evacuar) de larga evolución con la presencia de alteraciones en la dinámica del piso pélvico y asimismo el trauma obstétrico ha sido considerado como uno de los factores más importantes en la patogénesis del trastorno del piso pélvico.(1)

El trauma obstétrico puede afectar la función del piso pélvico de distintas maneras:

- Trauma directo provocando daño a nivel de la fascia endopélvica, así como laceración de esfínteres.
- Denervación del esfínter anal externo y/o músculo pubiococcígeo con prolongación del período de latencia motora terminal tanto del nervio pudendo como del nervio perineal. (2) (3)

Otro mecanismo asociado a disfunción del piso pélvico es el esfuerzo aumentado y la prolongación del mismo para evacuar que presentan los pacientes con disquezia crónica. (Snooks et al. 1985 a). (1)

De los factores obstétricos que se han asociado a disfunción del piso pélvico se encuentra el parto considerado como de “riesgo” definido por la presencia de los siguientes factores (3):

Eduardo Giasi-González, Departamento de Medicina Interna, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

Teresa Sánchez-Avila Maria Departamento de Gastroenterología, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

Luis Alonso Morales-Garza Departamento de Gastroenterología, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey. lumorale@campus.mty.itesm.mx

Miguel Angel Carrillo-Martínez Departamento de Gastroenterología, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

David Aguirre-Mar Departamento de Cirujía, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

JF Sánchez-Avila , Hospital Vall D´Hebrón, Barcelona, España

Pedro Gutiérrez Jiménez Departamento de Medicina Interna, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

- Uso de fórceps
- Peso del producto > 3,500 Kgs.
- Realización de episiotomía.
- Desgarros perineales.
- 2a fase de labor de parto prolongada.
- Circunferencia de la cabeza del producto.
- Primíparas vs multiparas

Dentro de los estudios radiológicos utilizados para valorar los desórdenes funcionales anatómicos del ano recto en pacientes con disquezia se encuentra la defecografía, la cual es el método óptimo para identificar anomalías de la estática pélvica en reposo y durante la defecación. (4),(5),(7)

El objetivo de nuestro trabajo fue establecer si existe correlación entre el tiempo de evolución de la disquezia, la historia obstétrica y las alteraciones anorectales y del piso pélvico evidenciadas por defecografía.

2. Metodología

Se incluyeron 27 pacientes del sexo femenino que de manera consecutiva de marzo de 1998 a julio de 1999 se estudiaron en el servicio de motilidad gastrointestinal con diagnóstico de disquezia. A todos estos pacientes se les realizó un estudio videodefecográfico por sospecha clínica y manométrica de alteraciones del piso pélvico así como una historia clínica con énfasis en los antecedentes obstétricos. Ninguna de las pacientes era conocida diabética o con algún tipo de alteración neurológica.

A todos los pacientes se les realizó una defecografía con la técnica habitual (Mahieu P.) (6), dando una carga de bario vía oral una hora previa al procedimiento para opacificar las asas pélvicas del intestino delgado, posteriormente las condiciones fisiológicas durante la defecografía son simuladas al inyectar una papilla de bario espesa en el recto a través de una jeringa de Twmy de 60 cc (dicha papilla es preparada diluyendo 150 ml de suspensión baritada al 100% en 400 ml de agua, y mezclada gradualmente con 100 gr de almidón de papa), posteriormente se le pide al paciente sentarse en un cómodo hecho de material radiolúcido, permitiendo la videograbación en una vista lateral de la maniobra defecatoria del paciente en reposo, contracción y pujo, después de toser, y durante la evacuación del material de contraste intrarectal. Durante este estudio se evaluó la presencia de las siguientes anomalías anatómicas y/o funcionales: descenso perineal, intususcepción, prociencia mucosa interna, rectocele anterior > 2cms., apertura inadecuada del canal anal (APINCA), apertura inadecuada del ángulo anorectal (APINA) y enterocele, posteriormente se analizó la correlación entre el tiempo de evolución de la disquezia, la presencia de alteraciones defecográficas y la historia obstétrica, incluido el antecedente de partos considerados como de riesgo. Los resultados se presentan mediante estadística descriptiva y la comparación entre grupos mediante pruebas no paramétricas (Analyze-it para Microsoft Excel, Analyze-it Software Ltd, UK).

3. Discusión y resultados

La mediana de edad de las pacientes estudiadas fue de 41 años (24-72). El tiempo de evolución de la disquezia fue de 8 años (0.25-25).

De las 27 pacientes, 19 de ellas (70.37%) tuvieron historia de embarazo con una mediana de 2 (1-7). Se registraron un total de 48 partos, 5 abortos, 8 cesáreas y 4 histerectomías.

Dentro de las alteraciones defecográficas encontradas las más frecuentes fueron descenso perineal, Intusupección, rectocele > 2 cms así como apertura inadecuada del canal anal (gráfica 1), y se observó que el mayor número de pacientes presentaban tres alteraciones conjuntas en el estudio defecográfico.(tabla 1)

En 28 partos se requirió de episiotomía y en 5 de fórceps, ocurrieron 8 desgarros perineales. De las pacientes embarazadas 12 de ellas tuvieron productos con peso > 3.500 Kg. Dentro de las pacientes con historial ginecobstétrico así como embarazo de alto riesgo se evidenció que aquellas con mayor número de gestas o partos de riesgo se asoció a la presencia de mayor número de alteraciones en la defecografía (figura # 2).

4.Conclusiones

Se ha encontrado que tanto el parto vaginal así como la realización de cesárea con una segunda etapa de trabajo de parto prolongada, aunado a factores de riesgo (uso de fórceps, episiotomía, peso > 3.500 Kg. del producto, primíparas vs. múltiparas) se asocian a alteraciones del piso pélvico que se manifiestan con presencia de disquezia. En nuestro trabajo aunque el tiempo de evolución de la disquezia no correlacionó con el número de alteraciones encontradas en la defecografía, si encontramos en cambio, que la presencia de alteraciones múltiples en el estudio defecográfico (>2), se correlacionó con la historia de embarazo o partos de riesgo. La falta de significancia estadística probablemente se relaciona al pequeño número de pacientes, por lo que consideramos que es necesario aumentar el tamaño de la muestra para obtener mayor significancia estadística en el estudio, sin embargo hace un llamado a todos aquellos médicos que frecuentemente nos encontramos ante pacientes con problemas de disquezia a tomar en cuenta los antecedentes obstétricos de estas pacientes como posible causa de sus síntomas y con el objetivo de orientar nuestros estudios diagnósticos y su terapéutica.

FRECUENCIA DE ALTERACIONES DEFECOGRAFICAS

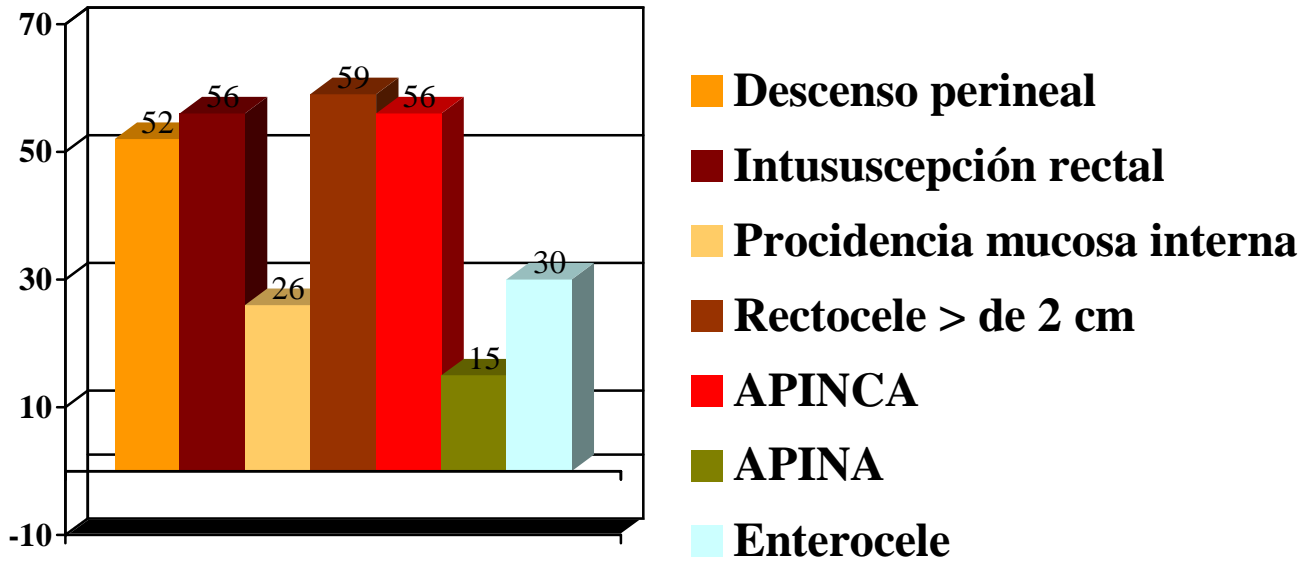


Fig. 1 Frecuencia de alteraciones encontradas durante el estudio de defecografía. APINCA (Apertura inadecuada del canal anal. APINA (Apertura inadecuada del angulo anorectal).

<i>A n o r m a l i d a d e s c o m b i n a d a s</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
1 p a t o l o g í a s	3	1 1 . 1
2 p a t o l o g í a s	6	2 2 . 2
3 p a t o l o g í a s	1 0	3 7 . 0
4 p a t o l o g í a s	6	2 2 . 2
5 p a t o l o g í a s	2	7 . 4

FRECUENCIA DE LA COMBINACION DE ALTERACIONES DEFECOGRAFICAS

Tabla 1. En esta tabla se muestra la frecuencia con que se presentaron una o más alteraciones en combinación durante el estudio defecográfico

DISFUNCION DEL PISO PELVICO

RESULTADOS

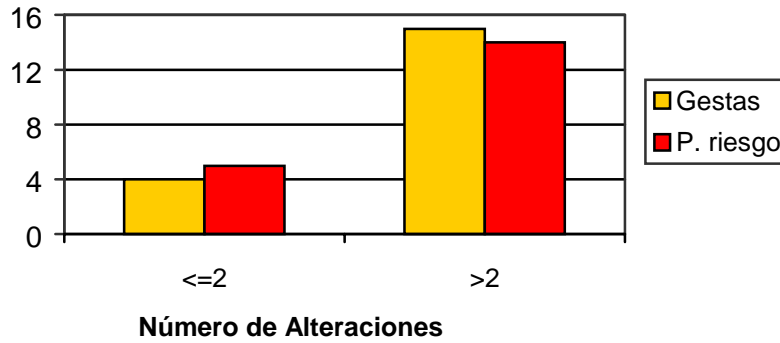


Fig. 2. Gráfica comparativa entre el número de pacientes con antecedentes de gestas y partos de riesgo y su correlación con el número de alteraciones observadas en el estudio defecográfico

5.Referencias

1. Clive Spence J., Kamm M.A., Henry M. Bowel dysfunction: a pathogenic factor in uterovaginal prolapse and urinary stress incontinence. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 1994;101:147-152.
2. Handa V.L.; Handa M., Harris T.A.,Ostergard D.R. Protecting the pelvic floor: obstetric management to prevent incontinence and pelvic organ prolapse. *Obstet Gynecol* 1996;88:470-8.
3. Sultan A.H., Kamm M.A., Hudson C.N., Thomas J.M. Anal-Sphincter disruption during vaginal delivery. *N Engl J Med* 1993; 329: 1905-11.
4. Mezwa D., Feczko P., Bosanko C. Radiologic Evaluation of Constipation and anorectal disorders. *Radiologic Clinics of North America* 1993; 31(6): 1275-92.
5. American Gastroenterological Association Medical Position Statement on Anorectal Testing Techniques. *Gastroenterology* 1999; 116:732-760.
6. Karasick S., Karasick D. Functional Disorders of the anus and rectum: findings on defecography. *AJR* 1993; 160: 777-782.
7. Goei R., Baeten C. Rectal Intussusception and Rectal Prolapse: Detection and Postoperative Evaluation with Defecography. *Radiology* 1990; 174: 124-126.
8. Karlbom U., Pahlman L., Nilsson S., Graf W. Relationships between defecographic findings, rectal emptying, and colonic transit time in constipated patients. *Gut* 1995;36: 907-912.

Índice de operación cesárea y su impacto en la morbi-mortalidad materno fetal.

Eliodoro Crespo, Jesús J Rodríguez Fernández

Objetivo: El objetivo de este estudio es el de observar el índice de la operación cesárea y su impacto en la morbi-mortalidad materno fetal apegándose a los lineamientos de la Secretaría de Salud en el Hospital de Ginecología y Obstetricia de Garza García. **Método:** Se realizó un estudio prospectivo y observacional. El período de tiempo fue desde junio del 2000 hasta abril del 2001. Se incluyeron todas las pacientes que culminaron su embarazo los sábados y domingos de 7:00 am – 19:00 hrs, de dicho período. Se observó el índice de cesárea, la morbilidad materna, morbi- mortalidad neonatal. **Resultados:** Se incluyeron 594 pacientes en el estudio. La edad promedio de las pacientes fue de 23 años (14 años- 40 años). De las 594 pacientes que se incluyeron en el estudio 189 (32%) tuvieron un parto distócico, 367 pacientes (62%) tuvieron un parto eutócico y a sólo 38 (6%) se le efectuó operación cesárea. En cuanto al Apgar la moda fue de 8 al minuto y de 9 a los 5 minutos; en segundo lugar se otorgó un Apgar de 7/ 9. Se produjo una muerte perinatal. **Conclusiones:** En conclusión podemos mencionar que el implementar ciertas medidas nos ayudarían a reducir el índice de cesárea sin afectar la morbi-mortalidad materno-fetal.

Palabras clave: cesárea, Perinatal

1.Introducción.

La resolución quirúrgica de los eventos obstétricos a través de la operación cesárea, constituye uno de los avances más importantes de la medicina perinatal contemporánea y ha tenido indiscutiblemente un impacto extraordinario en la disminución de la mortalidad materna y fetal. Sin embargo, en épocas recientes se ha observado un aumento considerable en la práctica de la operación cesárea (O/C), que ciertamente no es inocua y conlleva riesgos inherentes, quirúrgicos y anestésicos. En Estados Unidos de América el índice de O/C ha aumentado de forma considerable en los últimos 25 años; desde un 5.5% en 1970 hasta un 24.7 % en 1988; y desde 1989 hasta 1993 el índice se ha mantenido oscilando entre un 23% (1, 2). En México, en los últimos años, el índice de O/C ha tenido una tendencia creciente dentro de las instituciones del sector público y del sector privado. La incidencia de O/C varía dependiendo del tipo de institución, en las instituciones públicas el índice va desde un 35% hasta un 60%; mientras que en las instituciones privadas el índice es entre 70% y 85% (2).

Eliodoro Crespo Médico adscrito del Hospital de Ginecología y Obstetricia de Garza García
Jesús J Rodríguez Fernández, Alumno de Segundo año del programa de especialidad de Ginecología Y Obstetricia, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey
jjrodriguez@hotmail.com

La tendencia es que las cifras antes mencionadas aumenten por lo tanto se ha considerado necesario establecer estrategias puntuales que contribuyan a disminuir estas estadísticas cuando no están debidamente indicadas e implementar un sistema de vigilancia y seguimiento de la operación cesárea con cobertura nacional. El número de cesáreas practicadas en los distintos centros hospitalarios tiene un impacto directo en los costos de la institución.

En hospitales privados, el impacto producido por un número elevado de cesáreas no llega a representar un problema grave ya que los costos son absorbidos por el paciente o compañía de seguros. La repercusión más importante de esta práctica llevada en forma excesiva y no justificada viene a reflejarse en instituciones públicas, en donde los recursos son escasos. Dado lo anterior, la Secretaría de Salud publicó un manual encaminado a definir los lineamientos para las indicaciones de la operación cesárea a nivel nacional, la cual nos dio la pauta para la elaboración del presente trabajo. El objetivo de este estudio es el de observar el índice de la operación cesárea y su impacto en la morbi-mortalidad materno-fetal apegándose a los lineamientos de la Secretaría de Salud en el Hospital de Ginecología y Obstetricia de Garza García.

2. Metodología

Se realizó un estudio observacional prospectivo. El estudio fue realizado en el Hospital de Ginecología y Obstetricia de Garza García, ubicado en el municipio de Garza García, Nuevo León. Es una institución que pertenece a la Secretaría de Salud; y da atención a población de un status socioeconómico medio bajo y bajo.

El período de tiempo en el cual fue llevado a cabo el estudio fue del 3 de junio del 2000 al 29 de abril del 2001. La muestra comprendió las pacientes que culminaron su embarazo en la clínica los días sábados y domingo en el horario de 7:00 am a las 19:00hrs. La elección de esta muestra es debida a que la responsabilidad directa de las pacientes en este horario recaía en los autores. Los criterios de exclusión fueron los siguientes: 1) embarazo menor de 35.0 semanas de edad gestacional por FUM; 2) pacientes con productos óbitos; y 3) pacientes privadas las cuales no podían ser manejadas por los médicos de guardia.

Las pacientes fueron admitidas al servicio de urgencias de la clínica en donde se realizó un interrogatorio completo, se tomaron signos vitales, se realizó una exploración física completa la cual incluyó: maniobras de Leopold, auscultación de frecuencia cardíaca fetal, y exploración vaginal. Se decidía su ingreso cuando presentaban una dilatación de más de 4 cm, cuando presentaban ruptura prematura de membranas (RPM), algún dato de sufrimiento fetal o cuando eran pacientes con cesárea previa y con actividad uterina; se llevó a cabo un manejo de parto activo el cual consistió en aplicar un enema evacuante, se canalizó con 500 cc de glucosado al 5% más 2 U de oxitocina y se iniciaba una infusión de 2mU la cual se iba incrementando de 2mU cada 15 minutos hasta lograr una actividad de 3-4 contracciones en 10 minutos, solamente a las pacientes que se ingresaban sin un trabajo de parto establecido. En caso de tener membranas integra se realizaba amniotomía a los 4-5 cm.

Las indicaciones de operación cesárea fueron las que están establecidas en los lineamientos de la Secretaría de Salud, las cuales son: distocia de partes óseas, distocia de partes blandas, distocia de la contracción, hemorragia (placenta previa o desprendimiento prematuro de

la placenta normoinsera), patología materna (nefropatías, cardiopatías), macrosomía fetal que condiciona desproporción cefalopélvica, alteraciones de la situación, presentación o actitud fetal, prolapso de cordón umbilical, sufrimiento fetal agudo, embarazo prolongado con contraindicación para parto vaginal, malformaciones fetales incompatibles con el parto, síndrome de desproporción cefalopélvica, preeclampsia- eclampsia, embarazo múltiple, infección amniótica e isoimmunización materno- fetal (3).

Se definió DCP según el lineamiento Técnico para la indicación y práctica de la operación cesárea (3).

Se definió sufrimiento fetal agudo el lineamiento Técnico para la indicación y práctica de la operación cesárea (3)

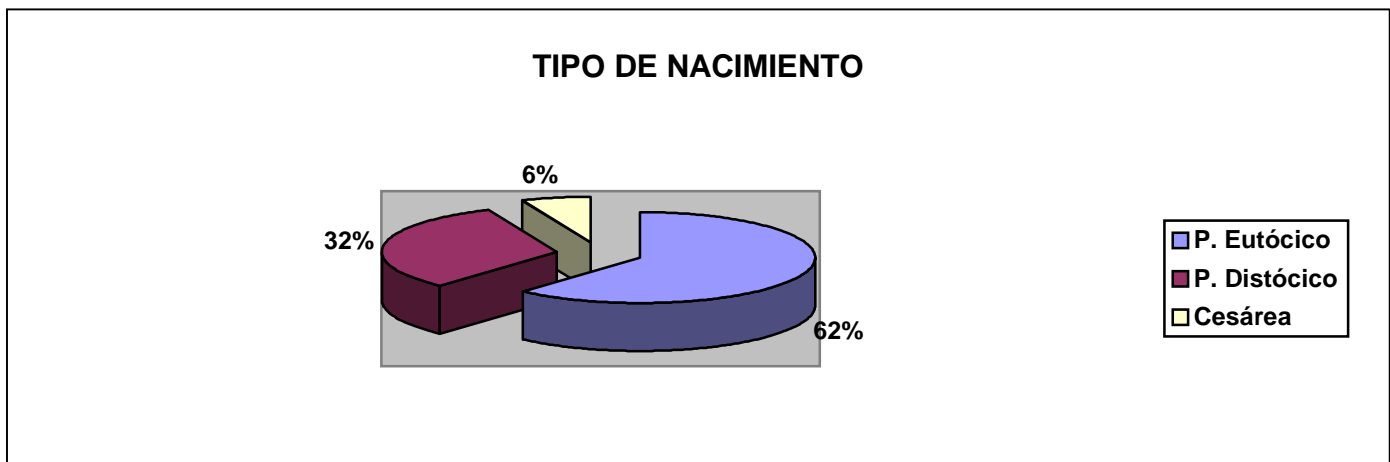
Se definió parto distócico cuando se aplicaban fórceps para rotación de más de 45 grados y se aplicaron solamente fórceps Salinas.

3.Resultados

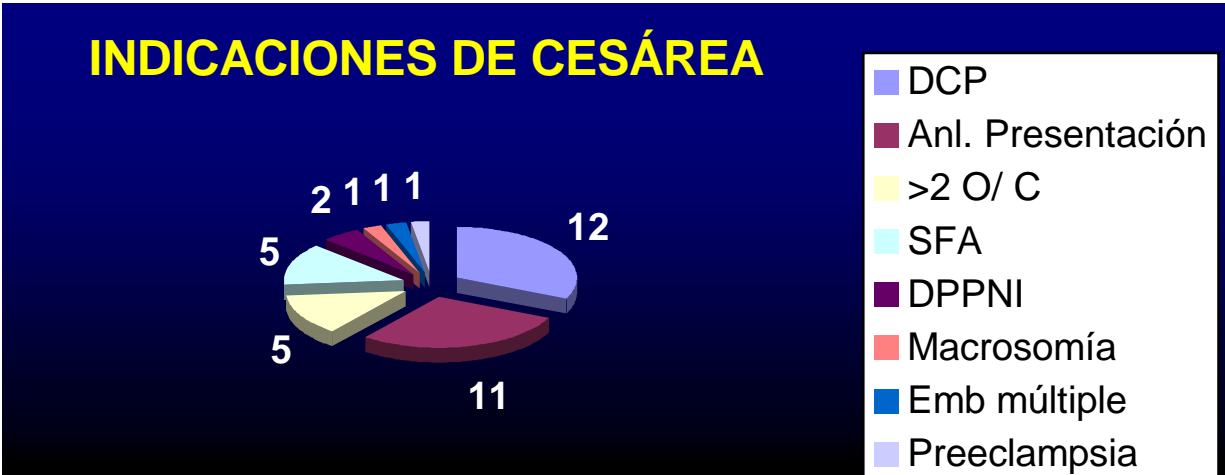
Se incluyeron 594 pacientes en el estudio. La edad promedio de las pacientes fue de 23 años (14 años- 40 años). El nivel socioeconómico de la población fue de medio bajo y bajo. Se atendieron 82 pacientes menores de 18 años, de las cuales 78 fueron por vía vaginal y 4 por cesárea. Se observó un índice de embarazo de 13.8% en pacientes menores de 18 años.

De las 594 pacientes que se incluyeron en el estudio 189 (32%) tuvieron un parto distócico, 367 pacientes (62%) tuvieron un parto eutócico y a sólo 38 (6%) se le efectuó operación cesárea.

Las principales indicaciones de O/C fueron las siguientes: Gráfica 2



1- Anormalidades en la presentación:	11 casos
2- Dos o más cesáreas previas:	5 casos
3- Desproporción cefalopélvica	12 casos
4- Desprendimiento prematuro de placenta normoinsera	2 casos
5- Sufrimiento fetal agudo	5 casos
6- Macrosomía	1 caso
7- Embarazo multiple	1 caso
8- Preeclampsia	1 caso



Se presentaron 2 casos de embarazo gemelar, el cual uno de ellos se realizó operación cesárea y el otro caso se resolvió por parto debido a que la paciente llegó en fase expulsiva al servicio de urgencias. Se atendieron 46 pacientes con cesárea previa, a 10 se les realizó cesárea y a 36 se les atendió un trabajo de parto; dos de estas pacientes tenían 2 cesáreas previas, se dejó a libre evolución el trabajo de parto y se atendieron partos distócicos, sin ninguna complicación.

Se incluyeron 13 pacientes con productos en presentación pélvica de los cuales 10 nacieron por cesárea y 3 por vía vaginal. En cuanto a la morbilidad materna se presentaron los siguientes casos: 27 casos de desgarros de segundo grado; 17 pacientes presentaron hipotonía uterina de las cuales 10 ameritaron hemotransfusión. No se encontraron dehiscencia de histerorrafia y nos hubo casos de histerectomía post cesárea o post parto.

En cuanto a los productos se obtuvieron 596 productos debido a los dos embarazos gemelares que se presentaron. La edad gestacional en promedio fue de 38. 5 semanas de edad gestacional por Capurro. El peso varió desde 850 grs y 4600grs, el valor promedio fue de 3200 grs. Se recibieron 42 bebés con peso igual o mayor de 4000 grs, de los cuales sólo uno fue por cesárea. En cuanto al Apgar la moda fue de 8 al minuto y de 9 a los 5 minutos; en segundo lugar se otorgó un Apgar de 7/ 9.

APGAR	No de casos
9/ 10	2
9/ 9	18
8/ 9	513
7/ 9	40
7/ 8	12
7/ 7	1
6/ 8	5
5/ 8	2
5/ 6	1
4/ 7	1
2/ 6	1

Tabla 1. Número de casos y Apgar

Los productos con Apgar de 2/ 6 y 5/ 6 ambos tenían una circular a cuello apretada y además presentaban meconio +++ espeso, durante el trabajo de parto se vigilaron con registro cardiotocográfico, debido a que presentaban evolución en su trabajo de parto y que no llenaban los requisitos de sufrimiento fetal se les dio trabajo de parto.

En lo que se refiere a la morbilidad se reportaron 5 casos (.83%) los cuales fueron 2 traumas obstétricos debido a la aplicación de fórceps por lo cual se provocó hematomas en cara. A un producto se les produjo fractura de clavícula el cual pesó 4050 grs, y a otro bebe sufrió fractura de húmero, este niño peso 2600grs, fue el segundo gemelo de la paciente que llegó en fase expulsiva. Y por último 1 producto presentó elongación del plexo braquial, dicho producto peso 3800 grs. Se produjo una muerte perinatal (.16%), un producto de término de presentación pélvica y se atendió por parto.

Discusión

El incremento del índice de O / C ha sido el foco de atención en muchos países y en el nuestro no es la excepción esto se debe que aumenta la morbilidad materna y los costos asociados con el procedimiento sin llegar a tener un impacto importante en la mortalidad infantil.

En 1990 el Departamento de Salud y Servicios Humanos en E.U.A estableció como objetivo disminuir el índice de O/ C a no más de 15 por 100 nacimientos; disminuir el índice de la primera cesárea a 12 o menos por 100 nacimientos; y aumentar el índice de parto vaginal en pacientes con una cesárea previa a más de 35 por cada 100 nacimientos.(1,4)

Se han realizado múltiples estrategias para disminuir el índice de O / C, Stafford describió seis estrategias para lograrlo: 1) educación; 2) evaluación externa del índice de O/C; 3) publicación del índice de cesárea; 4) cambio en los honorarios médicos; 5) cambio en el pago de gastos intrahospitalarios; y 6) cambios en los estatutos para demandas. (5) Además Flamm ha recomendado lo siguiente: a) prevenir las cesáreas por inducción fallida; b) no ingresar al hospital pacientes con trabajo de parto falso; c) manejo del dolor más efectivo para ayudar a tolerar mejor el dolor; d) educar a la paciente en lo que se refiere que una cesárea no siempre es igual a cesárea en un futuro; y e) preparar al personal de enfermería en el manejo del trabajo de parto.(6)

En nuestro trabajo se siguieron algunas de las recomendaciones antes mencionadas como evitar el ingreso de pacientes con trabajo de parto falso. Además a las pacientes con una cesárea previa se les dio la oportunidad de trabajo de parto obteniendo un índice del 8.7% (36 casos). En la literatura se menciona un porcentaje de éxito de tener un parto del 45% al 79% en pacientes con una cesárea previa.(7,8)

Las principales indicaciones de cesárea son: distocia, cesárea previa, sufrimiento fetal y anomalías en la presentación. El término de distocia ha sido utilizado indistintamente por inducción fallida y desproporción cefalopélvica (DCP), lo cual es incorrecto.(9) Según los lineamientos de la Secretaría de Salud el diagnóstico de DCP se establece mediante una exploración clínica de los estrechos superior, medio e inferior de la pelvis materna y su relación con el feto. Ante la duda se debe utilizar la prueba de trabajo de parto. Algo que en la actualidad ha sido punto de discusión es el manejo del trabajo de parto activo contra el expectante. En la experiencia del manejo del trabajo de parto activo se ha observado que el 98% de las pacientes no están más de 12 horas, desde su admisión, en la sala de labor. (9,10) El trabajo de parto activo consiste en admitir a la paciente hasta tener contracciones regulares y dolorosas. La mayor parte de nuestras pacientes con excepción de las que presentaban RPM fueron admitidas con 4 cm o más de dilatación y con actividad uterina regular y dolorosa. Se realiza amniotomía temprana, en

una gran cantidad de artículos se ha demostrado que la amniotomía acorta el período de trabajo de parto en promedio de 2 hrs sin aumentar el índice de cesárea. Aunque la amniotomía se ha considerado como un factor de riesgo de infección intraparto. En nuestro estudio a todas las pacientes se les realizó amniotomía a los 4-5 cm de dilatación. El punto de mayor diferencia entre los dos tipos de manejo es la infusión de oxitocina, en el manejo activo se describe un protocolo en donde se inicia la infusión a dosis de 4-6 mU/min y se va incrementando en 6mU cada 15 minutos hasta llegar a la dosis máxima de 40mU; en el manejo expectante se inicia una infusión de 1-2 mU y se va incrementando en 1-2 mU cada 15 ó 60 minutos (9); en el estudio se inició con 2mU /min y se fue incrementando hasta obtener 3-4 contracciones en 10 minutos, aquellas pacientes que llegaron con actividad regular se le mantenía una infusión de 2mU de oxitocina pero sin incrementar la dosis.

Existen estudios en donde se demuestra que una constante compañía en el trabajo de parto da un soporte emocional beneficioso para disminuir el índice de O/ C. (11) Es importante recalcar que las pacientes en nuestro hospital son vigiladas estrechamente por estudiantes de medicina de los últimos 2 años y por residentes de ginecología y obstetricia.

En Estados Unidos el 13% de todos los nacidos vivos es de madres menores de 19 años.(12) El embarazo de una paciente adolescente se considera como un embarazo de alto riesgo debido a que estas pacientes tienen un riesgo aumentado de presentar niños de bajo peso al nacer, niños prematuros, hipertensión inducida por el embarazo, aborto espontáneo y retraso en el crecimiento intrauterino. (13) En el estudio se obtuvo un porcentaje del 13.8% de embarazo en menores de 18 años. Algunos factores de riesgo para que se presente el embarazo en adolescentes es el bajo nivel socioeconómico, falta de educación, solteras, tabaquismo, alcoholismo y uso de drogas.(14) La población analizada en el estudio un gran porcentaje era de un nivel socioeconómico bajo. La mejor manera de prevenir o mejorar los resultados del embarazo en la adolescencia consista en educación sexual oportuna , consejo anticonceptivo concientizador y , por último, insistencia de los cuidados prenatales.

Durante varios años se había considerado que la lesión del plexo braquial se producía exclusivamente por una tracción y flexión excesiva sobre el cuello , la cual provocaba una avulsión o elongación del plexo. (15) La lesión del plexo braquial complica del 8% al 23% de los partos con distocia de hombro. (16) El 80% de esta lesión se da en C5- C6 (parálisis de Erb-Duchenne). El 90% de las lesiones se recuperan al año y sólo 5-8% quedan con daño permanente. (17) En el estudio se presentó sólo un caso de elongación del plexo braquial, un producto con un peso de 3800 y el cual presentó distocia de hombros. En diversos estudios se ha observado lesión del plexo braquial sin distocia de hombros hasta en un 75%. (18) En estos estudios se menciona que la lesión es de origen intrauterino porque se produce por el impacto del hombro con la sínfisis del pubis debido a las fuerzas excesivas intrauterinas provocadas por la contracciones y por el esfuerzo materno. Cuando se presenta en el hombro posterior se menciona el impacto de éste contra el sacro y en estos casos es más común encontrar anomalías uterinas.(15)

La valoración de Apgar fue implementada desde 1953. (19) Una calificación baja al minuto es a veces causada por una depresión temporal, mientras que una calificación baja a los 5 ó a los 10 minutos usualmente implica complicaciones de importancia clínica. Un Apgar por debajo de 7 a los 5 minutos es asociado con un incremento en el riesgo de morbilidad neonatal, mortalidad neonatal y daño neurológico. (20) En nuestro estudio de los 596 productos solamente 3 tuvieron Apgar por debajo de 7 a los 5 minutos por lo tanto es necesario realizar un estudio el cual incluya un seguimiento a 5 ó a 10 años para valorar bien el daño que pudieran presentar los niños.

El trauma obstétrico provocado por el uso de fórceps se debe a una mala aplicación de éstos lo cual provoca hematomas en la cara. En nuestra población se encontraron dos productos con hematomas menores en cara. El ejercer una fuerza excesiva provoca formación de vesículas, necrosis lipóide y trauma masivo en cara y cabeza. La correcta aplicación de fórceps reduce el índice del trauma obstétrico. (21, 22)

La tasa de mortalidad fetal en 1987 se informó en 17.67 x 1,000 nacidos y en 1997 en 21.05 x 1,000 nacidos con una tendencia al alza en 1992 y posteriormente en descenso. La tasa de mortalidad neonatal descendió de 42.82 a 17.34 x 1,000 nacidos vivos., nosotros obtuvimos una mortalidad del .16%.

En este estudio se obtuvo un índice de cesárea del 6% en los fines de semana en el Hospital de Ginecología y Obstetricia de Garza García esto se logró siguiendo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Salud y lo más importante a parte de lograr disminuir el índice de O/ C es el hecho de que la morbilidad y mortalidad infantil no se incrementó, aún y cuando nuestro hospital no cuenta con tecnología sofisticada para realizar algunos exámenes como determinación de Ph en cuero cabelludo ni registro cardiotocográfico intraparto; entonces si tenemos estos resultados y si tenemos estos lineamientos nuestra pregunta debe ser ¿ porqué el índice de cesárea sigue siendo alto en los hospitales de México?

En México a parte de los lineamientos que realizó la Secretaría de Salud para los hospitales y clínicas que están bajo su jurisdicción; en el sector privado , en donde se observa un índice de cesárea que llega hasta un 80%, se está empezando a trabajar para bajar estas cifras y una manera de hacerlo es implementando guías clínicas para la inducción del trabajo de parto; y un ejemplo de esto es el Hospital San José TEC de Monterrey en donde los médicos externos junto con los residentes de ginecología y obstetricia están trabajando en la elaboración de dichas guías.

En el medio privado es difícil que los médicos sigan una guía o un protocolo de manejo esto por diferentes razones como pudieran ser: 1) la paciente elige una cesárea electiva; 2) con el fácil acceso que tienen estas pacientes a información no quieren intentar un trabajo de parto por el miedo de provocar una disfunción del piso pélvico; 3) comodidad de algunos médicos, al tener ya programadas sus actividades; 4) cuestión de terceros pagadores, porque algunos seguros de gastos médicos no cubren el parto; 5) a veces es mejor pagada la cesárea que el parto; y 6) en este medio es muy fácil que la cesárea este de “ moda”.

En el medio institucional el médico no cuenta con el apoyo del hospital en donde labora en caso de una demanda que se genere debido a una complicación en el manejo del trabajo de parto; debido a esta “ desprotección” los médicos optan por un manejo diferente a los establecidos en los lineamientos de la Secretaría de Salud y por consecuencia el índice de cesárea aumenta considerablemente.

Este artículo solo estudió una muestra del hospital y se basó solamente en el criterio de un médico externo para la toma de decisiones, creemos que estos resultados pudieran servir como referencia para lograr realizar estudios futuros en donde se incluyan hospitales públicos y privados; y que se realice un seguimiento de los niños por lo menos de 5 años para tener mejores valores en lo que se refiere a la morbilidad y mortalidad infantil. Además pudiera servir como base para realizar estudios en donde se comparen los costos que genera la práctica de la cesárea y los costos generados por la atención del parto y ver si realmente se tiene una disminución considerable con la atención del parto.

Conclusión

En conclusión podemos mencionar que siguiendo indicaciones bien establecidas por la Secretaría de Salud e implementado ciertas medidas, tales como: educar a nuestras pacientes, ingresarlas hasta que tengan un trabajo de parto en fase activa, realizar un manejo activo del trabajo de parto, vigilar estrechamente el trabajo de parto, realizar algunos cambios en cuanto a la forma de pago de los seguros de gastos médicos, hospitales y clínicas tanto privadas como públicas respalden al médico o lo apoyen en caso de alguna demanda, y disponibilidad de tiempo por parte del médico para darles oportunidad a las pacientes que desarrollen trabajo de parto; podemos disminuir el índice de cesárea sin tener un impacto importante en la morbilidad y mortalidad neonatal.

4.Referencias

- 1- Menard M: Cesarean delivery rates in the United States . *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America* 1999; 26: 275- 285.
- 2- Clarke SC, Taffel S: Changes in cesarean delivery in the United States, 1988 and 1993. *Birth* 1995; 22: 63- 67.
- 3- Secretaría de Salud. Lineamiento Técnico para la indicación y práctica de la operación cesárea. Junio 2000
- 4- National Health Promotion and Disease prevention objectives. Washington DC, Public Health and Human Services . *Healthy people* 2000.
- 5- Stafford RS: alternative strategies for controlling rising cesarean section rates. *JAMA* 1990; 263: 683- 687.
- 6- Flamm BC, Berwick DM, Kabcenell A: reducing cesarean section rates safely: lessons from a "breakthrough series" collaborative. *Birth* 1998; 25: 117-124.
- 7- Sims EJ, Newman R, Hulseley T: Vaginal birth after cesarean : to induce or not to induce. *Am J Obstet Gynecol* 2001; 184: 1122-1124.
- 8- American College of Obstetricians and Gynecologists. Vaginal birth after previous cesarean delivery. *Practice Bulletin* No 2. 1998.
- 9- Socol ML, Peaceman AM: Active management of labor. . *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America* 1999; 26: 287- 294.
- 10- O'Driscoll K, Foley M, Mac Donald D: Active management of labor as an alternative to cesarean section for dystocia. *Obstet Gynecol* 1984; 63: 485-490.
- 11- Kennel J, Klaus M, McGrath S: Continuous emotional support during labor in a US hospital: a randomized controlled trial. *JAMA* 1991; 265: 2197-2201.
- 12- Fraiser A, Brockert J, Ward: Association of young maternal age with adverse reproductive outcomes. *NEJM* 1995; 332: 1113-1117.
- 13- Lao T, HO LF: Obstetric outcome of teenage pregnancies. *Human Reproduction* 1998; 13: 3228- 3232.
- 14- Ketterlinus RD, Henderson SH, Lamb ME: Maternal age, sociodemographics, prenatal health and behavior: influences on neonatal risk status. *J Adolesc Health Care* 1990; 11: 423-431.
- 15- Gherman RB: Braquial plexus palsy: an in utero injury?. *Am J Obstet Gynecol* 1999; 180: 1303-1307.
- 16- Gherman RB, Ouzounian JG, Goodwin TM: Obstetric maneuvers for shoulder dystocia and associated fetal morbidity. *Am J Obstet Gynecol*; 1998: 1126-1130.
- 17- Gherman RB, Goodwin TM: Management of shoulder dystocia. *Female Patient* 1998; 23: 29-90.
- 18- Jennett RJ, Tarby TJ, Kreinick CJ: Brachial plexus palsy: an old problem revisited . *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166: 1673-1677.
- 19- Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg* 1953; 32: 260-267.

- 20- Thorngren-Jerneck K, Herbst A: Low 5- minute Apgar score : a population – based register study of 1 million term births. *Obstet Gynecol* 2001; 98: 65- 70.
- 21- American College of Obstetricians and Gynecologists. Operative vaginal delivery. Technical Bulletin No 196. 1994.
- 22- Gei A, Belfort M: Forceps assisted vaginal delivery. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America* 1999; 26: 345-370.

COMPARACIÓN DE VIAGRA™ (CITRATO DE SILDENAFIL) VERSUS INYECCIÓN INTRACAVERNOSA (IIC) CON TRIMIX (PAPAVERINA, FENTOLAMINA Y PGE1) EN EL TRATAMIENTO DE LA DISFUNCIÓN ERÉCTIL (DE).

Robert E. Brannigan*, Aaron Spitz*, Edward C. Schatte*, Francisco J. Orejuela*, Michael R. Crone*, Rafael Marín Medina+, Edward D. Kim*, Larry I. Lipshultz.*

*Scott Department of Urology, Baylor College of Medicine, Houston, Texas, USA.

+Escuela de Medicina Ignacio A. Santos, ITESM, Monterrey, N.L., México

ABSTRACT

El 25% de los hombres entre 40-70 años de edad presentan un grado moderado de Disfunción Eréctil (DE), impactando importantemente su calidad de vida. Actualmente el VIAGRA™ es el tratamiento de primera elección en pacientes con DE, desplazando a la Inyección Intracavernosa (IIC) como el "gold standard". Estudio prospectivo, que involucró a 74 pacientes, a los cuales se les pidió comparar su tratamiento previo de IIC con TRIMIX contra el actual con VIAGRA™(sildenafil) en su rigidez de la erección, satisfacción sexual y su preferencia para uso futuro. Con TRIMIX se utilizó una mezcla con: Papaverina 2.5cc (30mg/cc), Fentolamina 0.5cc (5mg/cc), Prostaglandina E1 0.05cc (500microgramos/cc) y 1.2cc de solución salina, utilizando dosis respuesta entre 0.1cc a 0.25cc en cada aplicación. Con VIAGRA™ se utilizaron dosis respuesta desde 25mg hasta 100mg. Todos los pacientes sin importar la etiología de la DE reportaron una erección más rígida (orgánica 83%, psicógena 87.5%, post-prostatectomía 100%) y una relación sexual más satisfactoria (orgánica 58.3%, psicógena 68.7%, post-prostatectomía 87.3%) utilizando TRIMIX vs. VIAGRA™. La mayoría de los pacientes con historial de prostatectomía, o impotencia psicógena escogieron continuar utilizando TRIMIX como su tratamiento de elección (60%, 50% respectivamente). El 42% con DE de etiología orgánica decidieron continuar con TRIMIX. Los resultados se confirmaron utilizando: International Index of Erectile Function (IIEF) y la Sexual Health Inventory –Male surveys (SMIM). Aunque el VIAGRA™ es considerado por muchos médicos como el tratamiento de primera elección para la DE, la mayoría de los pacientes que habían utilizado TRIMIX y posteriormente usaron VIAGRA™, prefirieron continuar con la terapia de IIC con TRIMIX por erección más rígida y mayor satisfacción sexual. Por lo que creemos que se debe ofrecer ambos tratamientos, sin asumir cual preferirán y que tendrán mejores resultados con la terapia oral (VIAGRA™).

INTRODUCCIÓN

La Disfunción Eréctil (DE) se define como la incapacidad persistente para lograr o mantener una erección adecuada para una actividad sexual satisfactoria (1). La DE tiene un impacto muy importante en la autoestima y calidad de vida de cualquier individuo. Se estima que 30 millones de estadounidenses enfrentan este problema (2,13). El 25% de los hombres entre 40-70 años de edad presentan un grado moderado de DE, incrementándose el riesgo si existe hipertensión, enfermedad cardíaca, diabetes, depresión o el uso de algunos medicamentos (2). Por lo que es sumamente necesario comparar las opciones de tratamiento existentes.

La erección resulta de la relajación del músculo liso de las arteriolas y cuerpo cavernoso, mientras que la contracción de éstos músculos lisos provoca el estado de flacidez.(8)

Desde la introducción de drogas vasoactivas (6), se ha revolucionado el tratamiento para DE. La combinación de papaverina, fentolamina y PGE1, como inyección intracavernosa (IIC), conocida como TRIMIX se ha convertido en una terapia popular, debido ha su alta eficacia, baja incidencia de dolor y bajo costo por dosis (3,5,7,17).

Mientras la terapia IIC había sido considerada el “gold standard” de tratamiento(15,16), el tratamiento oral con VIAGRA™ se ha convertido rápidamente en la droga de primera elección recientemente. Dejando la IIC como segunda línea en pacientes que no responden a la terapia oral.

Este estudio compara la eficacia y la preferencia de los pacientes entre IIC con TRIMIX y el VIAGRA™, en hombres que utilizaban TRIMIX y subsecuentemente probaron VIAGRA™ como tratamiento alternativo.

MÉTODOS

El estudio fue prospectivo, realizado durante 1998. Se involucraron a 74 pacientes los cuales se les pidió comparar IIC con TRIMIX vs. VIAGRA™ en su rigidez de la erección, satisfacción sexual en general y su preferencia para uso futuro.

Con TRIMIX se utilizó una mezcla con: Papaverina 2.5cc (30mg/cc), Fentolamina 0.5cc (5mg/cc), Prostaglandina E1 0.05cc (500microgramos/cc) y 1.2cc de solución salina, utilizando dosis respuesta entre 0.1cc a 0.25cc en cada aplicación (5).

Con VIAGRA™ se inició tratamiento con 25mg hasta alcanzar un máximo de 100mg basado en la respuesta que presentaba el paciente así como la tolerancia a efectos secundarios. como se ha utilizado en protocolos previamente realizados (21).

Los pacientes habían sido evaluados previamente bajo los protocolos establecidos en la clínica para diagnosticar la etiología de la DE (12) y se dividieron así (Tabla 1)

ETIOLOGÍA DE DISFUNCIÓN ERÉCTIL	Número	%
Psicógena	18	24.3
Post-Prostatectomía	19	25.7
Orgánica	29	39.2
Desconocida	8	10.8

Tabla 1: Etiología de Disfunción Eréctil de los pacientes en estudio

Se les dió seguimiento a los pacientes aplicándoles cuestionarios de: International Index of Erectile Function (IIEF) (21) y la Sexual Health Inventory –Male surveys (SMIM) antes de iniciar el nuevo tratamiento y a los 4 meses posteriores al uso del nuevo tratamiento, evaluándose la función sexual. Una respuesta exitosa fue definida como nivel de satisfacción de 4 o 5 en una escala del 1 al 5 (21).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los pacientes, sin importar la etiología de la DE, reportaron una erección más rígida usando TRIMIX vs. VIAGRA™. Siendo el grupo de post-prostatectomía el que presentó el 100% de mejor erección, y el 80% el de etiología desconocida. (Tabla 2)

ERECCIÓN MÁS RÍGIDA	%
Psicógena	87.5
Post-Prostatectomía	100
Orgánica	83
Desconocida	80

Tabla 2: Pacientes que presentaron erección más rígida.

Así como una relación sexual más satisfactoria usando TRIMIX vs. VIAGRA™, siendo desde el 60% con el grupo de etiología desconocida, hasta el 87.5% con el grupo de post-prostatectomía. (Tabla 3)

RELACIÓN SEXUAL MAS SATISFACTORIA	%
--	----------

Psicógena	68.7
Post-Prostatectomía	87.5
Orgánica	58.3
Desconocida	60

Tabla 3: Pacientes que presentaron una relación sexual más satisfactoria.

La mayoría de los pacientes que tenían historial de prostatectomía, o que se les diagnosticó impotencia psicógena, o de etiología desconocida escogieron continuar usando TRIMIX como su tratamiento de primera elección. (Prostatectomía 60%, Psicógena 50%, Desconocida 60% respectivamente)

Casi la mitad de los pacientes con etiología orgánica escogieron continuar con TRIMIX (42%). (Tabla 4)

CONTINUAR CON TRIMIX	%
Psicógena	50
Post-Prostatectomía	60
Orgánica	42
Desconocida	60

Tabla 4: Pacientes que prefirieron continuar con TRIMIX en lugar de VIAGRA™.

El VIAGRA™ es una terapia oral para el tratamiento de la DE (20), que por su vía de administración lo hace muy atractivo y fácil de utilizar (22), a diferencia de la IIC con TRIMIX el cual requiere entrenamiento especial para su aplicación debido al uso de inyecciones (9,19).

Es de esperarse que el tratamiento con VIAGRA™ fuera el preferido por los pacientes, debido a la comodidad de su uso (14,18) y a resultados de estudios previos en los que se reporta un 65% de satisfacción utilizando esta terapia oral (21). El cual se tiene que tomar 30 minutos antes de la actividad sexual (22), mientras que el TRIMIX se tiene que aplicar en el momento en que se desea la erección, para lograr su efecto.

Sin embargo los pacientes al comparar las dos opciones demostraron mejores resultados utilizando el TRIMIX vs VIAGRA™, independientemente de la etiología de la DE, tanto en una erección más rígida (100%-80%), así como una relación sexual más satisfactoria (87.5%-58.3%).

Otras publicaciones reportan una satisfacción del 65% utilizando VIAGRA™ (21) sin importar la respuesta a tratamientos previos, lo cual contrasta con nuestros resultados. Ya que la mayoría de los pacientes con historial de prostatectomía, impotencia psicógena o de etiología desconocida escogieron continuar utilizando TRIMIX como su tratamiento de elección (60%, 50% y 60% respectivamente) y el 42% con DE de etiología orgánica decidieron continuar con TRIMIX.

Sin embargo se debe considerar que ambos tratamientos producen efectos secundarios. El VIAGRA™: enrojecimiento de cara (30.8%), cefalea (25.4%), congestión nasal (18.7%), y pirosis (10.5%), sin embargo ningún paciente abandona el tratamiento, ya que la sintomatología es moderada (4). Mientras que la terapia IIC presenta como efectos secundarios priapismo(11), hematomas, erección dolorosa y fibrosis, por lo que en algunos casos se debe suspender el tratamiento(9,10). Por lo que no sólo el éxito, sino los efectos secundarios se deben tomar en cuenta para indicar el tratamiento adecuado, por lo que se necesita realizar un estudio que aclare estos puntos.

CONCLUSIONES

Aunque el VIAGRA™ es considerado por muchos médicos como el tratamiento de primera elección para pacientes con DE, la mayoría de los pacientes que habían utilizado TRIMIX y posteriormente usaron VIAGRA™, prefirieron continuar con la terapia con TRIMIX, por una erección más rígida y por una relación sexual más satisfactoria. Por lo que creemos que se debe ofrecer ambos tratamientos, sin asumir cual preferirán y con cual tendrán mejores resultados.

BIBLIOGRAFIA

1. National Institute of Health Consensus Development Panel on Impotence. 1993 JAMA. 270:83-90.
2. Feldman HA, Goldstein I, Hatzichristou DG, Krane RJ, McKinlay JB. 1994 Impotence and its medical and psychosocial correlates: results of the Massachusetts Male Aging Study. J Urol. 151:54-61.
3. McMahon CG: A comparison of the response to the intracavernosal injection of a combination of papaverine and phentolamine, prostaglandin E1, and a combination of all three agents in the management of impotence. Int J Impot Res 3:113, 1991
4. Moreira SG Jr; Brannigan RE; Spitz A; Orejuela FJ; Lipshultz LI; Kim ED: Side-effect profile of sildenafil citrate (Viagra) in clinical practice. Urology - 1-Sep-2000; 56(3): 474-6
5. Bennett AH, Carprenter AJ, Baranda JH: An improved vasoactive drug combination for a pharmacological erection program. J Urol 146:1564, 1991
6. Borges FD: A new approach to the pharmacologic treatment of impotence. Int J Impot Res 6:137, 1994
7. Cahn D, Melman A, Valcic M, et al: Forskolin: A promising new adjunct to intracavernous pharmacotherapy. J Urol 155:1789, 1996
8. Junemann KP, Alken P: Pharmacotherapy of erectile dysfunction: A review. Int J Impot Res 1:71, 1989
9. Lakin MM, Montague DK, VanderBrug MS, et al: Intracavernous injection therapy: Analysis of results and complications. J Urol 143:1138, 1990
10. Levine S, Althof S, Turner L, et al: Side effects of self-administration of intracavernous papaverine and phentolamine for the treatment of impotence. J Urol 141:54, 1989
11. Lue T, Hellstrom W, McAnich J, et al: Priapism: A refined approach to diagnosis and treatment. J Urol 136:101, 1986
12. Lue TF, Levine JD: Impotence [editorial]. J Urol 154:85, 1995
13. Melman A, Gingell C: The epidemiology and pathophysiology of erectile dysfunction. J Urol 161:5, 1999
14. Nehra A, Jones WR, Hakim L, et al: Effectiveness of combination therapy of MUSE and Viagra in the salvage of erectile dysfunction patients desiring noninvasive therapy. Int J Impot Res 11 (suppl 1): C11, 1999
15. Padma-Nathan H: Corporal pharmacotherapy for erectile dysfunction and priapism. Monographs in Urology 17:51, 1996
16. Padma-Nathan H, Goldstein I, Payton T, et al: Intracavernosal pharmacotherapy: The pharmacologic erection program. World J Urol 5:160, 1987
17. Robinette M, Moffat M: Intracorporal injection of papaverine and phentolamine in the management of impotence. Br J Urol 58:692, 1986

18. Sadeghi-Nejad H, Lim H, Long K, et al: A prospective comparative study of the safety and efficacy of sildenafil citrate in a group of men previously randomized to intraurethral vs intracavernosal PGE 1. *Int J Impot Res* 11 (suppl 1):C6, 1999
19. Zornotti AW, Lefleur RS: Auto-injection of the corpus cavernosum with a vasoactive drug combination for vasculogenic impotence. *J Urol* 133:39, 1985
20. Cohan P Erectile dysfunction *J Clin Endocrinol Metab* 01-Jun-2001; 86(6): 2391-4
21. Jarow JP Clinical efficacy of sildenafil citrate based on etiology and response to prior treatment. *J Urol* - 1999 Sep; 162(3 Pt 1): 722-5
22. Goldstein I: Oral sildenafil in the treatment of erectile dysfunction. Sildenafil Study Group *N Engl J Med* 1998 May 14; 338(20): 1397-404

Morbimortalidad en Endarterectomía Carotídea un Enfoque hacia el Control de Calidad.

Dr. Manuel de la Maza, Dr. Marco A. Candia, Dr. Mariano Fuentes

Resumen

La endarterectomía carótida (E.C.) constituye un procedimiento aceptado en la prevención del accidente vascular cerebral (A.V.C.) su justificación esta en reducción del riesgo de infarto cerebral ipsilateral al sitio de la estenosis carotídea comparado con el mejor manejo médico de la enfermedad de acuerdo a los resultados de los estudios cooperativos en pacientes con alto grado de estenosis.

Objetivo: Nuestro objetivo consiste comparar la morbimortalidad perioperatoria de los pacientes sometidos a endarterectomía carotídea antes y después del funcionamiento de un comité para el arbitraje de los pacientes con enfermedad cerebro vascular candidatos a endarterectomía carotídea.

Material y métodos: Se realizó un estudio comparativo retrospectivo/prospectivo longitudinal de la morbimortalidad perioperatoria de la endarterectomía carotídea en el Hospital San José de Monterrey tomando como punto de referencia los procedimientos realizados antes del inicio del comité para EC analizándose de forma retrospectiva de Junio de 1985 a Junio de 1995 y el estudio prospectivo longitudinal realizado posterior a su formación de Julio 1995 a Enero de 1999 el inicio. En pacientes sometidos a endarterectomía carotídea previo a la institución del comité intrahospitalario de endarterectomía carotídea y posterior a este. Se revisaron 66 pacientes con 84 procedimientos previos al comité y 17 pacientes con 17 procedimientos de EC previos al comité analizando y comparando la morbimortalidad perioperatoria. El comité de endarterectomía carotídea se instituye en Junio de 1995 teniendo como objetivo el seleccionar adecuadamente los pacientes que serán sometidos a endarterectomía carotídea con el propósito de disminuir la morbimortalidad del procedimiento en nuestro hospital.

Resultados: Nuestro estudio incluye un total de 101 procedimientos de E.C. con un total de 83 pacientes con edades comprendidas; min. 32 y max 83 media de 66.6 y moda 69. Los grupos en estudio comprendieron 84 procedimientos previos al comité de E.C. y 17 procedimientos analizados de manera prospectiva al comité de E.C. Los grupos se dividieron en 4 subgrupos; pacientes con accidente vascular cerebral (AVC), ataque isquémico transitorio (AIT) y reestenosis de endarterectomía previa y asintomático. En el ACV previo se sometieron a EC previo al comité 27 postcomite 5, AIT 56 y 11, respectivamente, 1 paciente asintomático en ambos grupos y una caso de reestenosis 1 caso en el grupo de pacientes previos al comité de EC. La mortalidad encontrada en el grupo previo a nuestro comité fue de 1.2% y el grupo posterior al comité no se presento ningún caso

Conclusiones: La participación de un comité intrahospitalario que regule todos los aspectos en el control de calidad para la realización de endarterectomía carótida resulta particularmente útil en la obtención de resultados óptimos.

Palabras claves: Endarterectomía, Comité, Morbimortalidad

Servicio de Neurología; Laboratorio de Neurofisiología; Unidad de diagnóstico Especializado

1) Jefe del Servicio de Neurología 2) Neurólogo de HSJ 3) Residente de 3 año de Neurología del HSJ
Hospital San José de Monterrey EMIS-ITESM, Nuevo León – México

1. -Introducción

En 1951 C.M. Fisher fue el primero que enfatizó la relación entre la placa aterosclerótica localizada a nivel de la bifurcación de las arterias carótidas y el infarto embólico ipsilateral al sitio de la estenosis; este concepto dio origen a la idea del tratamiento quirúrgico de la placa sintomática responsable del evento isquémico o bien de una hipoperfusión hemodinámica 1,,2,3, . En 1954 Eastcott demostró que la cirugía de carótidas era posible iniciándose una popularidad

creciente del procedimiento que alcanzó su pico a principios de la década de los años 80. La preocupación creciente acerca del beneficio de la cirugía y de la indicación o realización del procedimiento en forma inadecuada dio origen al desarrollo de importantes estudios cooperativos simultáneamente en Europa y Norteamérica, estos estudios cooperativos reportaron que la cirugía comparada con el mejor tratamiento médico dio mejores resultados sólo para los grupos de estenosis de alto grado para pacientes sintomáticos y asintomático.

La endarterectomía carótida (E.C.) constituye un procedimiento aceptado en la prevención del accidente vascular cerebral (A.V.C.), su justificación está en reducción del riesgo de infarto cerebral ipsilateral al sitio de la estenosis carotídea comparado con el mejor manejo médico de la enfermedad de acuerdo a los resultados de los estudios cooperativos en pacientes con alto grado de estenosis. La morbimortalidad perioperatoria a 30 días deberá ser igual o menor a lo reportado en estos estudios cooperativos. La práctica el riesgo de este tipo de cirugía es variable dependiendo de la selección del paciente, la destreza del cirujano y las características de la institución. La formación de un comité ad hoc multidisciplinario que incluya todos los representantes involucrados en la atención, permite definir los criterios y reglamentos que dan los resultados óptimos que justifican la realización de este procedimiento.

2. - Definición del problema

La justificación de la endarterectomía carotídea radica en disminuir el riesgo de infarto cerebral ipsilateral, por consiguiente, el procedimiento quirúrgico no debe exceder la morbimortalidad propia de la enfermedad comprada con un tratamiento médico óptimo. Para la realización de este procedimiento preventivo es necesario que en el centro hospitalario en donde se realiza la cirugía tenga un bajo grado de morbimortalidad perioperatoria a 30 días, objetivo que se logra si se tiene una infraestructura técnica y de servicios de apoyo adecuada con protocolos de manejo y habilidad quirúrgica auditada de los cirujanos vasculares responsables del procedimiento.

3. -Objetivo

Comparar la morbilidad perioperatoria a 30 días de los pacientes sometidos a endarterectomía carotídea antes y después de la formación de un comité multidisciplinario en el cual se definen los criterios de selección, manejo médico y quirúrgico para los pacientes con enfermedad cerebro vascular candidatos a endarterectomía carotídea. Además de demostrar que este tipo de controles resultan en una mejor calidad de la atención del paciente.

4. -Justificación

Demostrar la reducción de la morbilidad perioperatoria de la endarterectomía carotídea en nuestro Hospital, para esto se acordó desarrollar un proceso de control de la calidad por medio de la formación de un comité multidisciplinario que nos permitió mantener un alto grado de calidad y excelencia, atendiendo a la misión y visión de nuestro Hospital como una Institución académica líder con gran trascendencia en nuestro país.

5. -Hipótesis

Consideramos que la realización de la endarterectomía carotídea bajo un protocolo de criterios estandarizados dentro de las normas internacionales propuestas y regidas por un comité multidisciplinario intrahospitalario para mejorar la calidad de la atención, daría como resultado una disminución de la morbilidad perioperatoria obteniendo por medio de este comité una atención de alto nivel de excelencia dentro de nuestro Hospital.

6. -Limitaciones y delimitaciones

Nuestro estudio compara una casuística de reporte de casos estudiada de manera retrospectiva y prospectiva formando dos grupos de pacientes en periodos de tiempos diferentes, presentando a los dos grupos con un grado de similitud en edad y sexo pero con una diferencia importante en el número de pacientes pre y post comité, en particular en los grupos sintomáticos de accidente vascular cerebral e isquemia cerebral transitoria en los que observamos una relación aproximadamente de cuatro casos previos al comité por uno posterior al comité. En el grupo de asintomático la diferencia no fue importante después de la creación del comité, esta reducción en el número de pacientes posteriores al comité está directamente relacionada a dos aspectos: una mejor selección de los pacientes y un período propectivo de solamente de cinco comparado con 10 años retrospectivos. Esto coincide con la reducción en la frecuencia del procedimiento reportada en la literatura mundial.

7. -Material y métodos

Se estudiaron 93 pacientes con 101 procedimientos divididos en dos grupos en el Hospital San José Tec de Monterrey, pre y post formación del comité para EC, el cual se tomó como punto de referencia. En el primero se realizó un estudio epidemiológico, retrospectivo, descriptivo, analítico, de corte transversal; en casos de pacientes sometidos a E.C. de junio 1985 a junio 1995 mediante una revisión de expedientes del archivo clínico. El segundo grupo se estudió de manera prospectiva, longitudinal, analizando los casos en el momento de su presentación de julio 1995 a enero 1999.

Los pacientes se dividieron para ambos grupos en sintomáticos y asintomáticos de acuerdo a su principal indicación para realización de EC. El grupo de sintomáticos se dividió en pacientes con isquemia cerebral transitoria y los de infarto previo y en el grupo de asintomáticos se dividió en asintomáticos con o sin reestenosis.

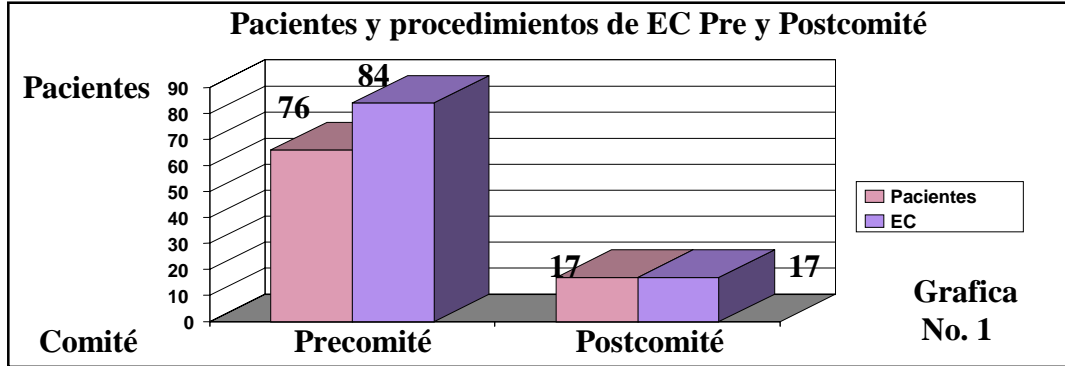
Se realizó una base para análisis estadístico por medio del sistema EPI Info 6 que es un programa de estadística para salud pública, diseñado por el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos de Norteamérica. Analizando los grupos (pre y post comité) de pacientes por edad, sexo, categoría para la indicación de E.C., complicaciones neurológicas y mortalidad. Se comparó la morbimortalidad perioperatorias a 30 días, en base a los lineamientos publicados en 1995 (Guidelines for Carotid Endarterectomy A Statement for Healthcare Professionals From a Special Writing Group of the Stroke Council, American Heart Association 1). En pacientes sometidos a endarterectomía carotídea previo a la institución del comité intrahospitalario de endarterectomía carotídea y posterior a éste, se revisaron un total de 76 pacientes previos al comité con 84 procedimientos; 8 de lo cuales fueron bilaterales y 17 pacientes posteriores al comité con 17 procedimientos de E.C. analizando y comparando la morbimortalidad perioperatoria a 30 días.

La información obtenida de los protocolos del comité intrahospitalario de E.C. para la estandarización del proceso de atención de los pacientes y la revisión de privilegios a médicos y cirujanos, fue utilizada para elaborar las conclusiones y recomendaciones finales.

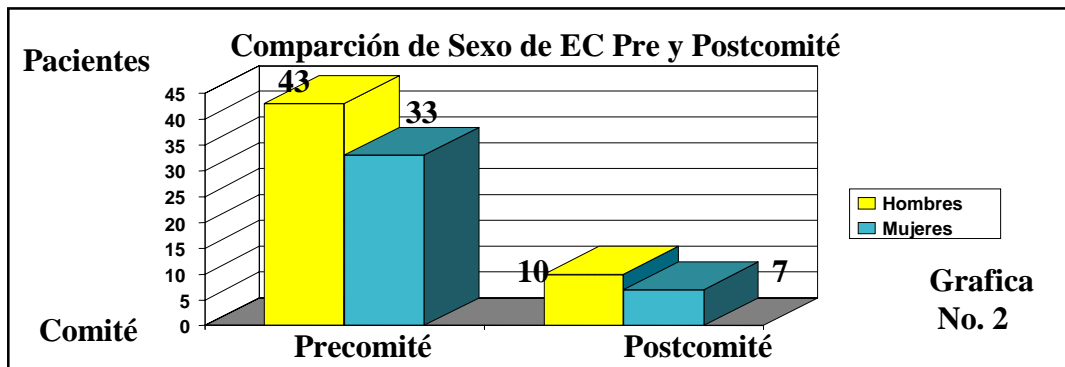
8. -Resultados

Nuestro estudio incluyó un total de 101 procedimientos de E.C. con un total de 76 pacientes y 84 procedimientos en el primer grupo, 43 hombres y 33 mujeres con edades comprendidas de 32 a

86 años; y 17 pacientes con 17 procedimientos en el segundo grupo de 10 hombres y 7 mujeres con edades comprendidas de 32 a 83 años. (Gráfica No. 1 y 2)

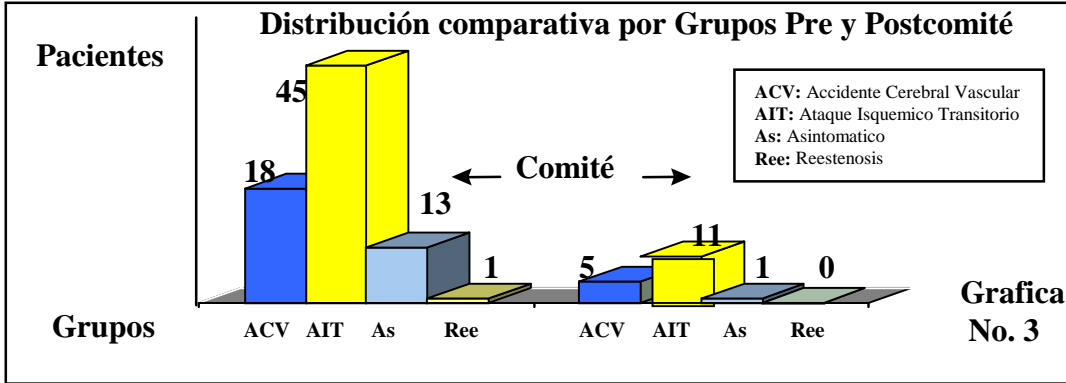


Grafica No. 1

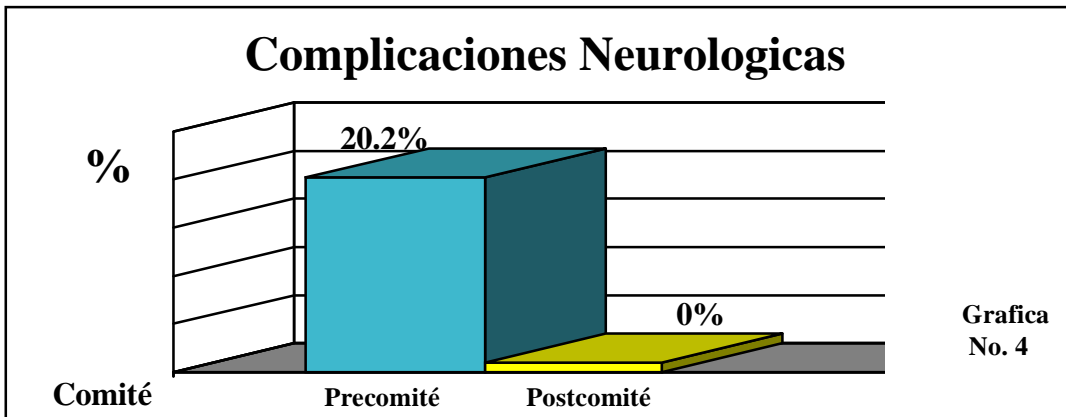


Grafica No. 2

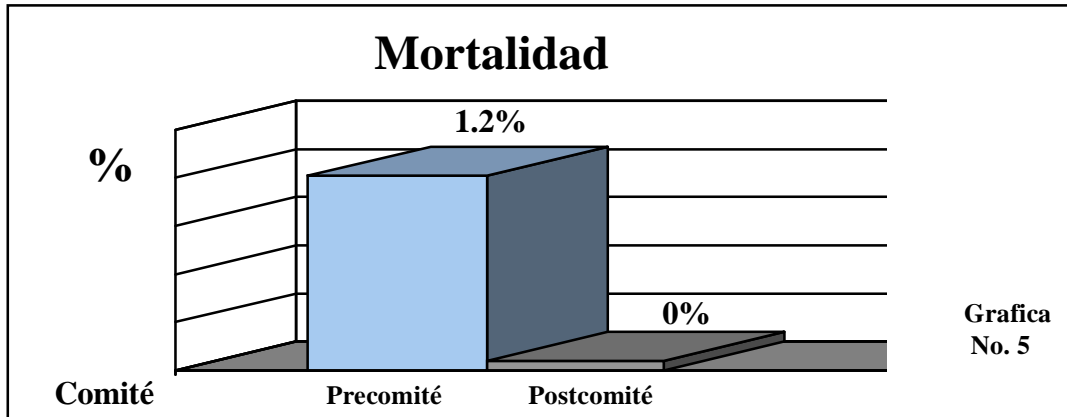
Los grupos se dividieron en 4 subgrupos de enfermedad; pacientes con accidente vascular cerebral (AVC), ataque isquémico transitorio (AIT), asintomático (As), y reestenosis(Ree). En el ACV previo se sometieron a EC antes del comité 18 y 5 pacientes postcomité, AIT 45 y 11 pacientes respectivamente, en el grupo As 13 y 1 paciente respectivamente y 1 caso de reestenosis 1 caso en el grupo de pacientes antes del comité de EC. (Gráfica No. 3)



La mortalidad encontrada en el grupo previo a nuestro comité fue de 1.2% y el grupo posterior al comité no se presentó ningún caso. (Gráfica No. 5)



En las complicaciones perioperatorias en el grupo previo encontramos 20.2% y ninguna complicación en el grupo posterior al comité 0% lo que nos da un valor de $P < 0.04$ con una confiabilidad de 95%. (Gráfica No. 4)



9. -Discusión

El estudio North America Symtomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) reportó un resultado en 1991 en el que los pacientes con estenosis severas (70-99%) mostraban una reducción en el riesgo a dos años de infarto ipsilateral de 26% en el grupo de manejo médico óptimo contra un 9% en el grupo de EC ($P < 0.001$) 14. La frecuencia de complicaciones peroperatorias fue 5.5%; sin embargo cuando se toman infartos severos y fatales, la frecuencia combinada fue 2.7% a los 30 días. En este estudio se concluyó la indicación de cirugía en este grupo de pacientes sintomáticos con isquemia cerebral transitoria e infartos menores. En 1998 se reportó el grupo con estenosis moderada del 30 a 69% que fueron seguidos por periodo de 5 años; en los pacientes que tenían estenosis 50 a 69% la reducción de infarto ipsilateral a la estenosis la reducción fue de 22% para el grupo médico comparado con 15.7% en grupo quirúrgico ($P < 0.045$), entre los pacientes con estenosis menores del 50% no existió diferencia significativa. Estos resultados significan que deberán de operarse 15 pacientes para prevenir un infarto comparado con 7 pacientes en grupo de estenosis severa. En pacientes con estenosis del 50 a 69% el beneficio fue sólo para hombres en grupo de infarto previo y para ambos sexos en isquemia cerebral transitoria. El riesgo fue para mayor para pacientes con diabetes, hipertensión y oclusión total contralateral. El estudio en pacientes asintomático con enfermedad carotídea ACAST demostró que en las estenosis carotídeas se justifica realizar la E.C. con estenosis mayores del 60% .

En el presente estudio se concluyen dos aspectos relevantes; el primero es que es posible reducir la morbimortalidad del procedimiento y el segundo son los factores críticos responsables de ésta, en los que se destacan una correcta selección del paciente y la habilidad del cirujano.

El desarrollo de un comité multidisciplinario para atender la enfermedad vascular cerebral en particular la E.C., resulta particularmente útil en la reducción de la morbimortalidad perioperatoria integrar a un equipo de trabajo a todos los médicos que participan en este proceso que es fundamental en el éxito de este tipo de programas.

En nuestro Hospital esto se ha logrado con éxito y en beneficio de nuestros pacientes proponemos las siguientes recomendaciones para el control de calidad :

- 1.-Integrar equipos de trabajo y desarrollar un comité de vigilancia.
- 2.-Auditar los resultados de los cirujanos para el otorgamientos de privilegios.
- 3.-Establecer los diagramas de flujo de atención para todo el personal.
- 4.- Implementar una escala de déficit neurológico para infarto cerebral.
- 5.-Definir todos los protocolos y los pasos clínicos que deberán seguirse.
- 6.-Medir resultados y corregir desviaciones.

10. -Bibliografía

- 1.-Moore WS, Barnett HJM, Beebe HG, Bernstein EF, Brener BJ, Brott T, Caplan LR, Day A, Goldstone J, Hobson RW II, Kempczinski RF, Matchar DB, Mayberg MR, Nicolaidis AN, Norris JW, Ricotta JJ, Robertson JT, Rutherford RB, Thomas D, Toole JF, Trout HH III, Wiebers DO. Guidelines for carotid endarterectomy: a multidisciplinary consensus statement from the Ad Hoc Committee, American Heart Association. Stroke. 1995;26:188-201.
- 2.-Gaunt ME, Smith JL, Ratliff DA, Bell PRF, Naylor AR. A comparison of quality control methods applied to carotid endarterectomy. Eur J Vasc Endovasc Surg. 1996;11:4-11.
- 3.-Moore WS, Mohr JP, Najafi H, Robertson JT, Stoney RJ, Toole JF.

Carotid endarterectomy: practice guidelines. Report of the Ad Hoc Committee to the Joint Council of the Society for Vascular Surgery and the North American Chapter of the International Society for Cardiovascular Surgery.

J Vasc Surg. 1992;15:469-479.

4.-Moore WS, Barnett HJ, Beebe HG, Bernstein EF, Brener BJ, Brott T, Caplan LR, Day A, Goldstone J, Hobson RW II, Kempczinski RF, Matchar DB, Mayberg MR, Nicolaides AN, Norris JW, Ricotta JJ, Robertson JT, Rutherford RB, Thomas D, Toole JF, Trout HH III, Wiebers DO.

Guidelines for carotid endarterectomy: a multidisciplinary consensus statement from the Ad Hoc Committee, American Heart Association.

Circulation. 1995;91:566-579.

5.-North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators:

Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high grade carotid stenosis.

N Engl J Med 1991;325:445-453.

6.-Goldstein LB, Moore WS, Robertson JT, Chaturvedi S:

Complications rates for carotid endarterectomy. A call for action.

Stroke 1997;28:889-890.

7.-McCrorry DC, Goldstein LB, Samsa GP, Oddone EZ, Landsman PB, Moore WS, Matchar DB:

Predicting complications of carotid endarterectomy.

Stroke 1993;24:1285-1291.

8.-Rothwell PM, Slattery J, Warlow CP:

A systematic review of the risks of stroke and death due to endarterectomy for symptomatic carotid stenosis.

Stroke 1996;27:260-265.

9.-McKinsey JF, Desai TR, Bassiouny HS, Pianno G, Spire JP, Zarins CK, Gewertz BL:

Mechanisms of neurologic deficits and mortality with carotid endarterectomy.

Arch Surg 1996;131:526-532.

10.-Hertzer NR, O' Hara PJ, Mascha EJ, Krajewski LP, Sullivan TM, Beven EG:

Early outcome assessment for 2228 consecutive carotid endarterectomy procedures: The Cleveland Clinic experience from 1989 to 1995.

J Vasc Surg 1997;26:1-10.

- 11.-Hannan EL, Popp J, Tranmer B, Fuestel P, Waldman J, Shah D.
Relationship between provider volume and mortality for carotid endarterectomies in New York State.
Stroke 1998;29:2292-2297.
- 12.-Riles TS, Imparato AM, Jacobowitz GR, Lamparello PJ, Giangola G, Adelman MA, Landis R.
The cause of perioperative stroke after carotid endarterectomy.
J Vasc Surg 1994;19:206-216.
- 13.-Fiorani P, Sbarigia E, Speziale F, Antonini M, Fiorani B, Rizzo L, Massucci M:
General anesthesia versus cervical block and perioperative complications in carotid artery surgery.
Eur J Vasc Endovasc Surg 1997;13:37-42.
- 14.-North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators.
Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis.
N Engl J Med 1991; 325: 445-453.
- 15.-Mayberg MR, Wilson SE, Yatsu F, et al.
Carotid endarterectomy and prevention of cerebral ischemia in symptomatic carotid stenosis.
JAMA 1991; 266: 3289-3294.
- 16.-Gasecki AP, Eliasziw M, Ferguson GG, Hachinski V, Barnett HJM, for the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) Group.
Long-term prognosis and effect of endarterectomy in patients with symptomatic severe carotid stenosis and contralateral carotid stenosis or occlusion: results from NASCET.
J Neurosurg 1995; 83: 778-782.
- 17.-Barnett HJM, et al.
Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis.
N Engl J Med 1998; 339: 1415-1425.
- 18.-Beebe HG, Clagett GP, DeWeese JA, et al.
Assessing risk associated with carotid endarterectomy.
Circulation 1989; 472-473.
- 19.-Chaturvedi S, Femino L.
Are carotid endarterectomy complication rates being monitored?

Neurology 1998; 50: 1927-1928.

20.-Moore WS, Vescera CL, Robertson JT, Baker WH, Howard VJ, Toole JF.
Selection process for surgeons in the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study.
Stroke 1991; 22: 1353-1357.

21.-Wong JH, Findlay JM, Suarez-Almazor ME.
Regional performance of carotid endarterectomy.
Stroke 1997; 28: 891-898.

ENFERMEDAD POR REFLUJO GASTROESOFÁGICO EN NIÑOS: UTILIDAD DE LAS MODALIDADES DIAGNÓSTICAS.

Luis A. Morales Garza*, Maria Teresa Sánchez Ávila, Estrella González Camid, Everardo Fernández Rangel, César Antonio Marrufo García, Aimeé Yazmín Ruiz Flores

El reflujo gastroesofágico es un fenómeno común que hasta fechas recientes había recibido poca atención. Sin embargo se ha enfatizado últimamente debido a su importancia clínica e histopatológica. Las técnicas de diagnóstico han progresado y permiten obtener diagnósticos más certeros y reproducibles. Además avances en otras áreas tales como la inmunología y la alergología permiten comprender mejor los mecanismos de su presentación clínica.

Este cuadro clínico se presenta en los niños de maneras muy variadas, que van desde un cuadro típico de reflujo gastroesofágico (RGE) manifestado por pirosis y regurgitación hasta manifestaciones atípicas pulmonares o extragastrointestinales. Dentro de esta sintomatología atípica en los niños se hallan los cólicos, en el lactante, dolor abdominal recurrente, alteraciones en la alimentación, síntomas respiratorios recidivantes, hematemesis, retraso en el crecimiento, irritabilidad y alteraciones en el sueño, entre otros.

Dado que esta es una patología recientemente estudiada no se conocen cifras de su incidencia/prevalencia en la edad infantil. Se conoce, sin embargo, que en la población general su incidencia es del 2 al 5%. Se sabe además que el 50% de todos los niños de dos meses de edad presentan regurgitaciones, pero en forma normal este porcentaje baja hasta solo un uno por ciento al año de vida. Un pequeño porcentaje de los niños pueden desarrollar RGE patológico (Enfermedad por reflujo gastroesofágico: ERGE) con esofagitis, estenosis esofágica, esófago de Barret, enfermedades respiratorias, apnea, alteraciones en el crecimiento. En adultos, por ejemplo, varias series reportan que hasta un 48 a 79% de los pacientes con RGE presentan esofagitis.

Nuestro estudio valoró la utilidad clínica de los estudios radiológicos, endoscópicos y pHmétricos para el diagnóstico de RGE, buscando identificar la sensibilidad y especificidad de estas pruebas en un grupo de 41 niños con sintomatología típica y atípica de RGE.

Palabras clave: Reflujo gastroesofágico, diagnóstico

Dr. Luis Morales Garza (lumorale@campus.mty.itesm.mx) y Dra. Maria Teresa Sánchez Ávila, profesores de Gastroenterología, del curso de la Especialidad de Medicina Interna, Escuela de Graduados de Medicina, División Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey. Hospital San José – Tec de Monterrey.

Everardo Fernández Rangel (everfernandez@hotmail.com) y César Antonio Marrufo García (camarrufo@hotmail.com), curso de especialidad en Medicina Interna, Escuela de Graduados de Medicina, División Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey. Hospital San José – Tec de Monterrey.

Estrella González Camid y Aimeé Yazmín Ruiz Flores, curso de especialidad en Pediatría, Escuela de Graduados de Medicina, División Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey. Hospital San José – Tec de Monterrey.

INTRODUCCIÓN

El RGE es un problema común que suele dar sintomatología variable en los niños, cuya causa rara vez se lograba identificar previamente al desarrollo de los actuales métodos de diagnóstico.

En México no se conocen series que revisen la sensibilidad y especificidad de estos métodos en la población infantil, por lo que reviste una gran importancia identificar estos datos en la serie de pacientes evaluados por los servicios de gastroenterología, medicina interna y pediatría del Hospital San José-TEC de Monterrey así como identificar la o las mejores combinaciones diagnósticas para el estudio de niños con síntomas típicos o atípicos que pudieran corresponder a RGE.

El reflujo gastroesofágico (RGE) es definido como la regurgitación del contenido gástrico al esófago, es una condición fisiológica común y autolimitada en los niños.

Un pequeño porcentaje de estos niños pueden desarrollar RGE patológico (Enfermedad por reflujo gastroesofágico: ERGE) con esofagitis, estenosis esofágica, esófago de Barret, enfermedades respiratorias, apnea, alteraciones en el crecimiento. La esofagitis llega a ser una enfermedad asociada al RGE en forma frecuente, llegando a estar presente hasta en un 48 a 79% de los pacientes con RGE.

La esofagitis no es solamente causada por RGE; también se consideran como causas de esofagitis a las causas químicas, inmunológicas, infecciosas, traumáticas. Puede ser manifestación de enfermedades sistémicas o tener una causa no aparente, catalogándose entonces como idiopática.

La panendoscopia consiste en la valoración de el tracto gastrointestinal superior (esófago/estómago/primeras porciones duodenales) mediante la introducción de una sonda equipada con fibra óptica flexible que permite la visualización directa de las estructuras internas y que además cuenta con varios puertos que permiten la realización de procedimientos al mismo tiempo. Esta sonda está diseñada en varios modelos y calibres dependiendo del paciente en quien vaya a ser utilizada.

Uno de estos procedimientos que pueden realizarse durante la realización de una panendoscopia es la toma de biopsias, lo cual se realiza con una pinza que muerde y secciona una porción de la mucosa para su estudio histopatológico posterior.

La clasificación endoscópica que utilizaremos para la clasificación de los grados de severidad de la esofagitis es la desarrollada en Francia por los doctores Savary y Miller.

<i>Clasificación endoscópica de esofagitis por reflujo de acuerdo a Savary y Miller:</i>
Grado 1: Una o varias erosiones en un solo pliegue mucoso
Grado 2: Múltiples erosiones en varios pliegues mucosos. Las erosiones pueden o no confluír
Grado 3: Erosiones rodeando la circunferencia esofágica
Grado 4: Ulcera(s), estrecheces, o acortamiento del esófago
Grado 5: Esófago de Barrett

La pHmetría es un método que permite la monitorización prolongada por un periodo de 12 o 24 horas mediante la inserción nasoesofágica de un catéter con sensores que permiten determinar y registrar el grado de acidez o alcalinidad en las porciones distales y proximales del esófago. Esto permite identificar alteraciones en el pH esofágico, su frecuencia, duración, su correlación clínica y puede utilizarse para realizar otras determinaciones. Se ha determinado que una disminución en el pH por debajo de 4 se considera patológica.

De manera similar, la manometría se realiza de forma similar con la inserción de una sonda nasoesofágica equipada con sensores que al ser conectados a transductores de presión permiten identificar variaciones en el tono de los diferentes segmentos esofágicos así como además permite evaluar la motilidad global y segmentaria del esófago.

Radiológicamente existen dos métodos diagnósticos que se utilizan para la valoración del RGE. Estos métodos son la gamagrafía y la serie esofagográfica.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se valoró la utilidad clínica de los métodos individuales para el diagnóstico de RGE así como de todos ellos en conjunto al identificar la sensibilidad y especificidad de estas pruebas en un grupo de niños con sintomatología típica y atípica de RGE.

Se revisó retrospectivamente la información de todos los estudios diagnósticos de RGE realizados en el Hospital San José – TEC de Monterrey durante 43 meses desde el 1° de Noviembre de 1997 hasta el 31 de Mayo de 2001 realizados en pacientes masculinos y femeninos menores de 18 años de edad. Los pacientes fueron evaluados por presentar tanto sintomatología típica de RGE como cuadros sintomatológicos atípicos o inespecíficos.

Los estudios incluyeron: Panendoscopías con o sin toma de biopsias, registros histopatológicos de estas muestras, estudios de imagen, pHmetrías y manometrías esofágicas.

La muestra se seleccionó en base a los registros de cada uno de estos procedimientos que se mantenían archivados en cada uno de los departamentos involucrados así como en los expedientes clínicos de cada paciente y constó de 41 niños a quienes se les realizó una panendoscopia, y a los cuales se aplicaron en varios casos otros métodos de estudio.

Se evaluaron 41 estudios endoscópicos con toma de biopsias esofágicas. Para la descripción endoscópica se utilizó la clasificación de Savary-Miller y para el diagnóstico histopatológico los criterios de Knuff T. et al (Dig Dis Sci 29:194-201. 1984). Los estudios endoscópicos se realizaron utilizando videoendoscopios FG2901 y FG2906 de Pentax Precision instruments Ltd.

Los estudios de pHmetría esofágica se realizaron por 24 hrs y se realizaron utilizando un Digitrapper MK III® (Synectics Medical), y un catéter con sensor de antimonio que fue colocado a la altura del tercer cuerpo vertebral, por arriba de la sombra de los hemidiafragmas. Esta posición fue verificada radiológicamente. El análisis del registro se realizó con el software Polygram para Windows (Synectics Medical). La prueba se consideró positiva cuando el score de DeMeester fue mayor a 14.72 y el índice sintomático mayor al 50%.

Los estudios de imagen incluyeron gamagrafías esofágicas y cine-esofagogramas. Para la gamagrafía se utilizaron fórmulas infantiles radiomarcadas con coloide de sulfuro de ⁹⁹Tc, con captación en cámara gamma a 10 segundos/cuadro, con tiempos de captación de 1-2 horas. Para el cine-esofagograma se utilizaron materiales baritados, con grabación en cine de 35 mm durante un promedio de 15 minutos de observación. Se definió al reflujo distal como nivel 1, al reflujo proximal como nivel 2 y al faríngeo como nivel 3.

Los datos obtenidos se vaciaron en hojas cálculo de Excel® (Microsoft Corp. 2000) y fueron procesadas con Analyse-It + General 1.62 (Analyse-it Software, Ltd.® 2000)

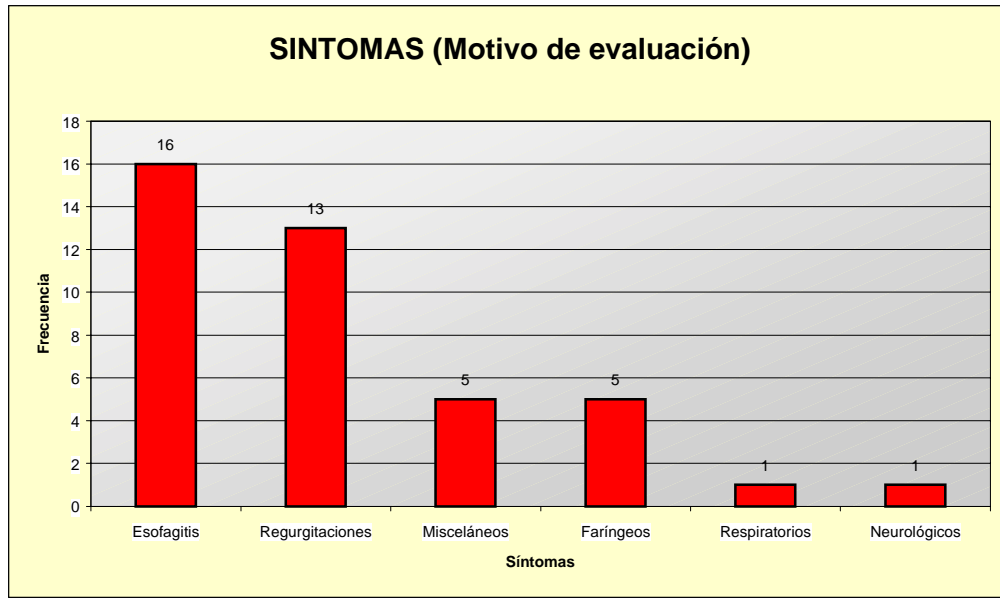
MATERIAL

- Expedientes clínicos
- Bases de datos de los departamentos de radiología y expedientes clínicos
- Videoendoscopios
- Sondas de pHmetría con sensores de antimonio
- Cámaras de cineesofagografía de 35mm
- Computadoras basadas en sistema operativo Windows (Microsoft Corp. 2000) que incluyeran Excel® (Microsoft Corp. 2000), Analyse-It + General 1.62 (Analyse-it Software, Ltd.® 2000) y/o Polygram para Windows (Synectics Medical).

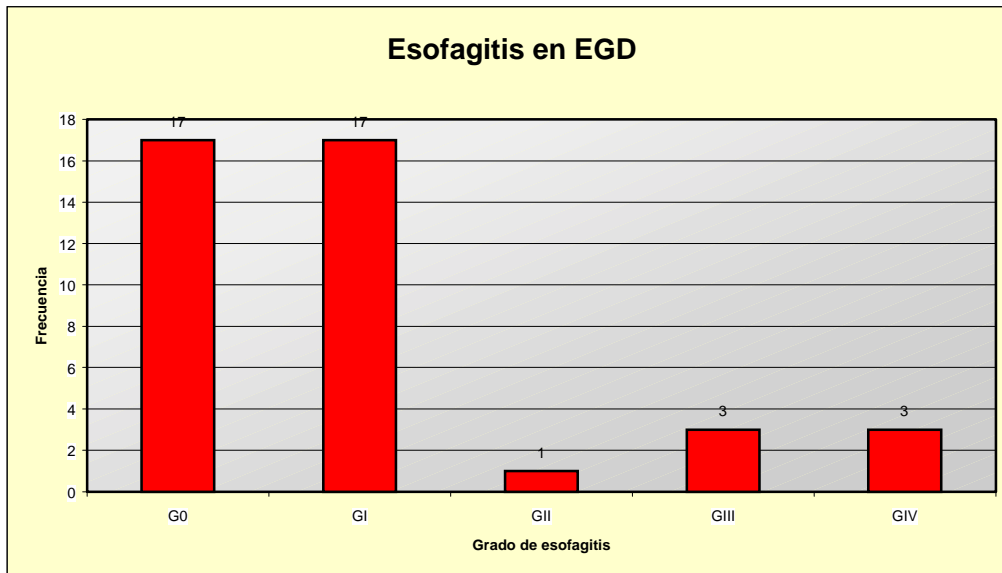
RESULTADOS

La población estudiada fue de 41 niños (24 femeninos y 17 masculinos) con edades entre 1 mes y 17 años de edad, con una mediana de 9 años. El motivo del estudio se muestra en la gráfica 1, siendo más frecuentes los síntomas asociados a esofagitis, seguido de regurgitaciones. Los hallazgos endoscópicos se muestran en la gráfica 2.

GRÁFICA 1. Motivo del estudio de los pacientes pediátricos.



GRÁFICA 2. Hallazgos endoscópicos de acuerdo a la clasificación Savary-Miller



Al comparar en los 41 pacientes los resultados del estudio endoscópico contra la biopsia, mostró una sensibilidad del 59%, una especificidad del 29 %, con un valor predictivo positivo (VPP) del 80% y un valor predictivo negativo (VPN) del 12%.

Al analizar separadamente el grupo de menores de 1 año, la sensibilidad disminuyó al 40%, con una especificidad del 25%, VPP 57% y VPN 14%. Mientras que en el grupo de mayores de un año la sensibilidad aumentó al 67%, con una especificidad del 33%, VPP 89% y VPN 11%.

TABLA 1: Visualización endoscópica (comparada contra resultado de biopsias)

	Global	< 1 año	> 1 año
Sensibilidad	59%	40%	67%
Especificidad	29%	25%	33%
VPP	80%	57%	89%
VPN	13%	14%	11%

Del grupo de 41 niños, 16 tenían estudios radiológicos (gamagrafía o cine-esófagograma). Las edades de estos 16 niños fluctuaban entre 8 meses y 17 años, con una mediana de 2 años. El motivo más frecuente de estudio fueron los síntomas asociados a esofagitis, seguido por aquellos relacionados al reflujo y en tercer lugar los faríngeos.

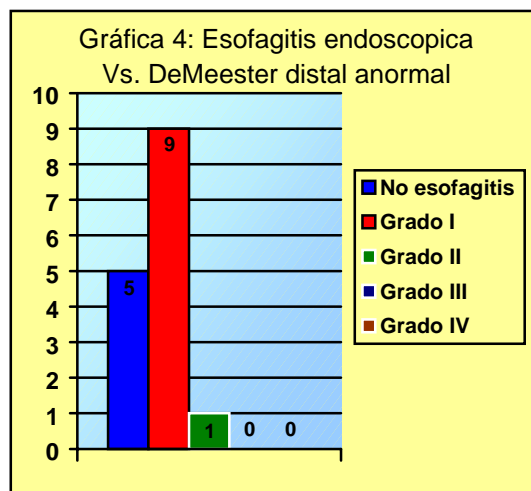
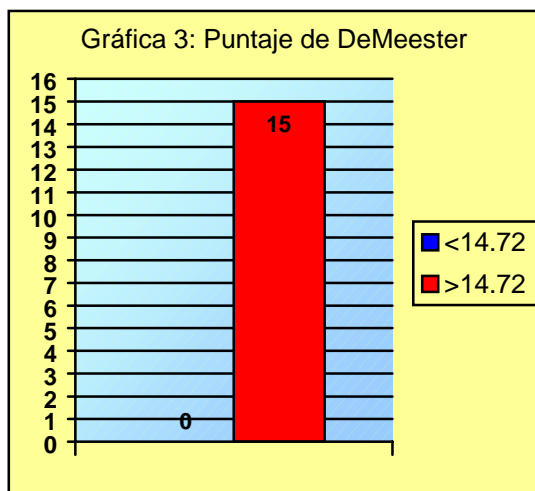
TABLA 2: Estudios radiológicos (comparados contra resultado de biopsias)

Resultado anormal radiología (RGE)	Esofagitis por Biopsia		
	Si	No	Total
Si	5	6	11
No	3	2	5
Total	8	8	16

Al comparar el resultado anormal por radiología contra la biopsia, mostró una sensibilidad del 62.5%, especificidad del 25%, con un valor predictivo positivo (VPP) del 45% y un valor predictivo negativo (VPN) del 40%, en forma global.

Del grupo de pacientes se realizó pHmetría esofágica de 24 horas a 15 de ellos. Sus edades fluctuaron entre 1 mes y 17 años, con una mediana de 12 meses. El motivo más frecuente de estudio fueron los síntomas respiratorios (44%) seguido por los asociados a esofagitis o regurgitación.

En 15 pacientes (100%) el puntaje de DeMeester distal fue anormal (Gráfica 3). La correlación con la endoscopia mostró que en 5 pacientes (33%) no había esofagitis; en 9 pacientes (60%) había una esofagitis grado I y una esofagitis grado II en 1 paciente (7%) (Gráfica 4).



CONCLUSIONES

En nuestra serie de pacientes la sensibilidad del diagnóstico de esofagitis por EGD fue del 58%, con una especificidad del 28%, y un VPP de 80% Vs un VPN del 12%

Dado que la ERGE en el niño, sobre todo menor de 1 año tiene una presentación diferente a la de otros grupos de edad y que la endoscopia diagnóstica depende de la experiencia del médico que la realiza, ante la baja sensibilidad y especificidad del procedimiento en nuestro medio, se justifica la realización de biopsias esofágicas aún en los casos donde visualmente no se evidencie la presencia de esofagitis.

En aquellos casos donde el paciente rehusa la realización de una endoscopia puede realizarse un estudio de imagen (esofagograma o gamagrafía) dado que la correlación de estos estudios con la presencia de RGE es buena.

Se recomienda, sin embargo, realizar EGD en todos aquellos pacientes en quienes se contemple posteriormente la realización de un procedimiento quirúrgico antireflujo con la finalidad de visualizar directamente la anatomía.

La pHmetría con monitorización distal esofágica es más sensible y específica para la determinación de presencia de RGE que la realización de biopsias durante EGD.

REFERENCIAS

1. Vandenas Y, et al. Reflux esophagitis in infants and children: A report from the working group on gastroesophageal reflux disease of the European Society of Paediatric Gastroenterology and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1994; 18: 413-422.
2. Friesen CA, Zwick DL, Streed CJ, Zalles C, Roberts CC. Grasp biopsy, suction biopsy, and clinical history in the evaluation of esophagitis in infants 0-6 months of age. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1995; 20: 300-304.
3. Whittington PF, Whittington GL. Eosinophilic gastroenteropathy in childhood. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1988; 7: 379-385.
4. Black DD, Haggitt RC, Orenstein SR, Whittington PF. Esophagitis in infants: Morphometric histological diagnosis and correlation with measures of gastroesophageal reflux. *Gastroenterology.* 1990; 98: 1408-1414.
5. Rajan E. Endoscopic and histologic diagnosis of Barrett esophagus. *Mayo Clin Proc.* 2001; 76(2): 217-225.
6. Antunes MM. Esophageal intra-abdominal ultrasonographic in children with gastroesophageal reflux: correlation between endoscopic and histopathologic data. *Arq Gastroenterol.* 1998; 35(4): 292-299.
7. Nijhawan PK. Endoscopic mucosal resection for lesions with endoscopic features suggestive of malignancy and high-grade dysplasia within Barrett's esophagus. *Gastrointest Endosc.* 2000; 52(3): 328-332.
8. Csendes A. Prevalence of Helicobacter pylori in 190 control subjects and in 236 patients with gastroesophageal reflux, erosive esophagitis or Barrett's esophagus. *Dis Esophagus.* 1997; 10(1): 38-42.
9. Orenstein SR, Izadnia F, Khan S. Gastroesophageal reflux disease in children. *Gastroenterology clinics.* 1999; 28(4): 947-965.

10. Gupta SK, Fitzgerald JF, Chong SKF, Croffie JM, Collins MH. Vertical lines in distal esophageal mucosa (VLEM): a true endoscopic manifestation of esophagitis in children? *Gastrointest Endosc.* 1997; 45(6): 485
11. Orenstein SR. Gastroesophageal reflux. *Peds in Rev.* 1999; 20(1): 24-28
12. Hassal E, et al. Omeprazole for treatment of chronic erosive esophagitis in children : A multicenter study of efficacy, safety, tolerability and dose requirements. *J Pediatr.* 2000; 137(6): 1-13.
13. Cucchiara S, et al. Predictive value of esophageal manometry and gastroesophageal pH monitoring for responsiveness of reflux disease to medical therapy in children. *Am J Gastroenterol.* 1996; 91(4): 680-684
14. Hassal E. Columnar-lined esophagus in children. *Gastroenterol Clin.* 1997; 26(3) : 533-548.
15. Fonkalsrud EW, Ashcraft KW, Coran AG, Ellis DG, Grosfeld JL, Tunell WP, Weber TR. Surgical treatment of gastroesophageal reflux in children: a combined hospital study of 7467 patients. *Pediatrics.* 1998; 101(3 pt 1): 419-422
16. Hasall E. Antireflux surgery in children: time for a harder look. *Pediatrics.* 1998; 101(3): 467-468
17. Biller JA, Winter HS, Grand RJ, Allred EN. Are endoscopic changes predictive of histologic esophagitis in children? *J Pediatr.* 1983; 103: 215-218
18. Colletti RB, Christie DN, Orenstein SR. Indications for pediatric esophageal pH monitoring: A medical position statement of the North American Society for Pediatric Gastroenterology and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1995; 21: 253-262
19. Gilger MA, Boyle JT, Sondheimer JM, Colletti RB. Indications for pediatric esophageal manometry: A medical position statement of the North American Society for Pediatric Gastroenterology and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1997; 24: 616-618
20. Squires RH, Colletti RB. Indications for pediatric gastrointestinal endoscopy: A medical position statement of the North American Society for Pediatric Gastroenterology and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1996; 23: 107-110.
21. Kastka DA, Rustgi AK. gastroesophageal reflux disease and Barrett' s esophagus. *Med Clin N Am.* 2000; 84(5): 1-25
22. MetzDC, Kroser JA. Helicobacter pylori and gastroesophageal reflux disease. *Gastroenterol Clin.* 1999; 28 (4): 971-982
23. Hillemeier AC. Gastroesophageal reflux, diagnostic and Therapeutic Approaches. *Pediatr Clin N Am.* 1996; 43 (1): 197-209
24. Brandt AGO, Vil St, Bensoussan AL, Blanchard H. Diagnosis and treatment of gastroesophageal reflux in 500 children with respiratory symptoms: the value of pH monitoring. *J pediatr Surg.* 1991; 23(3): 299-300
25. Kawahara H, Dent J, Davidson G. Mechanisms responsible for gastroesophageal reflux in children. *Gastroenterology.* 1997; 113, 399-408
26. Hillemeier Ac, lange R, Mccallum R; et al. Delayed Gastric Emptying in Infants with gastroesophageal reflux. *J. Pediatr.* 1981; 98(2): 190-193

INCOMPETENCIA DEL ESFINTER ESOFAGICO INFERIOR Y DISMOTILIDAD ESOFAGICA EN REFLUJO GASTROESOFAGICO.

Gutiérrez–Jiménez Pedro, Sánchez-Avila Maria Teresa, Morales-Garza Luis Alonso, Aguirre-Mar David, Sánchez-Avila JF, Giasi-González Eduardo.

1.Introducción

El papel de barrera del esfínter esofágico inferior (EEI) y la composición del contenido gástrico refluído han sido bien establecidos en la patogénesis del reflujo gastroesofágico (RGE) y sus complicaciones (2). Se empieza a considerar que el aclaramiento esofágico es otro factor mayor determinante en la exposición del esófago al contenido gástrico. El aclaramiento esofágico depende principalmente de la motilidad esofágica. Sin embargo la relación entre la motilidad inefectiva del cuerpo esofágico (DME) con la incompetencia del esfínter esofágico inferior (IEEI) y la exposición ácido del esófago esta pobremente definida (1). Nuestro objetivo en este trabajo es determinar la frecuencia de IEEI y la DME en sujetos con Enfermedad por Reflujo Gastroesofágico (ERGE).

2.Metodología

Se incluyeron los pacientes que de manera consecutiva fueron evaluados de agosto de 1997 a julio de 1999 en el Laboratorio de Motilidad Gastrointestinal del Hospital San José Tec de Monterrey por síntomas de RGE y que fueron estudiados mediante la realización de manometría esofágica y pHmetría esofágica ambulatoria de 24 horas en que obtuvieron puntajes de DeMeester anormales (>14.72). Se excluyeron los pacientes con trastornos motores esofágicos primarios, enfermedades de la colágena, trastornos neuromusculares, neuropatía diabética y/o alcoholismo crónico. Ambos estudios se realizaron después de una noche de ayuno, y suspensión 72 horas antes de todos medicamentos que intervinieran con la función motora esofágica o secreción ácida del esófago. Para la realización de la manometría se utilizó una sonda de polietileno (Synectics) con 4 puertos de presión, separados entre sí por 5 cm, de orientación radial, perfundida por agua destilada por una bomba y conectado a un aparato de registro de presión con interfase para computadora. La medición de la presión, longitud y localización del esfínter esofágico inferior (EEI) se obtuvo con la técnica de extracción por etapas (station pull-through) cada 1 cm, con los 4 micro transductores. La peristalsis esofágica se evaluó colocando al microtransductor distal de presión a 3 cm por arriba del EEI y con 10 degluciones de 5 ml de agua, con intervalo de 30 segundos entre cada una. La presión del EEI se midió al final de la espiración, promediando el valor obtenido por cada uno de los microtransductores.

Pedro Gutiérrez–Jiménez Departamento de Medicina Interna, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

Teresa Maria Sánchez-Ávila Departamento de Gastroenterología, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

Luis Alonso Morales-Garza Departamento de Gastroenterología, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

David Aguirre-Mar Departamento de Cirugía, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

JF Sánchez-Ávila , Hospital Vall D´Hebrón, Barcelona, España

Eduardo Giasi-González, Departamento de Medicina Interna, Escuela de Graduados en Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM campus Monterrey

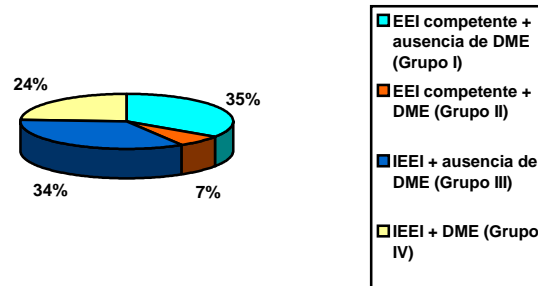
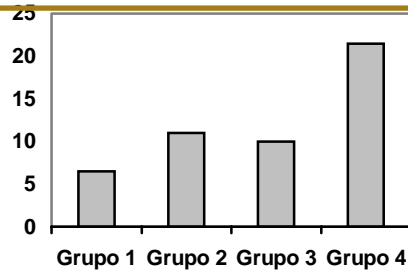
La longitud del EEI se determinó usando el microtransductor distal y se obtuvo midiendo la distancia entre el borde inferior y superior del EEI, determinada por los cambios de presión que ocurren al pasar el catéter del estómago al esófago. La localización del EEI se estableció con base en la identificación de punto de inversión respiratoria (PIR), considerando como segmento intra abdominal a la distancia entre el borde inferior del EEI al PIR, y con segmento intra torácico a la distancia entre el PIR y el borde superior del EEI. La amplitud de las contracciones esofágicas se midió desde la línea de presión en reposo del cuerpo esofágico al pico máximo de presión que ocurre con cada deglución. La velocidad de propagación de las contracciones se obtuvo al dividir la distancia existente del inicio de la onda de contracción registrada con el micro transductor proximal y el inicio de la contracción registrada con el micro transductor distal (15 cm) entre el tiempo en el que ocurren las contracciones. La amplitud se determinó al promediar las amplitudes de las contracciones que se obtuvieron en las 10 degluciones. Se consideraron como contracciones simultáneas aquellas que tuvieron una velocidad de propagación de cero. Para el análisis se definió la incompetencia del EEI como una presión basal menor de 10 mmHg del EEI y así como uno de los siguientes criterios: 1) una longitud total del EEI menor 2 cm y/o 2) un segmento intra abdominal con longitud menor a 1 cm. La dismotilidad esofágica se definió como la presencia de: Ondas peristálticas menores de 30 mmHg (30%) en el tercio distal, u ondas simultáneas mayores al 10% ó 3 o más ondas no transmitidas. La pHmetría esofágica ambulatoria de 24 horas se efectuó con un electrodo de cristal colocado 5 cm por arriba del EEI y un equipo Digitrapper marca Synectics. Se determinó el puntaje de DeMeester y la fracción de tiempo con pH < 4 tomándose como anormal un puntaje >14.72 para el primero y un porcentaje >4 para el segundo. Se utilizó estadística descriptiva y la comparación entre grupos mediante pruebas no paramétricas (Analyze-it para Microsoft Excel, Analyze-It Software Ltd, UK).

3. Discusión y Resultados

Se estudiaron 29 pacientes con ERGE y edades de 12 a 51 años (mediana 31); 16 (55.17%) fueron hombres y 13 (44.83 %) mujeres. El rango del tiempo de evolución fue de 0.5 a 15 años (mediana: 3.5). Se encontró IEEI en 17 pacientes (58.62 %), EEI competente en 12 (41.38 %). Nueve pacientes (31.03%) tuvieron DME y el resto presentaban motilidad esofágica normal (68.97%). De los pacientes con DME, en 7 (24.14%) se asoció a IEEI. En este subgrupo, la mediana de la fracción del tiempo con pH <4 fue mayor que en los otros subgrupos (21.5%). La frecuencia de los grupos y su correlación con la fracción de tiempo pH < 4 se muestran en la gráfica 1. El índice de DeMeester fue significativamente mayor en aquellos pacientes que presentaban la asociación de IEEI + DME [71 (21-126) vs 31.5 (17-40), p=0.033]. Los resultados se muestran en la gráfica; Grupo 1: EEI competente y ausencia de DME, Grupo 2: EEI competente + DME, Grupo 3: IEEI y ausencia de DME y Grupo 4: IEEI + DME.

4. Conclusiones

La anormalidad motora más frecuente fue la IEEI. La frecuencia de DME fue mayor en pacientes con IEEI. Un mayor tiempo de exposición a ácido se encontró en quienes tienen DME asociada a IEEI, sin alcanzar significancia estadística (*p=0.06); una vez considerada de manera integral el índice de DeMeester, la diferencia entre grupos fue estadísticamente significativa. La importancia del reflujo crónico con relación a un EEI incompetente como causa de DME aún esta por definirse.



Referencias

1. Valdovinos MA, Flores C, Facha MT, Koller J. Manometria esofágica y reflujo gastroesofágico. Incompetencia del esfínter esofágico inferior o dismotilidad esofágica? *Rev Gastroenterol Mex*, Vol. 64 Núm. 1, 1999:16-18
2. Rakic S, Stein HJ. Esophageal body dysfunction in gastroesophageal reflux disease. *Functional foregut disorders*. 1998: 58-65 Quality medical publishing.
3. Fuchs KH, DeMeester TR, Hinder RA, Stein HJ, Barlow AP, Gupta NC. Esophageal diseases. *Ann Surg*. Vol. 213, No. 1 January 1991:13-20
4. Gulchin AE, Kahrilas PJ. Clinical applications of esophageal manometry and pH Monitoring . *Am J Gastroenterology*, Vol. 91, No. 6, 1996:1077-1089.
5. Shah R, Camacho-Lobato L, Katz PO, Castell DO. Graduate Hospital Philadelphia, PA. *Gastroenterology*, Vol 116, No 4 April 1999: A 1014, G4406
6. DeMeester TR, Wang CI, Wernly JA, et al. Technique, indications, and clinical use of 24-hour esophageal pH monitoring. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 79: 656-670.

DEXAMETASONA PREVIO A LA INDUCCIÓN DE REMISIÓN EN NIÑOS CON LEUCEMIA LINFOBLÁSTICA AGUDA *DE NOVO*.

Manuel López Hernández, Martha Alvarado Ibarra, José De Diego Flores, José Rafael Borbolla Escoboza, Ángel Fomperoza Torres, Rosa M., Jiménez Alvarado, Mauricio González Avante M, Elvira Trueba Christy, Claudia Medina Meza.

En el presente estudio se evaluó del rol de la dexametasona en pacientes jóvenes con LLA. Tratamos nuestros pacientes menores de 20 años de edad con el protocolo de quimioterapia MSK-NY-II con o sin 4 días de dexametasona $10\text{mg}/\text{m}^2\text{SC}/\text{día}$ antes de la quimioterapia. Se realizaron aspirados de médula ósea los días 0, 14, 28 en ambos grupos de estudio. RESULTADOS: De 1996-2000, 95 pacientes fueron incluidos en el estudio, 52 en el grupo que recibió dexametasona (DEX) y 43 en otro grupo al cual no se le administró el quimioterápico (NODEX). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a edad, sexo, presencia de masa abdominal, conteo inicial de leucocitos y distribución de células B/T. Hubieron significativamente más varones en el grupo (DEX), el porcentaje de blastos en los días 14 fueron significativamente menores en el grupo DEX ($p = 0.0004$). No hubo diferencia estadísticamente significativa en la remisión (95.5 vs. 95.2%, $p = 0.7$) ni en la muerte durante la inducción a la remisión ($p = 0.81$) entre los grupos DEX y NODEX. Asimismo no hay diferencia estadísticamente significativa en la sobrevida libre de enfermedad que fue mejor en el grupo de pacientes DEX ($p = 0.7$). CONCLUSIONES: La dexametasona usada por cuatro días antes del MSK-NY-II reduce significativamente el porcentaje de blastos en pacientes menores de 20 años de edad. Asimismo pero no en forma significativa, la dexametasona incrementa la sobrevida libre de enfermedad en éste grupo, la dexametasona no incrementa la toxicidad en estos pacientes con LLA.

Palabras clave: dexametasona, quimioterapia, sobrevida libre de enfermedad.

José Rafael Borbolla Escoboza, Director Asociado de Investigación Clínica, Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud, División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey. jrborbol@campus.mty.itesm.mx

Ángel Fomperoza Torres, Estudiante de Medicina, Universidad Veracruzana, campus Poza Rica. fomperoza20@hotmail.com.

Manuel A. López Hernández, Martha Alvarado Ibarra, José De Diego Flores, Rosa M., Jiménez Alvarado, Mauricio González Avante M, Elvira Trueba Christy, Claudia Medina Meza, Servicio de hematología, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, México DF.

1. Introducción.

La leucemia linfoblástica aguda infantil (llamada también leucemia linfocítica aguda o LLA) es una enfermedad en que se encuentran linfocitos inmaduros (linfobláastos) en grandes cantidades en la sangre y médula ósea. Tiene una incidencia máxima hacia los 4 años de edad. La leucemia linfoblástica aguda es la neoplasia más común de la niñez, algunos niños con ciertas anomalías cromosómicas tienen particular riesgo de desarrollar LLA. Padecimientos como síndrome de Down, síndrome de Bloom, anemia de Fanconi y ataxia teleangiectásica, tienen un mayor riesgo que la población general para desarrollarla. Algunos casos pueden ser relacionados con la herencia o adquiridos por mutación del oncogen p53. Los subtipos inmunológicos se basan en el origen de los linfobláastos leucémicos y en su estadio de diferenciación. Aunque los blastos leucémicos sólo expresan inmunoglobulinas en su superficie en menos del 2% de los pacientes, el 80% han demostrado ser originadas en las células B.

Los primeros síntomas de la LLA pueden ser similares a los de la gripe o cualquier otra enfermedad común, incluyendo fiebre que no desaparece, sentir dolor en los huesos o las articulaciones. Los pacientes con LLA presentan frecuentemente signos y síntomas por un incontrolado crecimiento de células leucémicas en médula ósea, órganos linfoides y otros sitios de diseminación extramedular, resultando en grados variados de anemia, trombocitopenia y granulocitopenia que puede manifestarse en cansancio y fatiga, petequias, púrpura o hemorragia y fiebre. Los sitios más comunes de diseminación extramedular son hígado, bazo y ganglios linfáticos, la hepato-esplenomegalia, que ocurre aproximadamente en dos tercios de los pacientes, y la linfadenopatía clínicamente son detectables en más de la mitad de los casos, y cursan usualmente asintomáticas.

Los síntomas pueden presentarse en pocos días o hasta varias semanas antes que se haya hecho el diagnóstico. La naturaleza no específica de los signos y síntomas ocasionalmente conduce a retrasar el diagnóstico. Las LLA pueden simular una variedad de desórdenes, Por ejemplo, las artralgias originadas por infiltración leucémica de las articulaciones pueden ser confundidas con artritis reumatoide juvenil u osteomielitis, en raros casos la LLA puede presentarse con inusuales manifestaciones de anemia aplásica o hipereosinofilia.

Entre los hallazgos hematológicos arriba del 90% de los pacientes con LLA, existen evidentes anomalías hematológicas al momento del diagnóstico, estas usualmente reflejan el grado en el cual la médula ósea normal es reemplazada por células leucémicas. La anemia está presente en el 80% de los casos, es usualmente normocítica y normocrómica y se acompaña con un bajo recuento de reticulocitos,. En aproximadamente el 80% de los pacientes, el conteo inicial de leucocitos es elevado, y en más del 25% de los casos es $>50\,000/\text{mm}^3$ en el diagnóstico los pacientes con conteo elevado de leucocitos al momento del diagnóstico tienen peor pronóstico.

A pesar del elevado conteo de leucocitos al diagnóstico, muchos pacientes presentan severa neutropenia (<500 granulocitos/ mm^3) y existe severo riesgo de una seria infección. La disminución del número de plaquetas (trombocitopenia) es extremadamente común. Más de tres cuartos de los pacientes

presentan conteo de plaquetas menor de $100,000/\text{mm}^3$ sólo aproximadamente un tercio de los pacientes poseen un conteo plaquetario de $<50,000/\text{mm}^3$ al momento del diagnóstico. Aunque las petequias y las púrpuras estén presentes en muchos pacientes, las hemorragias severas son inusuales en las etapas iniciales, aun cuando el conteo de plaquetas sea menor de $20,000/\text{mm}^3$, a menos que haya fiebre, infecciones, o una coagulopatía acompañante, como coagulación intravascular diseminada, están también presentes.

La terapia para niños recién diagnosticados usualmente incluye cuatro componentes: inducción de la remisión, intensificación, continuación y tratamiento para el sistema nervioso central.

El *children's cancer group* ⁽¹⁾ en estableció algunos criterios pronóstico para la LLA en un estudio donde 158 niños con leucemia linfoblástica aguda no tratada de abril de 1972 a junio de 1978 fueron analizadas con el objetivo de predecir su pronóstico. Fue un análisis de multivarianza realizado para determinar la relación entre las características y la duración de la sobrevida del paciente. Las siguientes características fueron analizadas: conteo inicial de leucocitos, edad al diagnóstico, nivel de hemoglobina normal, conteo inicial de hemoglobina, conteo inicial de plaquetas, sexo, organomegalias y régimen de tratamiento que fue provisto. Un pronóstico favorable sólo fue visto en pacientes con conteo inicial de leucocitos menor de $50,000/\text{mm}^3$, con edad al comienzo entre 2 y 6 años, sin esplenomegalia, y con niveles de hemoglobina entre 5 y 10 g/dL. Las contribuciones más significativas entre los diversos factores pronósticos fueron conteo inicial de leucocitos (p menor que 0.001) y la edad al diagnóstico (p menor que 0.01) ⁽²⁾. Usando técnicas de multivarianza encontraron factores independientemente y significativamente podían predecir el tiempo de sobrevida. Usando los mejores factores pronósticos de edad al diagnóstico y conteo inicial de leucocitos, fue establecida una fórmula para predecir el tiempo de supervivencia, y fueron clasificados todos los casos de LLA como de riesgo estándar y de alto riesgo.

El empleo de dexametasona, por vía endovenosa, cuatro días antes de iniciar la quimioterapia de inducción a la remisión, en leucemias agudas linfoblásticas de pacientes menores de 20 años, incrementa la reducción de blastos en el día 14 de la inducción y disminuye la frecuencia de recaídas a largo plazo.

Los objetivos del presente estudio fueron conocer la influencia de la dexametasona utilizada durante cuatro días antes de la inducción a la remisión del protocolo Memorial Sloan-Kettering New York II (MMSKII) en la remisión y sobrevida libre de evento en pacientes menores de 20 años con LLA de *novo*.

2. Metodología

En el presente estudio se incluyeron pacientes menores de 20 años con LLA de *novo*, sin insuficiencias orgánicas graves, de riesgo intermedio o alto según los criterios del Children's Cancer Group. Una rama recibió dexametasona (DEX) a $10\text{mg}/\text{m}^2\text{SC}/\text{día}$ vía intravenosa por 4 días (-4 a -1), seguida de la inducción según MMSKII (día 0); la otra rama (NODEX) sólo recibió la inducción MMSKII. Se realizó aspirado de médula ósea al diagnóstico, en el día 0 (DEX), 14 y 28 (ambas ramas). El tratamiento postremisión fue idéntico en ambas ramas: semejante al MMSKII.

3. Resultados y discusión

El presente estudio abarcó el periodo de 1996-2000, en el cual se incluyeron 95 pacientes. La distribución fue de 52 y 43 enfermos (DEX y NODEX). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.24$) en las siguientes variables: edad, frecuencia y tamaño de visceromegalias, masa abdominal, infiltraciones (mediastino, sistema nervioso central o testículo), inmunofenotipo y leucocitos iniciales. Predominó el sexo masculino y las variedades L1 y L3 en la rama DEX ($p > 0.01$). Se realizó el inmunofenotipo en 75 enfermos.

Los blastos en los días 14 y 28 fueron menores en la rama DEX ($p < 0.004$). La remisión se alcanzó en 95.5% para la rama DEX y 95.2% para NODEX ($p = 0.63$). Las defunciones durante la inducción fueron 4 vs 1 ($p = 0.81$) y las totales fueron 12 vs 5 ($p = 0.18$); las recaídas 2 vs 10 ($p = 0.004$). En la rama DEX hubo una recaída mieloide y una en el sistema nervioso central; en la rama NODEX la proporción fue 9 a 1.

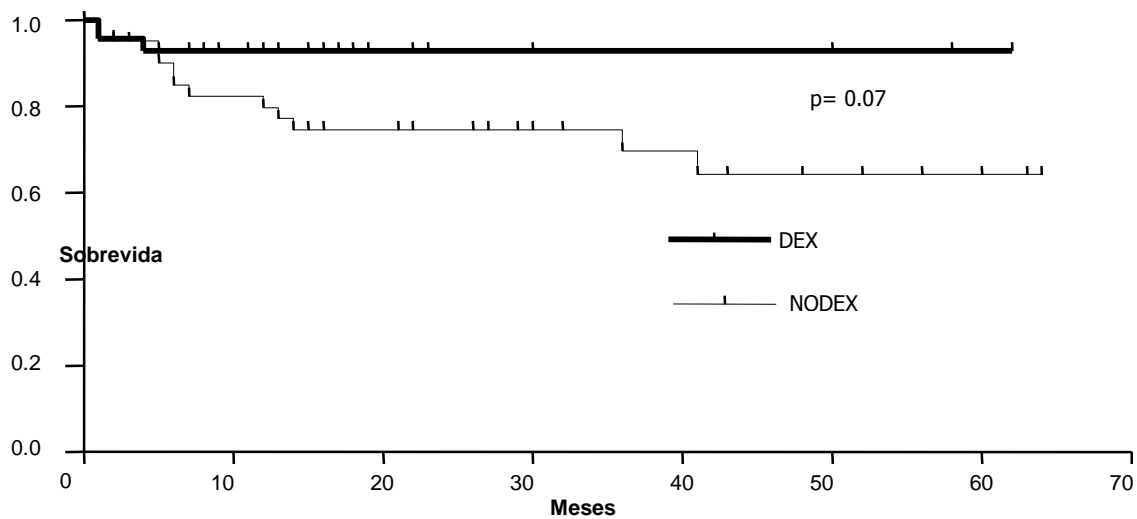
Nuestros resultados fueron similares a los reportados por Gurgey et al en donde utilizando un esteroide durante la quimioterapia para la inducción a la remisión mejora el tiempo de sobrevivida libre de evento, particularmente en pacientes de alto riesgo según los criterios de Children's Cancer group.

Variable	DEX	NODEX	p
Edad (media)	8.2	7.7	0.66
Sexo (f/m)	17/35	26/17	0.01
Masa abdominal	4	1	0.48
Leucocitos x 10 ⁹ /L	46	56	0.61
Inmunofenotipo (B/T)	36/6	27/6	0.88

Tabla 1. Algunos datos iniciales de interés pronóstico en ambos grupos.

Variable	DEX	NODEX	p
Blastos % (media: día 14)	6.6	9.5	0.004
Remisiones %	95.5	95.2	0.70
Defunciones	4	11	0.81
Recaídas	2	10	0.01

Tabla 2. Resultados terapéuticos. Sólo se incluyen las defunciones ocurridas durante la fase de inducción.



Gráfica 3. Probabilidad de sobrevida libre de enfermedad.

4. Conclusión

La dexametasona usada antes de la inducción establecida en el protocolo MSKII reduce significativamente la cantidad de blastos en el día 14 del tratamiento y disminuye la frecuencia de recaídas. No se incrementa la morbimortalidad.

5. Referencias

1. Hyroshi Y, Fujimoto T, Kuriya N, OTAN Y, Mibu K, Yanai M, Sacia K, et al. Prognostic factors in children with acute lymphoblastic leukemia. Part I: Univariate análisis. Children's Cancer and Leukemia Study Group. Jpn J Clin Oncol 1985;15:3-12.
2. Hyroshi Y, Fujimoto T, Kuriya N, OTAN Y, Mibu K, Yanai M, Sacia K, et al. Prognostic factors in children with acute lymphoblastic leukemia. Part I: Univariate análisis. Children's Cancer and Leukemia Study Group. Jpn J Clin Oncol 1985; 15:13-23
3. Yetgin S, Gurgey A, Tuncer AM, Cetin M, Ozbek N, Sayli T, et al. A comparison of the effect of high-dose methylprednisolone with conventional dose prednisolone in acute lymphoblastic leukemia patients with randomization. Leuk Res 1998;22:485-93.

FACTORES PRONÓSTICOS EN PACIENTES CON TRASPLANTE DE CÓRNEA DE ALTO RIESGO

Carmen Piñeyro Garza, Alejandro Rodríguez García

Introducción

Con excepción de las transfusiones sanguíneas, el Trasplante de Córnea, es el trasplante de tejido con mayor éxito, que alcanza una sobrevida a 2 años mayor del 90%, sin embargo, esto no ocurre en pacientes trasplantados considerados de alto riesgo, y esta sobrevida disminuye hasta un 35 – 65 %. (1,2,14)

Los pacientes que son considerados de alto riesgo, son aquellos que presentan factores que inducen un rechazo alógrafico o que provocan una falla secundaria del tejido. El rechazo alógrafico es la causa más común de falla del trasplante, ocurre después de que el botón donante permanece claro por al menos un período de 10 a 14 días después de la cirugía. Tiene una incidencia de un 12 % en los casos no complicados que aumenta hasta un 50 – 70% en los casos de alto riesgo. (1,13). La Falla Secundaria ocurre debido a problemas oculares ya existentes en el recipiente o subsecuentes al trasplante. Las causas más comunes son: infección, glaucoma, recurrencia de distrofias, traumatismo. (1,12,18)

Las características consideradas de alto riesgo las podemos agrupar en aquellas que toman en cuenta el estado del ojo recipiente (trasplante ipsilateral previo, vascularización estromal, cicatrización conjuntival, sinequias anteriores del iris entre otras) y en aquellas que toman en cuenta los factores del huésped (trasplante contralateral, transfusiones sanguíneas, embarazo previo, desatención y pobre seguimiento clínico). (1-6, 11,13,14, 17-22).

Nuestro objetivo fue conocer los factores de riesgo que afecta la sobrevida de las córneas trasplantadas en pacientes considerados de alto riesgo

Metodología

En este estudio evaluamos pacientes con trasplante de córnea desde 1996 hasta la fecha, incluyendo a todos aquellos pacientes que presentaron

factores de alto riesgo que pudieran llevar a una falla del trasplante, excluyendo a los que no los presentaron, y eliminando a los que no siguieron el tratamiento indicado.

Los factores que consideramos de alto riesgo en este estudio fueron: vascularización estromal \geq a 2 cuadrantes, trasplantes múltiples, trasplantes bilaterales, enfermedad inflamatoria ocular y sinequias anteriores del iris.

Resultados

Se evaluaron un total de 68 pacientes que correspondieron a 84 ojos trasplantados, de estos, 41 (60.2%) pacientes igual a 57 (67.8%) ojos fueron considerados trasplantes de córnea de alto riesgo, siendo ligeramente más frecuente en mujeres en mujeres con un total de 22 y 19 hombres, con una mediana de edad de 41 años con un rango de 11 - 88 años, y una mediana de seguimiento de 19 meses con un rango desde 5 meses hasta 48 meses. Nuestro período de estudio es de 4 años. Las indicaciones quirúrgicas se muestran en la Tabla 1.

De los 57 ojos trasplantados, 35 tuvieron un buen resultado y 22 fracasaron. De estos, la mitad fue debido a rechazo alógrafico, y la otra mitad a falla secundaria.

Los factores de riesgo que contribuyeron a un rechazo alógrafico fueron: Vascularización estromal \geq 2 cuadrantes, trasplante previo, trasplante bilateral, enfermedad inflamatoria ocular y sinequias anteriores del iris.

Los factores de riesgo que contribuyeron a falla secundaria fueron:

Queratitis microbiana, glaucoma secundario y queratoconjuntivitis sicca debido a un Síndrome de Sjögren muy severo

De los 35 ojos con resultado exitoso, 6 (17.1%) presentaron al menos un episodio de rechazo alógrafico, siendo en su totalidad revertidos.

De los pacientes que presentaron opacidad corneal permanente 9.7% de ellos no cumplieron con el manejo indicado, por lo que fueron excluidos de este estudio

Tabla 1. Indicaciones Quirúrgicas

	No. de ojos
Rechazo Alográfico previo	7
Queratitis Herpética	6
Queratitis Bacteriana	6
Sd. Sjögren severo	5
Trasplantes bilaterales	4
Queratoconjuntivitis vernal con queratocono	4
Falla Secundaria previa	4
Queratitis intersticial	3
Distrofia de Lattice	3
Uveítis anterior por IOL	3
Quemadura Térmica	2
Quemadura con álcali	2
Descemetocèle	2
Queratoconjuntivitis atópica	2
Úlcera neurotrófica	1
Pars planitis	1
Sd. VKH	1
Queratopatía bulosa severa con sinequias anteriores 360°	1
Total	57

Discusión

Este estudio enfatiza la importancia de conocer los factores de riesgo que provocan una falla del trasplante, ya que así se puede plantear de una manera más adecuada el procedimiento quirúrgico y su seguimiento clínico (7-10). Debido a que el rechazo alógrafico es un rechazo de tipo inmunológico, se han hecho varios estudios en Inglaterra, Holanda, Estados Unidos y Canadá que respaldan los beneficios de realizar pruebas de Histocompatibilidad del donador y el recipiente en pacientes de alto riesgo. Sin embargo, estudios recientes hechos en Estados Unidos demuestran que estas pruebas de Histocompatibilidad no tienen beneficio cuando se da un tratamiento de esteroides con dosis altas y un seguimiento clínico cercano (2,13). Nosotros observamos que al tener un seguimiento clínico cercano, pudimos detectar a tiempo episodios de rechazo alógrafico para su tratamiento y reversión, así como problemas que en un momento dado llevarían a una falla del trasplante.

Conclusiones

La tasa promedio de sobrevida de la córnea donante en este estudio alcanzó un 61.4 %, lo que se asemeja mucho a lo reportado en la literatura. (1)

Los factores más frecuentes que contribuyeron a rechazo alográfico fueron:
Rechazo alográfico previo y vascularización estromal ≥ 2 cuadrantes

Los factores más frecuentes que contribuyeron a falla secundaria fueron :
Queratitis microbiana y glaucoma secundario

El éxito en la sobrevida y permanencia de la función visual de la córnea trasplantada depende en gran medida de:

El conocimiento detallado de los factores de alto riesgo, un buen planteamiento quirúrgico, un adecuado seguimiento clínico, la detección oportuna de problemas y su tratamiento en el periodo post-operatorio

Referencias

1. Wilson, S, Kaufman, H. Graft Failure After Penetrating Keratoplasty. Survey of Ophthalmology 1990; 34: 325-356.
2. Stark, W, Taylor, H, Blas, W, Maumenee, E. Histocompatibility (HLA) antigens and keratoplasty. Am J Ophthalmol 1978; 86:595-604.
3. Soong, H, Schwartz, A, Meyer, R, Sugar, A. Penetrating keratoplasty for corneal scarring due to herpes zoster ophthalmicus. British J Ophthalmol 1989; 73: 19-21

4. Fong, L, Ormerod, L, Kenyon, K, Foster C. Microbial Keratitis Complicating Penetrating Keratoplasty. *Ophthalmology* 1988; 95: 1269-1276
5. Reed, J, Joyner, S, Knauer, W. Penetrating Keratoplasty for Herpes Zoster Keratopathy. *Am J Ophthalmol* 1989; 107: 257-261
6. Foulks GN, Sanfilippo F. *Am J Ophthalmol*, 94; 1982
7. Jackson, W. B. Current Concepts and new Techniques in Corneal Transplantation. *Am Academy of Ophthalmology* 2000; course 252
8. Ficker, L., Kirkness, C., Rice, N., Steele, A. The Changing Management and Improved Prognosis for Corneal Grafting in Herpes Simplex Keratitis. *Ophthalmology* 1989; 96: 1587-1596
9. Tseng, S. Corneal Transplantation and Ocular Surface Disorders and Reconstruction. *Am Academy of Ophthalmology* 2000; course 252
10. Krachmer, et. Al. *Advances in Donor Tissue Storage. Cornea. Mosby* 1997, 511
11. Sutphin, JE. Indications and Contraindications for Penetrating Keratoplasty

12. Boruchoff, SA. Penetrating Keratoplasty. Conjunctiva, Cornea and Sclera. Cap. 18, 325-336

13. Foulks, GN, Niederkorn, JY, Sanfilippo, F. Corneal Allograft Rejection

14. Gottsch, JD, Jakobs, FM, Stark, WJ. Regrafting. Special Situations in Keratoplasty

15. Soong, HK. Corneal Graft Rejection: Diagnosis, Treatment, Prevention

16. Holland, EJ, Croasdale, CR. Epithelial Transplantation for the Management of Severe Ocular Surface Disease

17. Lanier, JD. Ocular Herpes Simplex and Herpes Zoster. Special Situations in keratoplasty

18. Newton, C., Burk, LL. Glaucoma. Special Situations in Keratoplasty

19. Aquavella, JV, Karbassi, M. Long-Term Results of Penetrating Keratoplasty. Special Situations in Keratoplasty

20. Ginsberg, SP, Brightbill, FS. Central Corneal Thinning and Perforation. Special Situations in Keratoplasty

21. Onclinx, TM, Faktorovich, EG, Mondino, BJ. Peripheral Corneal Disease with Thinning. Special Situations in Keratoplasty

22. Rao, GN, Garg, P, Sridhar, MS. Penetrating Keratoplasty in Infectious Keratitis. Special Situations in Keratoplasty

LAS RELACIONES INTERNACIONALES Y LA NEGOCIACION INTERNACIONAL

El conflicto en Chechenia: ¿Es posible una negociación efectiva?

Pablo Thelman Sánchez Ramírez • Campus Ciudad de México

Negociaciones diplomáticas: ¿El arte de lo posible?

Susana Chacón Domínguez • Campus Ciudad de México

Las enseñanzas del caso Pinochet

Carlos Sola Ayape • Campus Ciudad de México

RELACIONES INTERNACIONALES: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

La guerra fría y el nuevo orden mundial: Conflictos, seguridad y paz internacional

Mónica González • Campus Ciudad de México

Soberanía nacional: La comisión de defensa conjunta entre México y E.E.U.U. (1940-1942)

Susana Chacón • Campus Ciudad de México

El caso paradigmático de las imágenes del enemigo: Las relaciones Estados Unidos-URSS

Marco Antonio González Pérez • Campus Estado de México

El Conflicto en Chechenia ¿es posible una negociación efectiva?

Prof. Pablo Thelman Sánchez Ramírez *

El conflicto en Chechenia resulta bien representativo dentro del contexto de la Federación Rusa al convertirse en un factor decisivo y prioritario en los asuntos de la política interna y externa del Kremlin. Con la llegada al poder de Mijail Gorbachov y el inicio de las reformas de reestructuración soviética el conflicto checheno resurge con renovada energía en la palestra política de la URSS. La propia política de Glasnost promovida en el marco de la perestroika soviética facilita el estallido de los conflictos étnicos y de las demandas separatistas en casi todo el territorio de la Unión Soviética. Muchas cuestiones han ido cambiando a lo largo de los noventa en la política de Rusia –heredera principal de la Unión Soviética-; sin embargo, la estrategia del Kremlin en relación con el diferendo ruso-checheno ha demostrado que si bien se han modificado importantes prioridades y lineamientos en relación con los países postsoviéticos y las propias regiones rusas, aún se mantienen fuertes rezagos de la política soviética respecto a la supremacía y el control de Moscú en relación con sus regiones y territorios donde predomina la población de origen no ruso.

A pesar de los numerosos acuerdos de paz negociados a lo largo de estos años entre la Federación Rusa y Chechenia, ninguna de las partes parece satisfacer las demandas de la otra en un diferendo que, más que étnico, religioso e incluso territorial se va convirtiendo en un conflicto de carácter mayormente político y económico.

Antecedentes históricos

Con el derrumbe de la Unión Soviética, los conflictos interétnicos, territoriales, religiosos y políticos comenzaron a representar una constante en el panorama euroasiático.

* Profesor del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México y del Sistema de Universidad Abierta, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM.

La República de Chechenia se dio a conocer en el marco internacional luego de hacer patente sus aspiraciones independentistas y sus reiteradas negativas de desacato al poder central ruso. Sin embargo, ya desde la época zarista, los chechenos habían sostenido una enconada lucha contra los generales del zar. Mansur Ushurma (1785-1791), y el imán Shamil (1834-1859) encabezaron la rebelión antirusa.

Después del triunfo de la Revolución Socialista de Octubre (1917), los rusos comienzan a interesarse en Chechenia a causa de los yacimientos petrolíferos que existían en Grozni. Hasta aquel momento, los chechenos aún constituían una sociedad mayormente feudal, sin los visos de modernización económica y social que Moscú intentaba exportar. En 1920, los soviéticos incorporan el territorio a la Unión Soviética al suprimir el Emirato del Cáucaso Norte en el que los chechenos participaban junto al resto de los pueblos de la región.

En 1922 se proclamó la provincia Autónoma Chechena, y en 1936 se organizó en República Autónoma junto con la nación ingushi. Al inicio de la Segunda Guerra Mundial, entre los dos pueblos sumaban apenas 500,000 habitantes. Esta formación fue disuelta por decreto de Stalin en 1944 bajo el pretexto de que ambos grupos nacionales habían colaborado con las tropas nazis, por lo que una porción del territorio ingushi se anexó a la vecina república de Osetia del Norte y buena parte de los ciudadanos fueron deportados al Asia Central.

En el año 1957, durante el Gobierno de Nikita Jruschov, se restableció la República Checheno-Ingushetia. Los chechenos y otros grupos caucásicos fueron considerados como naciones rehabilitadas, muchos regresaron a su república, pero la desintegración sufrida por estos pueblos fue tan profunda, que aún hasta el momento actual ha resultado imposible lograr la cohesión plena, situación que se ha visto agudizada a causa de la inestabilidad militar y política en esa región del Cáucaso.

Durante el exilio forzoso de los chechenos, ingushetios y daguestanos, las autoridades soviéticas se encargaron de suprimir todo vestigio de religión islámica en la región. Fueron cerradas más de 800 mezquitas y 400 colegios religiosos. Sólo hasta el año 1978, aún en la era de Leonid I. Brezhnev, las autoridades soviéticas permitieron la reapertura de unas 40 mezquitas en los territorios del Cáucaso Norte.¹

Durante los años del poder soviético y hasta el Gobierno de Nikolai Chernienko (1917-1985) los conflictos étnico-nacionales y los diferendos territoriales se mantuvieron controlados por parte del poder político, militar e ideológico soviético y fundamentalmente ruso.

Con la política de *perestroika* y *glasnost*, los focos de tensión que durante décadas habían permanecido aparentemente neutralizados pero no eliminados, resultaron estimulados ante el desorden que se iba gestando y por el hecho de que las autoridades soviéticas subvaloraban las consecuencias que podrían acarrear estos desórdenes.²

Ya para el mes de noviembre de 1991, Chechenia proclamó su independencia de Rusia y Dudayev se convirtió en el primer Presidente checheno con un gran apoyo popular, al obtener el 85% de los votos en las elecciones. Este proceso inauguró una nueva etapa en el conflicto ruso-checheno al alegar Moscú invalidez jurídica al acto de soberanía y al considerar el Presidente Dudayev esta reacción del Kremlin como una declaración de guerra a la naciente república. Las posibilidades de establecer algún proceso de negociación fue rechazado desde el inicio por la parte rusa. El Kremlin asumía posiciones de poder y rechazaba cualquier posibilidad de establecer alguna comunicación por la vía política con la contraparte.

¹ Damrel, David, "The Religious Roots of Conflict: Russia and Chechnya", *Religious Studies News*, Arizona, Septiembre 1995, Vol. 10, no.3, p. 10.

² En el año 1990, aparece en la plataforma política regional un nuevo líder checheno, Dzhajar Dudayev, un militar soviético veterano de la guerra en Afganistán y que había sido Comandante en Jefe de la base de bombarderos nucleares en Estonia (1987-1990). Ya para 1991, Dudayev era diputado y presidente del Comité Ejecutivo del "Congreso Nacional del Pueblo Checheno" y mantiene una postura contraria al control del Kremlin y de Gorbachov pero conciliadora respecto a Yeltsin y al Gobierno ruso.

En mayo de 1992, la Federación Rusa aceptó firmar con los dirigentes chechenos un acuerdo en el que se compromete con la retirada de las tropas rusas de la zona y la distribución equitativa de los arsenales desplegados en ese territorio. Desde 1991, la posición del presidente checheno era iniciar conversaciones con el Kremlin para normalizar la crisis en la región y buscar el apoyo de Moscú ante el avance de las fuerzas opositoras en el territorio caucásico, pero la situación de caos político que se vivía en Rusia impidió la celebración de las negociaciones.

Desde el inicio del conflicto la oposición contaba con apoyo financiero y material de Rusia, pero sólo hasta finales de noviembre de 1994 se lleva a cabo la intervención directa del ejército ruso en los enfrentamientos armados.

La invasión al territorio checheno había sido concebida por los rusos para que durase sólo unas pocas semanas y no causara bajas civiles o militares, pero finalmente se extendió por casi dos años –en su primera etapa- y arrojó cuantiosas pérdidas humanas y materiales.

Causas del conflicto

En el conflicto de Chechenia subyacen factores objetivos y subjetivos que van, desde las premisas económicas y políticas hasta las religiosas y étnicas.

Según el Tratado de la Federación Rusa (marzo 1992), Chechenia es una de las 20 repúblicas autónomas que existen en la Federación y que forman parte de los 89 sujetos integrantes de la entidad federativa. Para lograr su independencia plena, una república debe obtener el voto mayoritario de las dos Cámaras del parlamento ruso y llevar a cabo un referéndum en todo el territorio de la federación. Sin embargo, Chechenia no llegó a firmar el Tratado de la Federación y a diferencia de otras repúblicas como Tatarstán, Bajorstán y Kabardino-Balkaria ni siquiera aceptó establecer un tratado especial con la Federación Rusa.

El Gobierno de Yeltsin utilizó la justificación de las presuntas violaciones de los derechos humanos de la población de origen ruso en el territorio checheno como motivo fundamental para llevar a cabo la invasión a ese territorio y eludir las negociaciones que la contraparte habría estado dispuesta a entablar desde el inicio. Asimismo, el Kremlin argumentó el peligro que significaba para la estabilidad de toda Rusia el hecho de que Chechenia se había convertido en un estado mafioso donde imperaba el desorden y la violación a las leyes de la Federación.

En el aspecto económico, por Chechenia pasan las comunicaciones con Azerbaidzhán y sus oleoductos más importantes tienen sus terminales en los puertos del Mar Negro. En este sentido, Chechenia desempeñaba un importante papel en la región debido a que desde su territorio se envían grandes cantidades de recursos energéticos que abastecen todo el sur de Rusia y la calidad del petróleo y sus derivados es muy alta.

El Caúcaso Norte es una zona de especial interés para la seguridad estratégica de Rusia pues delimita parte de su frontera sur con países islámicos como Turquía, Irán, Azerbaidzhán con los cuales las relaciones bilaterales no se han caracterizado siempre por ser estables y amistosas.

La cuestión religiosa constituye otro factor a tomar en cuenta en el conflicto ruso-checheno.

El factor del resurgimiento islámico en Chechenia y sobre todo de su vertiente fundamentalista ha complicado mucho más la situación para Rusia teniendo en cuenta la cercanía de este territorio con los países musulmanes y su presunta identificación con su sistema político y religioso.³ Por otra parte, la aparente aceptación de estas normas por parte de la población local es un factor a tomar en cuenta, pues incluso los chechenos no musulmanes consideran al islám como una parte integral de la tradición nacional y de las tradicionales luchas nacionales contra la dominación rusa en la región. Todo esto viene a

³ Se consideran en más de 20 millones las personas que profesan la religión islámica y que viven dentro de las fronteras de la Federación Rusa.

complicar aún más las posibilidades reales de negociaciones entre ambas partes. Sin embargo, el factor religioso no constituye la cuestión medular del conflicto.

Intentos de negociaciones en la primera guerra ruso-chechena de 1994-1996

La estrategia rusa para hacer frente al primer conflicto checheno estuvo caracterizada por la miopía política y el empleo de métodos de presión poco eficaces que fueron desde el embargo económico y las exportaciones de petróleo hasta el incentivo a las confrontaciones internas entre las fuerzas políticas del territorio. Finalmente, se impuso la vía armada, que lejos de convertirse en una solución al conflicto, provocó un enfrentamiento aún mayor entre las partes y un desgaste político y militar paulatino de las fuerzas beligerantes.

Durante todos esos años fueron varios los líderes rusos que intentaron mediar en el conflicto para lograr una solución negociada al mismo. Podemos citar al ex-presidente del Parlamento ruso, Ruslán Jasbulatov (de origen checheno) y al ex-Primer Ministro ruso, Víctor Chernomirdin, quien desempeñara un papel decisivo en la firma del acuerdo militar suscrito el 23 de julio de 1995 entre los Presidentes de las dos repúblicas. En dicho encuentro, B. Yeltsin reiteró las posiciones favorables de Moscú a que Chechenia tuviera su propia policía, parlamento y el no reclutamiento de los jóvenes chechenos en el ejército de Rusia. Sin embargo, se reiteró la negativa rusa para que la república tuviera una política exterior y de defensa independientes.

A partir de fines de 1995 y durante 1996 el conflicto checheno fue agudizado y se convirtió en un serio problema para Rusia quien acrecentó su presencia militar en el área. El Kremlin toma como pretexto la inestabilidad e inseguridad de sus fronteras para no dar cumplimiento a los acuerdos de START II suscrito anteriormente por ellos mismos.

El conflicto armado en Chechenia sólo hasta 1996, había causado 90 mil bajas, de las cuales 60 mil fueron entre la población civil y 30 mil soldados, así como 270 mil heridos y 250 mil refugiados.⁴

⁴ Declaración Oficial del Kremlin, *Cables Itar-Tass*, septiembre 5, 1996.

El Presidente ruso en su lucha por la reelección como Jefe de Estado en junio de 1996, cambia su estrategia de fuerza hacia el diferendo e intenta presentarse como pacificador de un conflicto que desde el principio había provocado. Luego de resultar reelecto Presidente de Rusia, Yeltsin desaparece prácticamente del escenario político por varios meses a causa de sus problemas de salud quedando la cuestión chechena olvidada y sin una previsible solución.

En agosto de 1996, los rebeldes chechenos controlaban el 90% del territorio de la república y se alzaban como los *relativos* vencedores en el conflicto que había tenido tan altos costos humanos, políticos, materiales y morales para el Kremlin.

Sin lugar a dudas, el acuerdo de paz firmado en agosto de 1996⁵ por el Secretario del Consejo de Seguridad Ruso, Alexander Lebed⁶ y el Jefe del Estado Mayor Checheno, Aslam Masjadov, fue el más importante alcanzado desde que se iniciara el conflicto.⁷ Lo más trascendental del cuestionado tratado de paz fue sin duda la aceptación por la parte chechena de prorrogar por cinco años la posibilidad de alcanzar su independencia plena y el hecho de haber aceptado esta condición en momentos en que el conflicto se desenvolvía muy favorablemente para estas fuerzas separatistas fue ventajoso para el Kremlin. Sin embargo, este acuerdo fue objeto de severas críticas por parte del Parlamento y Gobierno rusos que llegó incluso a poner en duda su legitimidad al alegar que el mismo equivalía a admitir la derrota de Moscú en Chechenia.⁸

⁵ Dicho acuerdo estableció la rápida retirada de las tropas rusas de la capital chechena, la creación de un gobierno de coalición con la participación de los separatistas chechenos y pospuso hasta fines del año 2001 la definición del estatuto político de la república, con la posibilidad de convocar para esa fecha un referéndum. El Kremlin tuvo que reconocer a los separatistas como la única autoridad en la república y aceptar que los dirigentes chechenos eran la única fuerza capaz de garantizar la seguridad del territorio.

⁶ Alexander Lebed ha participado en otras negociaciones de paz en Azerbaidzhán, Georgia y Dniéster, república moldava separatista en la que encabezó el decimocuarto Ejército ruso.

⁷ Solamente en el transcurso de 1996 fueron rubricados cuatro pactos de paz entre Moscú y la cúpula separatista chechena. Ver *El Universal*, agosto 23, 1996, p. 1.

⁸ Ver Svante Cornell, "The Unruly Caucasus", *Current History*, octubre 1997, p. 345.

El Consejo de la Federación aprobó el 9 de octubre de 1996 la Declaración que consideraba como inadmisibles la separación de Chechenia de Rusia.⁹ En estas posturas críticas y opuestas al acuerdo de paz y a la figura de A. Lebed estaba presente el factor político y la lucha por el poder interna en Rusia que desde ese momento adquiriría matices mayores ante la posible renuncia del recién reelecto Presidente ruso por problemas de salud. La figura de A. Lebed gozaba en ese momento de mucho respaldo entre la ciudadanía rusa y existían amplios sectores políticos interesados en cambiar esa situación.

Como resultado de las elecciones presidenciales de 1997, el jefe de estado de las fuerzas armadas chechenas, Aslam Masjadow, ganó con relativa comodidad la contienda electoral. El resultado de estas elecciones calificadas como democráticas por los organismos internacionales que participaron como observadores abrió la posibilidad de llevar adelante la negociación política prevista en el acuerdo de agosto de 1996.¹⁰

En el mes de mayo de 1997, fue firmado finalmente un acuerdo formal de paz entre las dos partes, en el cual Rusia flexibilizaba su tradicional posición respecto a Chechenia, pero sin llegar a reconocer su independencia plena y total como reclamaban los chechenos y rechazaba el uso de la fuerza para la solución de las disputas bilaterales. Este compromiso ruso a mediano plazo fue más bien una posposición del aspecto medular del conflicto y Moscú mantuvo su posición de no reconocer *de jure* la independencia de la república y desde la óptica del Kremlin, Chechenia seguía siendo parte de Rusia, aún y con su estatuto especial.

El 18 de agosto de 1997, Yeltsin y el nuevo Presidente de la República chechena, A. Masjadow celebraron su primer encuentro oficial y acordaron la creación de una comisión conjunta para establecer un tratado que tomara en cuenta el carácter de las futuras

⁹ *El Universal*, octubre 3, 1996, p. 1; octubre 4, 1996, p. 2; octubre 15, 1996, p. 2; *Excelsior*, octubre 8, 1996, p. 2.

¹⁰ La Organización para la Seguridad y la Cooperación en Europa (OSCE) envió observadores de 18 estados del continente y consideró que las elecciones presidenciales en Chechenia se habían desarrollado de una manera satisfactoria. Ver "Quel statut pour la Tchéchénie?", *Le Monde Diplomatique*, marzo 1997, p. 15.

relaciones bilaterales. Muchos consideraron que el mencionado acuerdo bilateral establecería una nueva era en las relaciones ruso-chechenas, pero ¿qué ocurre después?

Segunda Guerra ruso-chechena (1999-2001)

La ocupación en agosto de 1999 de varias aldeas de Daguestán –república colindante con Chechenia- por un grupo islámico ¹¹ y los atentados con bombas contra edificios en Moscú que dejaron cerca de 300 muertos civiles y que fueran achacados a grupos nacionalistas radicados en Chechenia supuestamente vinculados con organizaciones terroristas islámicas dieron carta blanca al Kremlin para desplegar la segunda guerra ruso-chechena. ¹² Sin embargo, analistas rusos y extranjeros han coincidido en señalar que la campaña en Chechenia fue orquestada deliberadamente por el Kremlin para llevar a Putin al poder y algunos llegan a afirmar que los servicios de inteligencia militares rusos estuvieron involucrados en las explosiones. ¹³

La segunda guerra ruso-chechena ha sido calificada por Moscú como un combate contra las fuerzas del terrorismo y los extremistas islámicos. ¹⁴ Sin embargo, es evidente la búsqueda de una revancha por parte de los militares rusos ante la vergonzosa derrota sufrida en la guerra anterior (1994-1996), así como la exacerbación y manipulación de los sentimientos nacionalistas de la sociedad rusa por parte de la élite política del Kremlin en vísperas de las elecciones. El Primer Ministro Vladimir Putin no establece contactos con el gobierno democráticamente electo de A. Masjadov para intentar una negociación con los rebeldes chechenos. Era necesaria y útil políticamente para el clan de Yeltsin una guerra de ese tipo habida cuenta de que hasta ese momento el movimiento opositor “Nuestra Patria- Rusia” dirigido por Evgueni Primakov y Yuri Luzhkov era el favorito para ganar las elecciones parlamentarias de diciembre de 1999. La vía más segura para

¹¹ Según las declaraciones del ex-Primer Ministro ruso S. Stepashin al periódico alemán *Frankfurter Rundschau*, Rusia preparó su segundo ataque a Chechenia medio año antes de concretarse el asalto de los rebeldes islámicos a Daguestán. Ver *El Universal*, febrero 22, 2000.

¹² *El Financiero*, septiembre 24, 1999, p. 47 (internacional).

¹³ Boris Kagarlitsky, analista y periodista ruso publicó sus acusaciones contra los órganos de la seguridad rusa en el periódico *Novaya Gazeta* en el mes de enero del 2000. Ver Geoffrey York, “War in Chechnya may be the result of a power play within the Kremlin”, *The Globe and Mail*, Canadá, febrero 3, 2000.

¹⁴ En la más reciente intervención de Putin ante los diplomáticos rusos el 26 de enero del 2001 para presentar las prioridades de la política exterior del país para el presente año, se señaló al terrorismo internacional y el fundamentalismo como unas de las principales amenazas para la estabilidad del país. Ver *International Affairs*, Moscú, Volumen 47, Núm. 2, 2001, pp. 1-5.

lograr la victoria política de Putin sobre sus contrincantes moscovitas era asegurar una contundente victoria militar en la región del Caúcaso. La guerra en Chechenia se convertía no en un fin en sí mismo, sino en un medio para lograr objetivos aún más ambiciosos.

La estrategia de Moscú en esta segunda guerra ha sido diferente. Desde el inicio, los ataques fueron masivos y mucho más agresivos; las fuerzas federales alcanzaron los 100 mil efectivos, cantidad similar a la de las fuerzas soviéticas desplegadas en los ochentas en Afganistán y superior en casi tres veces al nivel promedio de las fuerzas federales utilizadas en la primera guerra. El aumento de la popularidad del prácticamente desconocido Primer Ministro V. Putin estuvo directamente relacionado con los éxitos militares en Chechenia. Las negociaciones podían esperar, por esta vez el Kremlin no estaba interesado en ellas.

El Presidente Masjadov ha tratado de desvincularse de los influyentes líderes islámicos fundamentalistas Shamil Basayev y el árabe saudita Khattab para intentar un acercamiento con Moscú,¹⁵ pero el Kremlin ha insistido en colocar a los tres líderes en el mismo plano. La posición de Grozny en relación con el establecimiento de un clima de entendimiento y negociación inminente ha sido mucho más activa que la del Kremlin que por el contrario ha establecido toda clase de condiciones e impedimentos. Evidentemente queda claro quienes son los actores de poder y quienes los de subordinación en el conflicto ruso-checheno.

El gobierno ruso ha intentado aprovechar el hecho de que si bien la mayoría de los chechenos buscan lograr un estatuto de independencia o autonomía de su territorio respecto a Moscú, difícilmente aceptarían los dictados de los rebeldes extremistas islámicos –fundamentalmente los militantes wahabíes– que se pronuncian por la independencia de todo el Caúcaso musulmán. En tal sentido, V. Putin promulgó un decreto que establece una administración provisional en Chechenia bajo el control directo

¹⁵ El árabe saudita Khattab dirige en Chechenia a un destacamento de musulmanes compuesto por algunos cientos de voluntarios provenientes de países árabes, Turquía y Afganistán. Este personaje combatió durante años en Afganistán junto a Osama Bin Laden.

del Kremlin y suspendió su estatuto como una de las 89 repúblicas de la federación, lo cual implica la suspensión temporal del derecho a elegir el gobierno local por parte de su población. Estas enérgicas medidas tomadas por parte del Kremlin han sido aceptadas por buena parte de la sociedad chechena, lo cual demuestra que el cansancio de la guerra comienza a surtir sus efectos.

Con el nombramiento de una figura religiosa musulmana como jefe de la administración civil prorusa en Chechenia –el clérigo musulmán Mufti Ajmad Khadzhi Kadyrov- quien goza de gran autoridad entre la población local como jefe civil de la región en conflicto, el Kremlin ha intentado aprovechar las diferencias ideológicas que existen dentro de la oposición chechena y utilizar la figura de Kadyrov como símbolo para convencer a sus seguidores musulmanes de no apoyar a los militantes rebeldes wahabíes. Sin embargo, a largo plazo, esto podría convertirse en un conflicto de mayores dimensiones entre grupos étnicos y religiosos en la región.

A partir de octubre de 1999, el Kremlin había comenzado a declarar oficialmente que “el objetivo fundamental del gobierno ruso en el conflicto en Chechenia era la búsqueda de una solución política que reintegrara a la provincia rebelde dentro de la Federación” y que “las operaciones antiterroristas no excluían el establecimiento del diálogo político que comenzaría tan pronto los rebeldes separatistas fueran aniquilados”. O sea, las posibles negociaciones con los chechenos serían poco reales, pues se establecerían sólo bajo las estrictas condiciones que imponían las autoridades rusas sin tomar en cuenta a la contraparte, pero a su vez estas reiteradas declaraciones estaban dirigidas a tranquilizar a Occidente que no estaba interesado en que esta situación entorpeciera la estabilidad de los vínculos con Moscú, en los decisivos momentos de transición del poder, luego de casi nueve años de mantenerse en el Kremlin B. Yeltsin.

Para mediados de junio del 2000, el ejército ruso controlaba más del 90 por ciento del territorio y los rebeldes habían sido desplazados hacia las montañas del sur. En esas condiciones, con la superioridad militar alcanzada por parte de los rusos sobre sus adversarios habría sido conveniente forzarlos a una negociación, o sea, iniciar el proceso

de conversaciones para establecer un acuerdo de paz que garantizara que sus objetivos políticos –la no separación del territorio de la Federación- finalmente prevalecieran. Sin embargo, esto no ha ocurrido. Las negociaciones se continúan aplazando a la vez que se intenta acallar desde dentro –la parte rusa ha restringido la libertad de expresión de varios diarios nacionales en relación con este tema- las connotaciones del conflicto.

El Kremlin intenta una vez más aplazar la solución del conflicto y, por lo tanto, evita establecer una comunicación real que favorezca el clima propicio para celebrar las negociaciones. A Moscú le resulta en extremo peligroso que una posible salida negociada al diferendo ruso-checheno se convierta en un precedente para otras situaciones similares.

En esta ocasión, a diferencia de la guerra anterior, Rusia no tiene claramente establecidos sus objetivos políticos en Chechenia, por lo que no están listos para negociar una solución política. En los inicios, estaba claro que el objetivo primordial era lograr el apoyo de la sociedad rusa al flamante Primer Ministro e intentar asegurar su victoria en las elecciones posteriores.

Actualmente el Kremlin no sabe como finalizar el diferendo y se limita a lanzar señales esperanzadoras dirigidas no precisamente a los chechenos, sino a sus aliados de Occidente respecto de una posible salida negociada al conflicto. Sin embargo, es evidente que cada vez se distancian más las posibilidades de establecer unas negociaciones de paz entre las partes en conflicto. En los últimos diez meses, han sido numerosas las veces que el Kremlin ha anunciado la inminencia del inicio de las conversaciones para la paz, pero nunca se han establecido realmente. Rusia se ha limitado a enviar mensajes poco conciliadores y de presión hacia la contraparte chechena.

Con los más recientes sucesos acaecidos en Afganistán y el recrudecimiento del enfrentamiento armado por parte de EE.UU. contra los talibanes, al Kremlin se le ofrece la posibilidad de reforzar su posición contraria a la negociación con los chechenos. De hecho, los pronunciamientos de V. Putin en relación con los atentados en EE.UU. han ido precisamente en esta dirección: las condenas al terrorismo internacional y el reiterado

llamamiento a crear un frente unido en contra de estas fuerzas. Moscú no pierde de vista el hecho de que las fuerzas talibanes han sido en parte responsables del entrenamiento militar y apoyo financiero a las guerrillas musulmanas chechenas durante muchos años. Por lo tanto, se alejan aún más las posibilidades de que los rusos acepten pactar con los chechenos en los términos de una nueva paz; por el contrario, aumentarán aún más su presión sobre estas fuerzas e incluso podrían rechazar condiciones que habían sido negociadas previamente (por ejemplo, el caso de la autonomía en un mediano plazo).

Conclusiones

El Gobierno ruso insiste en que cualquier solución al conflicto se debe llevar a cabo dentro del marco de la Constitución rusa, o sea, que Chechenia debe permanecer dentro de la Federación Rusa. Los líderes chechenos han comenzado a considerar esta opción, misma que se presenta como obligatoria desde el punto de vista ruso, a condición de que finalice la guerra, se logre un proceso de paz y una recuperación de la economía.¹⁶ De hecho se piensa en una independencia parcial, en la que Chechenia tenga autonomía de gobierno y disponga de cierta asistencia y colaboración económica de Moscú. Según el diario ruso *The Russia Journal*, para el mes de junio del 2000 había sido aprobada la suma de 7,8 billones de rublos para la reconstrucción de la república.¹⁷

Existen sólo dos cuestiones en que los más diversos sectores políticos rusos desde los comunistas hasta los nacionalistas y reformistas concuerdan casi unánimemente: el rechazo a la ampliación hacia el este de la OTAN y la no aceptación de la posibilidad de conceder plena soberanía e independencia a Chechenia. Por su parte, los chechenos mantienen como su máxima aspiración la independencia política y económica de su territorio. Es evidente que para intentar iniciar una negociación ambas partes deberán ceder en sus propósitos primarios, lo cual hasta el momento no ha ocurrido.

Sin embargo, Rusia, ahora menos que nunca, está en disposición de aceptar una independencia definitiva e inmediata para Chechenia, pues están en juego para ellos

¹⁶ Según el Viceprimer Ministro ruso Nikolai Koshman el Gabinete había considerado en diciembre de 1999 la cantidad de siete billones de rublos sólo para restaurar la economía chechena.

¹⁷ Alexander Golts, "The war that ends- over and over again", *The Russia Journal*, junio 17-23, 2000.

intereses geopolíticos y económicos, amén del factor estratégico y de negociación con Occidente en que se había convertido este conflicto. Por otra parte, también es cierto que un consentimiento ruso de la separación podría provocar una serie de declaraciones de secesión en otras regiones de la Federación que pondrían fin a la ya de por sí frágil unidad estratégica y territorial rusa.

A pesar de los numerosos acuerdos de paz negociados entre Rusia y Chechenia fundamentalmente hasta el año 1997, la realidad es que en el conflicto ninguna de las partes parece satisfacer las demandas de la otra e incluso en la cúpula dirigente rusa no se ha logrado encontrar una posición de consenso en relación con el diferendo.

El principal motivo del diferendo -la plena independencia chechena- continúa sin resolverse y el conflicto ha resurgido con especial tenacidad a partir de septiembre de 1999 con las incursiones armadas y bombardeos rusos en la zona. Si bien el territorio de Chechenia no logra su plena independencia de la Federación, sí se ha convertido en un territorio ingobernable para el Kremlin.

El repentino y mayoritario respaldo de la sociedad rusa a los ataques armados del ejército ruso contra los insurgentes chechenos en buena medida estuvo motivado por el temor ante los ataques terroristas que se sucedieron en Moscú y otras ciudades rusas en septiembre de 1999.¹⁸ De acuerdo a las encuestas, antes de los bombazos la opinión pública rusa estaba resignada a aceptar la independencia chechena a un mediano plazo; después de las explosiones, la mayoría de los encuestados se pronunciaban por una línea dura del ejército ruso contra los rebeldes chechenos.¹⁹ Existe preocupación ante la posibilidad de que estas manifestaciones terroristas continuasen llevándose a cabo en el país, lo cual ha convertido este conflicto en un asunto de atención por parte de toda la

¹⁸ Entre el 31 de agosto y el 16 de septiembre de 1999 murieron 293 personas a causa de los ataques terroristas atribuidos supuestamente a los rebeldes chechenos. Ver *El Financiero*, octubre 19, 1999, p.35.

¹⁹ Ruth Daniloff, "Russia's spin doctors", *Boston Globe*, enero 13, 2000.

ciudadanía rusa al sobrepasar por primera vez las fronteras del Caucaso y llegar hasta la propia capital rusa.²⁰

Hasta el mes de marzo del 2000 –momento en que se efectuaron las elecciones presidenciales en Rusia- la posición de Occidente se mantenía cautelosa y distante, si bien la Cancillería alemana había comenzado a manifestar una postura más crítica hacia la intervención de Rusia en ese territorio. En sentido general, tanto la Casa Blanca –en la Cumbre de Oslo el Presidente Clinton volvió a señalar que el conflicto era considerado por su país como asunto interno de Rusia- como la Unión Europea mantenían su discreta y tibia posición ante el resurgimiento del diferendo, lo cual contrastaba con sus posturas frente al conflicto de Kosovo.

Chechenia es un territorio relativamente pequeño con cerca de millón y medio de habitantes, de los cuales más de la mitad ha emigrado a otras regiones.²¹ Sin embargo, esta guerra podría convertirse en un nuevo Afganistán para Moscú en caso de que la situación actual se mantenga invariable por un largo período de tiempo: la poca voluntad de negociación por parte de Rusia y el mantenimiento de un conflicto de baja intensidad en un territorio fronterizo con países que no se consideran precisamente aliados del Kremlin. Lo que comenzó en septiembre de 1999 como un juego político de Moscú para incrementar la popularidad del desconocido V. Putin en la campaña electoral, se ha convertido en una cuestión de resurgimiento del orgullo nacional ruso. El gobierno ruso ve con cautela la posibilidad de establecer una estrategia de negociación con los rebeldes chechenos, habida cuenta de la erosión que esto implicaría en la opinión pública nacional en relación con su liderazgo.

Durante la primera guerra Rusia impuso sus reglas de negociación, pero en este segundo diferendo ha renunciado a una salida negociada.

²⁰ El 9 de agosto de llevó a cabo un atentado en una estación del metro de Moscú con más de una decena de muertos y más de 90 heridos y los chechenos se convirtieron en el primer objetivo de las acusaciones, o sea, la regla de la Rusia de Putin parece ser: “son culpables hasta tanto sea probada su inocencia”. Ver “Putin’s Presumption” (editorial), *Wall Street Journal Europe*, agosto 10, 2000.

El caso checheno también demuestra que Rusia, al igual que la Unión Soviética en el pasado reciente y el imperio zarista en el pasado remoto, no abandona sus aspiraciones de gran potencia, de control y dominio de su periferia. Los rusos aún consideran que su nación es un hegemón regional, una gran potencia global y una derrota ante a las guerrillas islámicas en el Cáucaso destruiría esa imagen.

Bibliografía

- Conquest, Robert (1963): *“Rusia Vista con Sentido Común”*. México, Editorial F. Trillas, S.A.
- Colarusso, John (1995): “Chechenya: the war without winners,” *Current History*, Octubre, pp. 329-336.
- Donini, Giovanni (1994): “Cecenia: Nacionalismo, Guerra de Religione o Scontro di Potere ?”, *Política Internazionale*, octubre - diciembre, pp. 37-46.
- Lara, Belén (1995): “Chechenia, la guerra continúa”. *Política Exterior*, junio - julio, pp. 197-202.
- Cornell, Svante E. (1997): “The Unruly Caucasus”, *Current History*, Octubre, pp. 341-347.
- Lieven, Anatoli (1998): *Chechnya. Tombstone of Russian Power*. Yale University Press. New Haven and London. Gran Bretaña, 436 pp.
- Shevtsova, Lilia (2000): *Yeltsin’s Russia. Myths and Reality*. Carnegie Endowment for International Peace. Washington D.C. Segunda Edición, Marzo 2000, 345 pp.
- Turrent, Isabel (1991): *El deshuelo del Este*. Edit. Vuelta. México D.F., 1991, 235 pp.

Hemerografía:

“Chechnya: Time to say enough”, *Moscow Times*, Noviembre 25, 2000, p.1 (Nota Editorial).

Anatol Lieven, “Through a distorted lens: Chechnya and the western media”, *Current History*, Octubre 2001.

Alexander Golts, “The War that ends over and over again”, *The Russian Journal*, Junio 17-23, 2000.

“Affaire Boudanov: le proces de la guerre en Tchétchénie”, *Le Courrier International*, No. 544, Abril 5-11, 2001, p.20.

²¹ En el censo nacional de 1991, la población de la república era de un millón 200 mil habitantes.

Alexei Malashenko, “Du Daghestan a la Tchéchénie, escalade militaire et “Péril islamique”, *Le Monde Diplomatique*, Octubre 1999, p. 10-11.

Nicolai Petro y Robert Ware, “It’s not just Russia Killing in Chechnya”, *The Providence Journal*, Rhode Island, EE.UU., p. B6.

Pavel Felgenhauer, “Paying for war in Chechnya”, *Moscow Times*, Abril 26, 2001.

Jean Radvanyi, “Pourquoi Moscou relance la guerre de Tchéchénie, Noviembre 1999.

NEGOCIACIONES DIPLOMÁTICAS: ¿EL ARTE DE LO POSIBLE?

SUSANA CHACÓN DOMÍNGUEZ¹

“La política internacional, al igual que todo tipo de política, es una lucha por el poder. No importa cuáles sean los objetivos finales de la política internacional, el poder se constituye invariablemente en el fin inmediato. Gobernantes y pueblos pueden acariciar como meta final la libertad, la seguridad, la prosperidad o el poder mismo. Pueden incluso definir tales metas en términos de un ideal religioso, filosófico, económico o social, y guardar la esperanza de que dicho ideal se materialice gracias a un impulso interior, a la intervención de fuerzas divinas, o a la evolución natural de los asuntos humanos. Asimismo, pueden tratar de promover su realización mediante métodos no políticos, tales como la cooperación técnica con otras naciones o con organizaciones internacionales.”

Hans Morgenthau, “Otro Gran Debate” American Political Review.

Hablar de negociaciones diplomáticas ofrece diferentes escenarios y opciones a la solución de conflictos. Dada la multiplicidad de temas que se negocian en el ámbito internacional y dada la naturaleza de los problemas, la forma de analizarlos varía sustancialmente. El análisis de un conflicto religioso dista mucho de aquel que enfoca problemas culturales, económicos, comerciales, éticos, o étnicos. Éstos pueden responder a una lógica realista de poder. (Krasner:83) Es también posible que se caractericen por una dinámica de cooperación. (Oye:86)

En el presente capítulo se introducen algunos elementos teóricos explicativos de las negociaciones diplomáticas. Al estudiarlos se facilita comprender que la diferencia entre la “guerra y la paz” radica básicamente en la forma en que los representantes gubernamentales logran manejar sus diferencias internacionales. Es claro que la gran distinción entre un estado de guerra y uno de paz es que no existe un término medio. (Gilpin:81) Por esta razón, los elementos teóricos explican la necesidad de acercarse a los procesos y no tan sólo a la sustancia de los conflictos. Apoyan su solución en forma ordenada respetando las diferentes etapas del proceso negociador. Aprender a manejar las diferencias entre actores es uno de los intereses principales de todo proceso diplomático.

¹ Profesora-Investigadora del Depto. de Humanidades del Tec-CCM.

Introducción.

Hablar de negociaciones diplomáticas ofrece diferentes escenarios y opciones a la solución de conflictos. Dada la multiplicidad de temas que se negocian en el ámbito internacional y dada la naturaleza de los problemas, la forma de analizarlos varía sustancialmente. El análisis de un conflicto religioso dista mucho de aquel que enfoca problemas culturales, económicos, comerciales, éticos, o étnicos. Éstos pueden responder a una lógica realista de poder. (Krasner:83) Es también posible que se caractericen por una dinámica de cooperación. (Oye:86)

En el presente capítulo se introducen algunos elementos teóricos explicativos de las negociaciones diplomáticas. Al estudiarlos se facilita comprender que la diferencia entre la “guerra y la paz” radica básicamente en la forma en que los representantes gubernamentales logran manejar sus diferencias internacionales. Es claro que la gran distinción entre un estado de guerra y uno de paz es que no existe un término medio.(Gilpin:81) Por esta razón, los elementos teóricos explican la necesidad de acercarse a los procesos y no tan sólo a la sustancia de los conflictos. Apoyan su solución en forma ordenada respetando las diferentes etapas del proceso negociador. Aprender a manejar las diferencias entre actores es uno de los intereses principales de todo proceso diplomático.

Al utilizar elementos teóricos, debe aceptarse que no representan la solución última a todo conflicto internacional. No obstante, su uso y adecuación en el acercamiento a los problemas reduce la brecha entre los conflictos propiamente dichos y la forma en que estos son analizados y resueltos. Estos últimos sin duda se favorecen por el uso de los instrumentos de negociación. Todo lineamiento teórico ofrece variables de análisis. La forma en que se utilicen o no es lo que en gran medida hará una diferencia. Debido a la naturaleza de los conflictos internacionales en muchas ocasiones no existe el espacio ni el interés de reflexionar la teoría. (Keohane:89) Aquellos elementos que son rescatados en el manejo de los problemas coadyuvan a la especificidad de su solución.

Ahora bien, un poco más adelante se analizarán la posibilidad, los alcances y las limitaciones ante los que se enfrenta todo proceso negociador. Como se mencionó con anterioridad, en este primer capítulo uno de los principales objetivos será conocer las características de las negociaciones diplomáticas.(Der Derian:1991) Se tratará igualmente de subrayar aquellas situaciones en las que es factible construir procesos adecuados de solución de conflictos. Por otra parte, se conocerán también las circunstancias en las que debido a diferentes variables, las negociaciones diplomáticas llegan a ser básicamente inoperantes.

Kenneth Waltz habla de tres espacios en los que la negociaciones diplomáticas tienen lugar. Él distingue tres niveles de análisis de la política internacional. (Waltz:79) Estos son: 1.El nivel internacional o sistémico. Éste supone la posición de un Estado dentro del sistema

internacional; 2.El nivel interno o doméstico. Aquí el papel de la sociedad, de la cultura y de las instituciones políticas de los Estados por separado son las variables explicativas de los problemas; y, finalmente, 3.El nivel individual. En el mismo se observan las características personales y psicológicas de quienes toman las decisiones y formulan las políticas.

Cada uno de esos niveles son los espacios en los que se llevan a cabo negociaciones diplomáticas. Los resultados de los tres son, sin embargo, diferentes. No necesariamente opuestos como a continuación se verá. En especial en aquellas circunstancias en las que todos se interrelacionan y, en función de una estrategia continuada, se complementan en la solución de conflictos.

Ahora bien, antes de profundizar sobre los tres niveles anteriores, aprovechemos estas líneas para definir algunos conceptos. En especial dos de las más importantes que permitirán la comprensión de nuestro tema de interés. Es necesario definir el concepto de negociación al igual que el de diplomacia para de esta manera entender el significado y validez de las negociaciones diplomáticas.

En cuanto al primero se entiende que **negociación** es el proceso que combina diferentes posiciones en una decisión conjunta, unánime y única. Es la toma de decisiones en la que no existen reglas claras de cómo éstas deben de ser unánimes. La negociación internacional concierne, por lo menos, a dos partes, dos países o dos actores con múltiples temas de interés. Puede también ser un proceso de actores varios y de temas igualmente diversos. La negociación es entonces la constante comunicación con la que se transmiten diferentes intereses. (Fisher:81) Comunicación que respeta la existencia de percepciones, posiciones y puntos de partida que no necesariamente son iguales pero que buscan encontrarse en un mismo término.

En cuanto al segundo, por **diplomacia** se entiende el manejo de las relaciones internacionales a través del uso de la negociación. (Der Derian:91) La diplomacia es el proceso de interacción estratégica en el que los actores tratan, simultáneamente, de conocer de antemano y anteponer las reacciones de todos los participantes. No sólo de los extranjeros sino también de los nacionales. Este elemento es una parte sustancial de las relaciones internacionales. Favorece los objetivos de los países a partir de relacionar a quienes pueden ser beneficiados en el ámbito internacional.

Luego entonces, dado que la primera es la unificación de posiciones con una comunicación constante y en la segunda la misma negociación es la que resuelve las relaciones internacionales, el punto central es básicamente a quién y para qué se dirigen las dos. Con el fin de pensar la mejor forma de usar estos dos instrumentos es conveniente respetar algunos elementos de procedimiento. Entre otros: 1. Definir el problema de fondo así como aquellos no prioritarios; 2. Conocer las posibles causas que determinan un conflicto; 3. Diseñar varias opciones de solución, y, 4. Escoger la mejor estrategia a seguir a partir de las distintas opciones. (Fisher:96)

Estos cuatro elementos son los que, en determinado momento, permitirán a los analistas y a los negociadores adentrarse en la importancia de las estrategias negociadoras. Seguirlos en

términos secuenciales reduce la incertidumbre en los conflictos y facilita el logro de soluciones legítimas y de largo plazo. Los cuatro son, sin duda, fundamentales en el desarrollo de todo proceso negociador. Por lo tanto deben también funcionar en el desempeño de las negociaciones diplomáticas. En especial si se considera que el juego en el sistema internacional obedece a una lógica de poder en la que aquéllos con mayores recursos y mejor situación estratégica son quienes definen las prioridades internacionales a partir únicamente de sus propios intereses. El uso de negociaciones diplomáticas en relaciones internacionales, es decir la diplomacia, incrementa los márgenes de maniobra de aquellos que presentan una situación de mayor vulnerabilidad. De ahí su importancia y prioridad. En la medida en que la diplomacia se considere e instrumento, los actores con menor poder serán capaces de participar en el ámbito internacional. Si no se respeta, la lógica de poder se superpone a la existencia de una diversidad de intereses nacionales. (Krasner:83)

Dada la multiplicidad de conflictos internacionales se podría optar por el uso de metodologías totalmente distintas y ajenas para la solución de cada uno de los problemas. Por otra parte es también factible pensar en formas específicas de acercamiento a los mismos. Sin embargo este ejercicio sería un tanto equivocado ya que a pesar de la diferencias en los problemas, las negociaciones diplomáticas ofrecen lineamientos generales de solución de conflictos. (Fisher:81) Pueden ser aplicados a pesar de los matices y distinciones de fondo. Estos se gestan en los cuatro elementos presentados líneas arriba.

No obstante, es válido aceptar que las negociaciones diplomáticas son un arte olvidado dado que no se conscientiza la necesidad de diseñar procesos negociadores estratégicos. Esto quiere decir que se prefiere la existencia de soluciones casuísticas y poco profundizadas sobre la forma en que los diferentes problemas deberían de ser abordados. Las estrategias de negociación implican espacios de reflexión desde varios y diferentes puntos de partida. En la medida en que se prefiera resolver tan sólo lo inmediato y que no se respete la necesidad de proyectar procesos serios de solución de conflictos, las negociaciones diplomáticas son consideradas como un arte olvidado. Por el contrario, si se buscan optimizar resultados de mediano y largo plazo, desde diseños preferenciales de negociación, las negociaciones diplomáticas se traducen en un arte necesario y conveniente de rescatar.

En términos metodológicos pareciera ser que un elemento equivocado y constante en el manejo de conflictos es el que prefiere llegar al uso de soluciones inmediatas. No se considera, como punto de partida, la definición del o de los múltiples problemas. Mucho menos entonces se llegan a diseñar procesos con las diferentes etapas que los mismos requieren. Los elementos que se visualizan en una primera instancia son -en la mayoría de las circunstancias-, aquéllos que no reflejan la profundidad de un análisis de las causas reales que deberían ser tratadas. Es decir, por las que se debería de comenzar. Por ejemplo, en muchos momentos podemos encontrar factores históricos que al no ser resueltos, son rezagados y agudizan los conflictos. De esta manera se

impide llegar a las soluciones acertadas. Se prefieren aplazar las medidas necesarias de solución antes de conocer las que realmente, por ser de fondo, puedan tener mayor validez.

En negociaciones diplomáticas internacionales vale la pena optar por espacios de solución más largos en periodos de tiempo mayores. Esto quiere decir que es preferible evitar soluciones inmediatas. Las mismas a lo único a lo que llegan es a acentuar el conflicto. En este sentido, y como en 1716 mencionó Francois Calliers, todo negociador debe comprender las presiones ante las que está expuesto. (Calliers: 1716) Su significado puede ser muy benéfico para el desarrollo de una persuasión efectiva lo mismo que para la negociación en sí misma. Así, es necesario que los análisis de cada proceso desarrollen principios: a. Categorías y conceptos útiles; b. Hipótesis sobre las causas y los efectos de los acontecimientos; y, c. Lineamientos de solución de conflictos. (Fisher: 81)

En muchos de los casos los negociadores y los funcionarios públicos actúan tan sólo de acuerdo con el sentido común. Es decir, no siguen un marco de procedimiento que les permita entrar, detalladamente, a cada uno de los tres principios anteriores. Por supuesto que es lo más sencillo. (Kublin:95) Es básicamente el comportamiento normal de los actores que no han seguido una capacitación ni teórica ni práctica de análisis de conflictos. No obstante, dicho comportamiento presenta límites claros. En una primera instancia se puede decir que no reducen los niveles de incertidumbre una vez que los procesos negociadores comienzan. Todo lo contrario. La falta de análisis en estos tres puntos puede profundizar los niveles del conflicto. Es aquí que surgen algunas interrogantes tales como: ¿Cuáles son las razones para evitar el desarrollo de estrategias secuenciales en las negociaciones diplomáticas? ¿De qué manera los negociadores se acercan a los problemas?

En este sentido existe una gran diferencia entre los actores que se rehúsan al desarrollo de un ordenamiento lógico de pensamiento frente a quienes prefieren un análisis detallado de los acontecimientos. Los primeros justifican su actuación sustentando que la mejor manera de construir procesos negociadores es a partir de la práctica. “Nacemos negociadores. No nos hacemos.” Esto se contrapone a la primera idea: En la medida en que se logra desarrollar un marco lógico de ordenamiento de las diferentes variables, la posibilidad de éxito en las negociaciones diplomáticas se incrementa. (Stein:99) Luego entonces, con mayores márgenes de certidumbre y con dicho ordenamiento lógico, las posibilidades de los fracasos diplomáticos se desdibujan.

No obstante lo anterior, el conflicto se maneja, sobre todo, en el marco de lo estrictamente racional. Se tienen objetivos claros a los cuáles se busca llegar. Hasta aquí, sin embargo, no se ha hablado de la existencia de variables subjetivas. Es indispensable que los factores de subjetividad sean también considerados. Así como se presenta un manejo racional de la información, el factor “sorpresa” puede cambiar el rumbo de los acontecimientos internacionales en forma radical. ¿Qué hacer en dichas circunstancias? Si se cuenta con una estrategia clara, se resguardan los principales intereses en forma menos riesgosa. Los costos de oportunidad se incrementan.

(Jervis:88) Si por el contrario, se carece de la misma, los riesgos serán mayores. En especial en este sentido: La existencia de un marco ordenado de negociación ayuda a organizar y transmitir la experiencia de cada uno de los negociadores en forma congruente. Sobre todo en las circunstancias en las que surgen, de manera inesperada, acontecimientos negativos para el curso de los procesos negociadores mismos.

Ahora bien, toda negociación diplomática contempla varios niveles. No se puede analizar en forma aislada. De ahí la importancia de conocer cuáles son los vínculos entre los ámbitos interno y externo de un proceso. (Putnam:93) En este mismo sentido, conocer la multiplicidad de niveles y pasos que conforman la armonía de las negociaciones diplomáticas es un punto fundamental. A continuación se explicitan algunos de estos elementos.

Negociaciones internas y externas

Para hacer una análisis de fondo al respecto de este tema, es necesario rescatar los elementos que en la parte introductoria de este capítulo se tomaron de los trabajos de política exterior de Kenneth Waltz. No se puede hacer un análisis de los resultados del vínculo en las negociaciones internas con las externas sin conocer los tres niveles presentados por Waltz. Nos referimos a las variables sistémica, a la doméstica y a la individual. (Waltz:79) La forma en que se comuniquen los tres diferentes niveles facilitará el acercamiento entre los actores internos e internacionales. Esta sección considera elementos que van desde las variables psicológicas, educativas, culturales de los individuos y/o negociadores, hasta las que explican la dinámica específica y general del sistema internacional. En una primera instancia vale la pena considerar que los Estados tienen preferencias internas similares en dos sentidos: en los procesos de decisión y también en la posibilidad de utilizar los recursos que se desprenden de la sociedad. Se distinguen por su posición relativa en el sistema internacional. Evidentemente no todos los Estados tienen un mismo nivel de recursos. De ahí que sea necesario diferenciar el tipo de vínculos que se pueden establecer con el exterior. (Putnam:93)

Los que cuentan con mayores recursos tendrán mejores instrumentos para fomentar e influenciar las negociaciones diplomáticas. No obstante los más débiles son quienes más necesitan realmente de los beneficios de llevar a cabo dichas negociaciones. Una vez más, la posición relativa de los países en el ámbito externo favorece o no su capacidad de maniobra. Se convierte en el incentivo no sólo de que las negociaciones diplomáticas se lleven a cabo. Más importante aún. Sus acciones se enfocan a que los acuerdos a los que se llegue sean respetados por los actores involucrados.

Así como la posición relativa es importante para el lugar de un país en el sistema internacional, son también importantes las habilidades que sus representantes desarrollan para lograr sus objetivos. La una sin la otra disminuye la viabilidad y los resultados de las negociaciones diplomáticas. (Krasner: 85)

Los instrumentos de la negociación pueden y deben ser contruidos independientemente de las presiones externas. Responden a la búsqueda de los intereses y preferencias nacionales. (Fisher:81) Al tener esto en cuenta, las negociaciones internas y externas serán más efectivas si existe una interacción progresiva entre ellas. Una vez que se definen los intereses buscados, la forma en que se vinculen los dos tipos de negociación será mucho más sencilla. En especial si se sustenta en: La comprensión de los intereses recíprocos, la generación de una amplia gama de opciones, la evaluación según los criterios persuasivos y la realización de compromisos. Lo anterior supone que aquellos intereses que son conflictivos encuentren también una solución al momento de ser incluidos en el proceso. En el manejo de las diferencias se encuentran las mejores soluciones.

Pareciera ser que en muchas ocasiones nos enfrentamos a un problema constante: Las negociaciones internas suelen ser vistas como un proceso totalmente diferente y separado de las negociaciones externas. Esto es cada vez más difícil. Las primeras tienen repercusiones en las segundas y viceversa. Toda vez que se continúe la separación entre ambas, los resultados de los procesos no dejarán de ser relativos. Además, en la medida en que un proceso interno sea resuelto en función de sus intereses específicos encontrará mejores beneficios y viabilidad al momento de entrar en un proceso externo. Hay ocasiones en las que sucede lo contrario. No es sino con el apoyo del ámbito externo que se logran resolver las negociaciones internas. En todo caso en los dos ejemplos es claro que el vínculo entre lo interno y lo externo difícilmente puede ser rechazado.

En este sentido, Putnam (Putnam:93) al estudiar a Waltz, (Waltz:79) señaló que existen tres tipos diferentes de marcos de análisis: 1. Aquéllos que están “centrados en la sociedad.” Estos respetan el papel de los diferentes grupos sociales. Analizan las variables de los partidos políticos, de los organismos no gubernamentales, de la opinión pública, etc. 2. Los que se “centran en el Estado.” En los mismos se establecen las fuentes de comportamiento de la política exterior en su relación con el poder ejecutivo de los Estados. Y, 3. Los que se centran en el “Estado y en la sociedad”. Los últimos contemplan instituciones de representatividad, de educación y las administrativas que vinculan abiertamente al Estado con la sociedad. Ahora bien, en cada uno de estos enfoques el papel y alcance de los actores varía. A pesar de sus diferencias los tres marcos de análisis tienen impactos en el desarrollo de las negociaciones diplomáticas. Todos participan en el ámbito externo. Cada uno a partir de sus objetivos y recursos reales.

No todos tienen la misma capacidad ni interés por participar en el entorno internacional. En ocasiones se llega a decir que los actores más preparados para negociar no tienen preocupación alguna por el exterior. Optan por lo contrario. Se vinculan en mayor medida con los aspectos

internos de la sociedad. Existen otros casos en los que dichos actores carecen de toda preparación o desarrollo de habilidades negociadoras, son los que se encuentran en el ámbito de lo externo. Algunos de ellos, con la práctica constante superan los errores e incrementan el uso de instrumentos negociadores acertados. Suponen -eso sí todos-, que uno de sus principales objetivos como actores es favorecer el desarrollo de las negociaciones diplomáticas y, por ende, de la diplomacia.

En una dinámica sistémica cada vez más abierta el desarrollo acertado de habilidades negociadoras reducirá la continuidad de los conflictos. Esto implica compromiso. (Krasner:91) A su vez, ofrece beneficios que posiblemente no se observan en una primera instancia. Ahora bien, lo que sí es claro es que quienes no estén dispuestos a participar en las negociaciones diplomáticas favorecen la falta de coordinación y los manejos anárquicos de las relaciones internacionales. Reducen también el logro de objetivos crecientes para los dos espacios: para el ámbito interno y el externo. También para el público y el privado.

En muchas ocasiones lo anterior responde a una lógica exclusiva de poder. Aquellos países con mayores rangos de poder poco se preocupan por el desarrollo de la diplomacia. Satisfacen sus intereses por la simple vía del poder. Evidentemente lo anterior significa que los beneficios se reducen exclusivamente a uno de los actores en las relaciones internacionales. (Oye:86) Esta dinámica puede continuar así, como se señala en varios de los capítulos aquí presentados. Los negociadores piensan que al no por participar en procesos diplomáticos los niveles de poder no se verán afectados. Consideran que de esta manera mantienen estados de superioridad. Todo lo contrario. El objetivo de las negociaciones es favorecer los resultados pero para todos aquellos involucrados en un conflicto. No sólo para una de las partes. La gran diferencia es aceptar la posibilidad de que todos puedan incrementar sus beneficios aunque no en términos absolutos. En términos relativos. Es decir, los beneficios serán en función de los recursos de cada uno de los países.

Sucede también el caso contrario. Como se mencionó al principio, los actores más débiles son los que menos se interesan por las negociaciones diplomáticas. (Krasner:83) Debido a que gran parte de las relaciones internacionales se han manejado históricamente a partir de la lógica del poder, suponen que con las negociaciones sus intereses se verán afectados por los más fuertes. Prefieren entonces seguir políticas reactivas y no activas. Justamente por eso el nivel de los conflictos se profundiza. En vez de aprovechar sus vulnerabilidad y debilidad para amenazar a los más fuertes, aceptan que la dinámica internacional sea decidida por los poderosos. (Jervis:88) Difícilmente, en estos casos, se asumen los beneficios de las negociaciones diplomáticas. Al igual que en el ejemplo anterior los beneficios se deberían de ver en términos relativos y no absolutos. Es evidente que no todos van a ganar exactamente lo mismo con las negociaciones. Sin embargo con procesos planeados estratégicamente todos pueden beneficiarse.

Así, los actores que participan en los tres niveles (Waltz:79): sistémico, doméstico e individual, podrían cambiar la dinámica de los conflictos internacionales. No se quiere decir que la

lógica de poder desaparezca. Sin duda continuará. Tampoco se quiere decir que la vulnerabilidad o las asimetrías del sistema internacional dejen de existir. No obstante las diferencias se pueden manejar en otros términos. Es decir, el conflicto acepta la cooperación, si y solo si, no se pierden de vista las diferencias de los actores internacionales. (Oye: 86) La forma en que se utilicen las negociaciones diplomáticas puede ser un elemento de cambio en las relaciones internacionales. Los procesos diplomáticos han existido siempre. La idea de resolver conflictos por vías pacíficas se encuentra a lo largo de la literatura general de los últimos siglos. Sin embargo el factor de poder prevalece. La lógica del más fuerte se impone en el curso de los conflictos y de los vínculos internacionales. (Schelling:63) Pensar en beneficios relativos y no absolutos significaría un cambio para el funcionamiento sistémico.

Los tres niveles mencionados por Waltz y la multiplicidad de intereses y actores internacionales dificultan el desarrollo de las relaciones internacionales. Actualmente en la dinámica internacional, todo está abierto e interconectado. Cada vez más los actores internacionales están constantemente vinculados. Aprovechar entonces el uso de las negociaciones diplomáticas es un beneficio de la dinámica sistémica misma. Ante esto, el proceso contrario presenta tres posibilidades:

1. Aceptar la lógica de poder;
2. No construir procesos negociadores y,
3. Continuar en una situación en la que el orden no sea la norma del sistema internacional.

Para continuar con el nivel de lo "individual", uno de los principales errores que prevalece en la arena internacional es el siguiente: Se piensa que los funcionarios públicos o los representantes estatales tienen, en la actualidad, poco que decir. (Putnam:93) Esto se sustenta en la creciente participación de los actores privados en cuestiones internacionales. No cabe duda que ellos pueden y deben aprovechar las oportunidades que les brinda el ámbito internacional. No obstante los funcionarios públicos mantienen -y así continuará por lo menos este siglo XXI-, la responsabilidad de la representatividad nacional en el exterior. Esto se entiende por la existencia misma del Estado. Los funcionarios públicos no sólo apoyan y favorecen los intereses privados. Además, estos funcionarios continúan con una constante presencia interna y externa en el ámbito gubernamental.

Si analizamos varios de los capítulos posteriores, se observará que esto se presenta básicamente en la mayoría de estos casos. Los actores privados participan unilateralmente. Buscan exclusivamente maximizar sus beneficios y se alejan, necesariamente, de los apoyos de los actores públicos e internacionalmente reconocidos. Esto significa que en muchos conflictos internacionales predomina una falta de coordinación de políticas. (Stein:99) Tampoco se tiene orden en la búsqueda de objetivos nacionales ni particulares. Así pues, existen en especial dos factores que se ven afectados por la falta de coordinación en las negociaciones diplomáticas: En una primera instancia el éxito o fracaso de los acuerdos. Ante una situación anárquica en la que

cada actor, público o privado, tiene una participación ajena del resto, el alcance de los acuerdos diplomáticos será seguramente limitado. En una segunda instancia es importante reflexionar sobre distribución de beneficios y pérdidas en los procesos diplomáticos. (Ertel:96) Nos referimos aquí a la forma en que se reparten los resultados de las negociaciones. No sólo entre quienes las llevan a cabo sino, y más importante aún, entre la sociedad a la que pertenecen. Los efectos distributivos de las negociaciones, en especial en cuanto a sus resultados, se llevan a cabo por los políticos de cada país. Son ellos quienes deciden qué se hace con los alcances de las negociaciones. El elemento de la distribución es otro elemento adicional a favor de la necesidad de una coordinación en las negociaciones diplomáticas. Sin el mismo se arriesgan los resultados de los beneficios para favorecer tan sólo un grupo reducido y cercano a los negociadores. Ahora bien, una forma con la que se debería resolver esta coordinación es la siguiente:

Toda negociación diplomática parte del supuesto de conocer al entorno internacional. (Ricigliano:96) Luego entonces es necesario que se defina abiertamente cuáles son las políticas y prioridades que se busca satisfacer en el ámbito doméstico. Se requiere igualmente conocer las preferencias individuales de los participantes. Es decir, qué buscarían en el apoyo a una negociación diplomática, si de consideran los tres niveles. Esto significa que en la medida en que los procesos diplomáticos cuenten con una visión global de los acontecimientos tendrán una capacidad mayor de resolver los conflictos adecuadamente. Si, por el contrario, se centran en solo un nivel, es probable que también alcancen algún tipo de solución. (Keohane:85) No obstante, al no ser legítima, la solución será revertida por algún otro problema, en su caso mayor. Lo anterior indica que una mala solución equivale al aplazamiento del conflicto indefinidamente. Una negociación diplomática que no considere los tres niveles corre el riesgo de ofrecer soluciones poco legítimas.

Por otra parte, no se puede dejar de lado la presencia de negociaciones diplomáticas concretas. Nos referimos en especial a aquéllas que se limitan a un aspecto particular de las relaciones internacionales. (Fisher:81) Son tan sólo entre dos actores. Bilaterales. En estos casos es mucho más sencillo que las soluciones se enfoquen tan sólo a algunos de los tres niveles sin necesidad de contemplar particularmente a todos y cada uno de los tres. No es el caso de los conflictos analizados en este trabajo. Los conflictos estudiados además de ser globales requieren de un análisis en dichos tres rangos. De otra manera las soluciones no llegarán a ser viables ni de larga duración. Es posible que se responda a las tácticas -es decir al conjunto de acciones secuenciales que permiten alcanzar el objetivo último-, pero de ninguna manera a las estrategias o al plan de largo plazo. La última abraza el todo en forma global. Incluye la multiplicidad de pasos necesarios para la solución de conflictos. Además, considera la posibilidad de que muchas de sus tácticas no lleguen a ser efectivas. Es por esto que las negociaciones diplomáticas requieren de estrategias bien proyectadas. Al calcular los errores tácticos no se pierde de vista el proyecto en su totalidad. (Schelling:63) Luego entonces el enfoque no se afecta por la incertidumbre. No la desconoce. Aceptarla significa considerar también sus efectos negativos.

Finalmente y para terminar este apartado es importante señalar que ni los niveles de Waltz ni los elementos del proceso negociador tendrían validez alguna si no consideran los siguientes puntos: Las negociaciones diplomáticas suponen un ejercicio constante de definición de intereses, de construcción de opciones de solución y de búsqueda de legitimidad en estas opciones. Suponen también el desarrollo de alternativas en el caso de que los procesos negociadores no sean satisfactorios. Además, conocer el tipo de comunicación y de relación que se desempeña entre los diferentes actores se convierten en elementos de alta política. Con esto se quiere decir que el desarrollo de las negociaciones diplomáticas no ha sido nunca tarea fácil. (Stein:99) Todo lo contrario. Implica una enorme voluntad y la construcción secuencial y paulatina de los elementos aquí presentados. En la medida en que se cumplan, se podrá pensar entonces en la viabilidad y permanencia de los compromisos que se contraigan. Si no se respetan, los compromisos y los acuerdos a los que se llegue, serán fácilmente violados. Los resultados ilegítimos de las negociaciones diplomáticas tan sólo aplazan las soluciones certeras de los conflictos. (Fisher:96) Es aquí en dónde se debería centrar la prioridad de los procesos estratégicos de negociación. Respetar los tiempos y los niveles de un proceso evita, sin duda, que las negociaciones diplomáticas se mantengan como un arte olvidado. Las convierte por ende, en el arte de lo posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Calliers Francois de, *De la Manière de Négocier avec les Souverains*, 1716
- Der Derian James, *On Diplomacy*, Ed. Basil Blackwell, Cambridge, MA, USA, 1991
- Gorge Alexander and William Simon, *The Limits of Coercive Diplomacy*, Westview Press, 1994
- Ertel Danny et al., *Negociación 2000*, la Colección de Conflict Management, McGraw Hill, Colombia, 1996
- Fisher Roger, *Getting to Yes*, Ed. Penguin, USA, 1981
- Negociaciones de Adentro hacia Afuera, en *Negociación 2000*, 1996
- Gilpin Robert, *War an Change in World Politics*, New York, Cambridge University Press, 1981
- Jervis Robert, *Realism, Game Theory and Cooperation*, World Politics, 1988
- Keohane Robert, *Multilateralism : an agenda for Research*, International Journal, Autumn 1990.
- International Institutions and State Power, Boulder Colo, Westview Press, USA, 1989
 - Reciprocity in International Relations, International Organization, Winter 1985, vol.4
 - After Hegemony, Princeton University Press, USA, 1984
- Krasner Stephen, *International Regimes*, Ithaca, NY: Cornell University Press, USA, 1983
- Global Communications and National Power: Life on the Pareto Frontier, World Politics, April 1991

-Structural Conflict: The Third World Against Global Liberalism, Berkley, University of California Press, 1985

Kublin Michael, International Negotiation, en International Business Press, USA, 1995

North Douglas, Transaction Costs, Institutions and Economic History, New York, Norton, 1981

Oye Kenneth, Cooperation under anarchy, Princeton University Press, USA, 1986

Putnam Robert, Double Edge Diplomacy, University of California Press, USA, 1993

Ricigliano Robert, La Era de la Información, en Negociación 2000, 1996

Schelling Thomas, The Strategy of Conflict, New York, Oxford University Press, 1963

Snyder Jack, Averting Anarchy in the New Europe, International Security, USA, Spring 1990

Stein Kenneth, Heroic Diplomacy, Routledge, USA, 1999

Waltz Kenneth, Theory of International Politics, Reading, Mass: Addison-Wesley, USA, 19

LAS ENSEÑANZAS DEL CASO PINOCHET

Carlos Sola Ayape

La detención de Augusto Pinochet en octubre de 1998 fue un acontecimiento que conmocionó la comunidad internacional por las muchas e imprevisibles consecuencias que podía acarrear. En lo que puede considerarse como uno de los asuntos de mayor trascendencia en este tránsito al nuevo milenio, el *caso Pinochet* acabó con la retirada de la condición de aforado del ex mandatario chileno y requerido por la justicia chilena tras quedar libre en Europa por razones humanitarias. Lejos de agotar el campo abonado a la reflexión, lo que se propone en este trabajo es bosquejar un primer cuadro de valoraciones sobre el caso y sobre las repercusiones que, a modo de desafíos para afrontar en un futuro inmediato, nos ha dejado el caso. Cuestiones como la utilización de la figura de Pinochet con fines electorales, los pactos entre los ejecutivos implicados para su resolución, la independencia del poder judicial, la universalización de la justicia, la consolidación de las democracias con pasados militares, son algunos de los temas que se abordan.

Palabras clave: Democracia, derechos humanos, *caso Pinochet*, justicia internacional.

1. Introducción

El pasado 9 de julio de 2001 la Corte de Apelaciones de Santiago de Chile decidió sobreseer temporalmente a Augusto Pinochet por demencia senil, que, en pocas palabras, significa que el ex dictador chileno no puede seguir siendo enjuiciado por su deterioro mental. El veredicto obliga el cese de las investigaciones contra Pinochet, no sólo por los crímenes de la llamada “Caravana de la Muerte”, sino por cualquier otra causa de las casi 300 que están interpuestas en su contra, como es el caso de la “Operación Cóndor”. La decisión, como ya viene siendo habitual desde el inicio del caso, ha estado envuelta en polémica, no sólo porque significa cerrar un círculo de impunidad para Pinochet, sino por la supuesta inconstitucionalidad de la decisión, al ser aplicadas normas que regirán en Santiago a partir de 2004. Al margen de cuestiones de hilado jurídico, no debe sorprender a estas alturas del proceso que si la liberación del ex militar chileno en Londres se produjo por razones humanitarias, la resolución final del caso debía estar únicamente en manos de los médicos.

Junto a este tipo de controversias, que no hacen sino precipitar una situación judicial abocada a su fin –no hay que olvidar que el proceso ha sido una carrera contra el tiempo, habida cuenta de la edad del ex militar chileno– el *caso Pinochet* en sus vertientes europea y chilena nos ha dejado ya –yo diría que hace ya algún tiempo–, un buen número de enseñanzas que, a modo de decálogo, quiero compartir con ustedes y, en definitiva, poner a su consideración. Un asunto tan complejo y espinoso, que trasciende con creces las barreras judiciales por sus muchas implicaciones políticas, sociales, judiciales y hasta militares, debe ser analizado con ponderada mesura, desde diferentes enfoques y disciplinas académicas, con el objeto de sacar un buen puñado de valoraciones de las cuales aprender de cara a un mañana que se nos viene encima. Urge, por tanto, reflexionar en foros como este sobre la importancia del *caso Pinochet* y sobre sus muchas repercusiones, muchas de las cuales superan con creces el corto plazo. Es preciso hacer una y más lecturas sobre un fenómeno que ha cautivado la atención mundial desde aquel 16 de octubre de 1998, cuando Pinochet, convaleciente en una clínica londinense, era detenido por orden del juez Baltasar Garzón.

2. Un decálogo de enseñanzas

Carlos Sola Ayape es Doctor en Historia y profesor en el Departamento de Humanidades del ITESM (Campus Ciudad de México). csola@campus.ccm.itesm.mx

1. *El caso Pinochet: un asunto de primer orden mundial*

Desde la detención de Pinochet en aquel 16 de octubre de 1998, el proceso judicial en el que se vio envuelto pasó a convertirse en uno de los asuntos más importantes de este parteaguas de ambos siglos y milenios. Resulta imposible calcular el número de horas que los medios de audiovisuales dedicaron al tema, así como el número de titulares que han copado los diferentes medios de prensa escrita. Gracias al impulso de los medios de comunicación, la figura de Pinochet estuvo en boca de todos, y su caso pasó a convertirse en el caso de todos. Por la importancia del asunto y las repercusiones del mismo, el *caso Pinochet* cautivó la atención internacional, en lo que por momentos parecía representar una de las tantas puestas en escena de la globalización, a las que ya empezamos a acostumbrarnos, del tamaño de la Guerra del Golfo, el conflicto de Kosovo, los enfrentamientos étnicos en Ruanda o la muerte de Lady Di. Sin ir más lejos, Pinochet se convirtió en la estrella de la red con 56.200 registros –cantidad que crece cada día–, por encima de los 53.300 sitios que mereció la muerte de la idolatrada hasta el delirio princesa de Gales.

La comunidad internacional ha vivido con expectación el devenir del caso, a la vez que padecía, cuando menos los profanos al mundo de la judicatura, el lento, denso y confuso trasiego de la actividad judicial, tan distante y ajena, por su compleja arquitectura, para la inmensa mayoría de los ciudadanos de a pie. Si a alguna conclusión se llegó desde los primeros compases del caso es lo difícil que resulta sentar a un ex dictador ante un tribunal, y cuán sencillo y rápido supone endosar su pena correspondiente a un ladrón de gallinas. La incredulidad se ha hecho presa del espectador, que se pregunta una y otra vez si la justicia conoce el sentido común, por otra parte, el menos común de los sentidos. Impasible ha visto numerosas puestas de escenas, donde no han faltado los viajes y más viajes de gobernantes y diplomáticos, los nutridos equipos de prestigiosos abogados o los estratégicos movimientos de los ejecutivos implicados. ¿Sabremos algún día lo que en realidad ha costado el caso *Pinochet*?

Además del hecho en sí, es decir, del proceso judicial abierto para depurar las responsabilidades de un ex jefe de Estado en varios delitos contra los derechos humanos, el *caso Pinochet*, por su transcendencia, representó la punta de un voluminoso iceberg, formado por un buen número de temas candentes: transición de la democracia chilena, ruidos de sables, derechos humanos, extraterritorialidad de la justicia, soberanía nacional o formación de una Corte Penal de ámbito internacional.

2. *El protagonismo de la justicia*

La división tripartita del poder representa la base de todo Estado de Derecho. Cada uno de estos poderes –el ejecutivo, el legislativo y el judicial– tienen sus competencias, y ninguno de ellos puede injerir en los ámbitos de los demás. En la consolidación de la división tripartita del poder está la clave del correcto funcionamiento de una democracia. A fines del siglo XX, la justicia ha recuperado un protagonismo, tantas veces opacado por intereses políticos y económicos de todo tipo. Hasta los más optimistas y crédulos se han visto sorprendidos.

La detención de Pinochet tuvo lugar a instancias de una orden del juez Baltasar Garzón [1] titular del Juzgado Central de Instrucción número 5 de la Audiencia Nacional española, al ser acusado de la muerte de ciudadanos españoles en Chile, entre el 11 de septiembre de 1973 y el 31 de diciembre de 1983. La orden judicial sometía a Pinochet a un procedimiento de extradición instado por España, cuya petición fue hecha según los términos de la Convención Europea sobre la Extradición, a la que se adhirieron varios Estados –España y Reino Unido, entre ellos– con el fin de simplificar y acelerar el proceso para el retorno de delincuentes prófugos [2]. El gobierno español quedaba obligado en base a la ley a tramitar la petición de extradición requerida por el juez español. Como simple mediador, su misión no iba, ni podía ir, más allá.

Este último aspecto es importante tener en cuenta, por cuanto hubieron intentos de politizar el caso y de provocar una reacción de los gobiernos inglés y español para intermediar en la resolución de un asunto a todas luces judicial. A pesar de que los pactos secretos no han faltado, como después se verá, los ejecutivos debieron ser fieles al credo democrático y respetar la acción y protagonismo de la justicia.

Los caminos para la acción eran escasos, especialmente por el mayoritario apoyo del Parlamento Europeo en favor de la extradición, la atenta mirada de los partidos de oposición (PSOE e IU en España), de los medios de prensa y de la opinión pública en general. En un intento de politizar el caso por parte de los defensores de la liberalización de Pinochet, se ha hablado de colonización y hasta de segunda reconquista, y se ha querido ver al juez Garzón como si de un emisario de España se tratara, actuando, en consecuencia, en nombre, no ya de un gobierno, sino en nombre de todo un país, olvidando intencionadamente que países como Francia, Bélgica o Suiza requirieron igualmente a Pinochet.

3. *El fin del imperio de la impunidad*

La pérdida de la inmunidad, que hasta su llegada a Londres venía gozando Pinochet, y la retirada de su condición de aforado por la Corte de Apelaciones de Santiago representan dos importantes avances para acabar con los nichos de impunidad, que venían cobijando a responsables de cometer importantes atentados contra los derechos humanos. A decir verdad, parece que cada vez quedan menos sitios para hacer uso de esa impunidad, y los espacios para hacer gala de los blindajes de inmunidad se están acabando. Conviene recordar que a la misma hora en que Pinochet sorteaba el juicio por demencia, el juez Guzmán dictaba el procesamiento y arresto por asociación ilícita de los cinco altos jefes de la Dirección Nacional de Informaciones (Dina), organismo responsable de atentados contra opositores en Italia, EEUU y Argentina. Asimismo, las actuaciones judiciales en contra del ex dictador argentino Jorge Rafael Videla es otro ejemplo de la decisión con que la justicia está actuando en contra de aquellos responsables de lo que se considera como una de las tragedias del siglo XX.

La retirada de la inmunidad de Pinochet por los Lores fue un mazazo fuerte no sólo contra su figura, sino contra la de aquellos que lo consideraban como un héroe nacional. El fallo puso al descubierto los pies de barro de todo un gigante venido a menos, tras saltar en pedazos el blindaje legal que durante tantos años le había asegurado impunidad e inmunidad. Augusto Pinochet volvía a ser un ciudadano más. De no haber existido su cacareado viaje a Europa, es más que probable que este paso decisivo no se hubiera dado nunca [3]. Es más, sin Garzón y sin *caso Pinochet*, el mundo judicial en América Latina no recibiría en la actualidad la lluvia de denuncias de violaciones de derechos humanos de dictaduras pasadas [4]. La razón de Estado y las extrañas protecciones que se cobijan a su amparo parecen hacerse a un lado ante la universalidad de los derechos humanos. ¿Estamos ante el comienzo de una nueva etapa de la Humanidad?

4. *El problema de la soberanía nacional y la territorialidad de la justicia*

Durante los largos meses de reclusión de Pinochet en Londres, se ha debatido con profusión, a veces con poco rigor y parcialidad en exceso, la supuesta injerencia de la justicia europea en asuntos internos de un país soberano como Chile. Dicho en pocas palabras, la extraterritorialidad de la justicia representaba una amenaza seria a la soberanía nacional chilena, uno de los puntos más delicados cuando de relaciones entre países y estados se refiere. Desde instancias oficiales y desde determinados sectores de la derecha chilena, el *caso Pinochet* representaba un atentado directo contra la soberanía nacional, a pesar de que, a nadie se le escapa, que el manejo de este argumento era la mejor manera de politizar el caso y de desviarse del tema central que retenía a Pinochet en Europa: los derechos humanos y la depuración de sus responsabilidades en los crímenes que se le imputaban.

El enconado debate giró en torno a estos dos frentes, que, en el fondo, vino a reproducir maniqueamente las filias y fobias que Augusto Pinochet despierta, aún hoy, entre la ciudadanía del país andino. Para sus detractores, la actuación del juez Garzón se convirtió en un verdadero vector de esperanza, y su incondicional apoyo a la extradición del ex dictador a España, se justificaba ante las muchas probabilidades reunidas de que Pinochet rindiera finalmente cuentas ante la justicia por una larga lista de delitos; por el contrario, para sus fieles defensores, el ex mandatario chileno debía regresar a su país natal, puerto seguro ante cualquier amenaza judicial. Su retención suponía un claro atentado contra la soberanía nacional de Chile: los problemas de los chilenos son de los chilenos y sólo los chilenos deben buscar y encontrar los caminos para su solución. Las posturas de unos y de otros

quedaron enmarcadas en este viejo dualismo, que desde 1973 vive y soporta la sociedad chilena en torno a la figura del controvertido y octogenario militar: inocente o culpable, héroe o villano.

Por lo que se refiere al ejecutivo chileno, el gobierno de la Concertación defendió la causa del ex dictador por cuestiones de soberanía nacional y, sobre todo, de conveniencia política. Desde el Palacio de La Moneda se manejó el argumento de la extraterritorialidad para declarar ilegítimo el procedimiento de la justicia española y Chile insistió hasta la saciedad en el carácter prácticamente exclusivo de su jurisdicción, invocando a un principio de territorialidad dimanante de la soberanía. El 22 de diciembre de 1998, José Miguel Insulza, entonces ministro de Relaciones Exteriores de la República de Chile, se dirigía con estas palabras a Kofi Annan, Secretario General de las Naciones Unidas: “La tendencia hacia la universalización de la justicia y los derechos humanos no pueden llevarse adelante en detrimento de la soberanía de los Estados y su igualdad jurídica”[5].

El gobierno de Frei echó el resto en la defensa del *locus delicti*, sin duda alguna, una base de jurisdicción indiscutible, la primera de ellas, la preferente y recomendable [6]. Así, la defensa de este principio estuvo detrás del compromiso que, finalmente, Eduardo Frei acabaría contrayendo con la comunidad internacional, respecto al juicio que merecería el ex dictador chileno de consumarse su regreso. Y tras el retorno de Pinochet, tal fue lo que se hizo en lo que significa un gran paso adelante en la consolidación de la democracia de este país andino, propio de un pueblo, como el chileno, que ha sabido mostrar una vez más su madurez.

5. Las debilidades de las transiciones democráticas

La detención de Pinochet supuso el retorno del ex militar chileno a la arena política chilena, para recordar una vez más que la transición a la democracia en el país andino no es entiendo sin su presencia. El país ha sido obligado a mirarse de frente en el espejo, a sostener la vista frente a su propia historia. En el fondo, este personaje, que dirigió el timón y el destino de este país andino desde 1973 hasta 1990, si bien puede ser visto como un personaje anacrónico, producto de otro tiempo, como una reminiscencia de un pasado ya pasado, nadie discute, para bien o para mal, su papel protagonista y determinante en la recuperada democracia chilena. Hoy, más que nunca, y como demanda de un futuro inmediato, la sociedad chilena se enfrenta ante el desafío de encajar su figura –a medias simbólica, a medias real– en el complejo mosaico de la democracia chilena, con el difícil beneplácito de quienes lo adoran y de quienes lo repudian.

No se dice nada nuevo al afirmar que la consolidación de la democracia en América Latina debe pasar por la superación del difícil escollo de desterrar los fantasmas de sus recientes pasados militares. Las salidas de las dictaduras sólo se pueden realizar, al menos cuando son pacíficas, gracias a una dosificación sabida de la memoria y del olvido, y es probable que en Chile “la dosis de olvido haya estado demasiado por encima de la dosis de memoria”[7]. No hay que olvidar que desde la Revolución Francesa, la primera tarea de toda democracia recuperada ha sido la búsqueda de una solución frente al legado de los hechos ominosos ocurridos durante la dictadura anterior. Para Stevens, tres son las razones que se combinan a favor de la superación de una etapa de crímenes cometidos en pasados que ya no se desean: sanar los traumas de las víctimas y sus familias, la profunda voluntad social hacia un utópico “nunca más” y la conveniencia política de una reconciliación nacional [8]. De aquí emanan precisamente las responsabilidades que deben afrontar los Estados democráticos con relación a los crímenes del pasado, compromisos que no pueden ni deben eludir: primera, la obligación de investigar y dar a conocer los hechos que se pueden establecer fehacientemente; segunda, la obligación de procesar y castigar a los responsables; tercera, la obligación de reparar integralmente los daños morales y materiales y, cuarta, la obligación de extirpar de los cuerpos de seguridad y de la función pública, a quienes han cometido, ordenado o tolerado estos abusos [9].

Chile ha dado pasos importantes para recuperar su democracia plena, pero no han faltado grilletes en los pies. La democracia chilena se ha visto obligada a crecer bajo las estrechas paredes que le permitía el particular diseño institucional heredado de la dictadura. La oposición que negoció con Pinochet el futuro de Chile colocó a parlamentarios y al jefe del Estado bajo la tutela de las fuerzas armadas [10]. La sombra de Pinochet ha sido demasiado alargada, y a pesar de que en los tiempos que

corren la sociedad chilena se encuentra más dividida que nunca, todo parece indicar que hay un proceso abierto e irreparable de *despinochetización*. El grueso de la sociedad chilena, que ha progresado al compás de la democracia, se siente cada vez más identificada con este sistema. Desterrada cualquier amenaza de involución, la derecha política muestra ya los primeros signos de haberse incorporado a la democracia y la figura de Pinochet comienza a pagar el precio del anacronismo que representa. De hecho, Chile vivió con expectación, aunque con total normalidad, la proximidad del fallo de Corte Suprema que finalmente acabaría desaforando a Pinochet. En este contexto, algunos analistas han postulado “reinventar otra transición” que termine con un Gobierno tutelado por las fuerzas armadas y donde las discusiones se den de cara al país y no existan pactos secretos ni consensos susurrados. Así, el propio Ricardo Lagos reconoció que “lo que está investigando el juez español es algo que perfectamente se podía haber investigado en Chile. El mundo nos está diciendo: ustedes tienen asignaturas pendientes que no las han aprobado”.

6. *El ocaso de la guerra fría*

Existe una concurrencia de factores que permiten deducir que el caso *Pinochet* se inserta en las coordenadas históricas del ocaso de la guerra fría. El derrumbe del comunismo, la caída del muro de Berlín, el triunfo de la democracia, así como el de la economía de mercado hacen concebir un presente y un futuro muy distinto al que se preconizaba en los años 70 y 80 en América Latina, ante la amenaza de expansión del comunismo. El propio Pinochet lo reconocía en una carta dirigida a los chilenos en diciembre de 1998.

El comunismo, por su parte, esa verdadera anti-religión, le costó a la humanidad las vidas de millones de niños, mujeres y hombres en los diferentes países de Asia. También en América el marxismo sembró la muerte y la destrucción [...]. En Chile, el resultado de nuestra historia es que este desconocido y lejano país pudo superar con éxito la prueba más grande que hay tenido que enfrentar en este siglo. En una verdadera hazaña, que sus agentes nunca nos perdonarán, pudimos demostrar antes que nadie que era posible derrotar al poderoso “imperio de la mentira y del odio”. Aseguramos nuestra libertad y emprendimos temprana y visionariamente el arduo y difícil camino de la reconstrucción nacional y el establecimiento de una sociedad moderna y libre.

Si el fenómeno de las dictaduras permitió trincar los aires de triunfo del socialismo, la pregunta que nos debemos hacer hoy es a quién interesa esas dictaduras o los ecos de las mismas. Bajo una lógica democrática, los ejércitos deben servir a la sociedad civil para conservar el orden, luchar contra el narcotráfico, el terrorismo o emprender acciones humanitarias. La sociedad civil, a través de elecciones libres, debe estar representada en los ejecutivos, y el sistema político imperante debe responder a la división tripartita del poder. La democracia es el sistema político predominante y el libre mercado el sistema económico imperante. Atrás quedaron los “monstruos” ideológicos, que podían alterar el sistema capitalista. Con el mismo pragmatismo con que se autorizaron aquellas dictaduras, hoy se consideran a sus protagonistas personajes anacrónicos que deben rendir cuentas a la justicia para dar credibilidad a los sistemas instaurados.

Así por ejemplo, la restauración de la democracia chilena, tras la derrota sufrida por Pinochet en el plebiscito del 5 de octubre de 1988, se inició al compás del proceso de democratización que tuvo lugar en América Latina a comienzos de los ochenta y que coincidió con el estallido de la crisis económica más profunda y duradera de su historia contemporánea. Esta ola democratización no se explica, sin embargo, como resultado de un cambio en las características económicas, institucionales, sociales y culturales de la región, sino como una salida a crisis económicas y políticas de enorme magnitud [11]. El contexto político internacional no podía ser más favorable, y el ocaso de la Guerra Fría hizo que la administración norteamericana viera con buenos ojos procesos de transición a la democracia en América Latina. En otras palabras, “no había motivos para justificar lo injustificable ni para arriesgarse con dictadores poco confiables e impopulares ante la opinión pública internacional” [12]. Estados Unidos actuaba con el mismo pragmatismo político que ensayó cuando decidió apoyar el golpe de estado de Pinochet contra el gobierno democrático de Salvador Allende. A fecha de hoy, la historia de la implicación norteamericana en el golpe contra el presidente socialista está suficientemente documentada y la desclasificación de 16.000 documentos nuevos por el gobierno de la Casa Blanca, en noviembre de 2000, sólo añaden pinceladas al cuadro [13]. Gabriel Albiac escribe: “A mediados los setenta, el castillo

de naipes de los sueños se fue desmoronando carta a carta. La larga guerra fría entraba en su perpendicular más gélida. Chile contrarrestó Vietnam. Y aquella mala bestia de uniforme no habría movido un dedo si el Departamento de Estado americano no le hubiera dado minuciosa cobertura” [14].

7. *El caso Pinochet como argumento electoral*

El *caso Pinochet* no puede desvincularse de las convocatorias electorales que vivieron, respectivamente, Chile (16-I-2000) y España (12-III-2000), durante los meses en que Pinochet estuvo recluido en Londres. Bien manejado, el *caso Pinochet* podía convertirse en un activo para obtener un buen puñado de votos extras. Y como parecía estar escrito, en aras del pragmatismo político que tanto impera en nuestras democracias, la figura de Pinochet se utilizó en ambos lados del Océano en función de las exigencias del circo electoral. Se trataba de un contexto propicio para actuar con la calculada medida tan propia de la clase política contemporánea, que exacerba todavía más esta prudencia en períodos de comicios, donde las declaraciones o los gestos se hacen con miras a una milimétrica rentabilidad electoral.

Empezando por la segunda convocatoria, según orden cronológico, hay que significar que el presidente José María Aznar tramitó la orden de extradición solicitada por el juez Garzón en un tiempo récord, demostrando con esta acción un correcto y democrático apego al Estado de Derecho. En pocas palabras, el Gobierno español se declaraba partidario de “dar cumplimiento a las decisiones judiciales”, tal y como parecía exigir la coyuntura del momento: declaración del parlamento europeo en favor del enjuiciamiento del militar chileno [15], fuerte presión de los medios de comunicación y los partidos políticos, principalmente de izquierda, y, por encima de todo, viraje del Partido Popular –partido en el gobierno– hacia el centro del albero político español. Como apostilla Josep Ramoneda, “Aznar ha hecho lo de tantas veces: no obrar por convicciones, sino por oportunismo político” [16]. El 30 de julio de 1999, en plena campaña electoral, el encuentro entre Abel Matutes y Joaquín Almunia, secretario general del PSOE. y candidato a la presidencia por su partido, puso al descubierto las abiertas diferencias entre ambas fuerzas políticas respecto a la solución que debía darse al caso [17]. De una parte, un Matutes partidario de soslayar la vía judicial a través de la fórmula del arbitraje, de la otra, un Almunia decantado hacia la tramitación judicial de la extradición de Pinochet. El PSOE se desmarcaba de la propuesta gubernamental por razones de conveniencia electoral, pero también por motivos de principios políticos. No hay que olvidar que el golpe de Estado de Pinochet fue “una herida profunda que todavía sangra en el imaginario de la izquierda española” [18].

En el caso de Chile, la detención de Augusto Pinochet hizo de la campaña electoral algo más que un contexto propicio para la presentación de candidatos, programas y propuestas para la solución de los problemas del país. Los partidos de izquierdas y Ricardo Lagos se encontraron frente a un enemigo invisible. Atacar a Augusto Pinochet hubiera sido como golpear a una sombra, especialmente, para un Lagos que no podía permitirse el lujo de atacar a un anciano que en aquel entonces arrastraba su decadencia física por los hospitales londinenses. El candidato de la Concertación, además, estaba en mala situación para criticar a un personaje por el que su propio Gobierno se había visto obligado a batallar en el terreno diplomático y judicial. Ante estas circunstancias, la tesis de Lagos antes y después de la campaña electoral fue clara: el *caso Pinochet* es un asunto judicial, del que sólo la justicia debe hacerse cargo. Tras ganar los comicios, el ya presidente Lagos afirmó que si Pinochet no era juzgado en Chile, hablaríamos de una “democracia castrada”.

La derecha chilena no desaprovecharía tampoco la ocasión para rentabilizar electoralmente la reclusión de Pinochet, sentenciando de entrada que el tiempo del pinochetismo pertenecía al pasado y que su líder Lavín ofrecía un futuro sustentado en la apremiante necesidad de olvidarlo todo, de una vez y para siempre, incluyendo la dictadura que aplaudió y con la que colaboró. La ausencia de Pinochet le quitaba a la derecha la necesidad de cargar con una mochila de piedras, a la vez que le permitía articular un discurso político basado en la idea de cambio y de modernización, centrado en el futuro y desligado por completo del pasado. La derecha prefería a Pinochet en Londres de símbolo que en Santiago oscureciendo la campaña electoral. De una parte, se presentaba a Pinochet como cosa de otro tiempo, y de otra, las críticas se dirigían hacia dos frentes: primero, hacia la ineficacia del gobierno en conseguir el retorno de frágil militar y, segundo, hacia la izquierda por aprovechar la detención de militar chileno para

vincularse a movimientos extranjeros y entregar porciones de soberanía nacional por satisfacer sus deseos de venganza. La coartada era perfecta.

La proximidad de las elecciones chilenas precipitó los acontecimientos. El Gobierno británico tenía tres opciones: entregar a Pinochet a Ricardo Lagos, entregarlo a Joaquín Lavín o no entregarlo. Si Lavín hubiera triunfado en los comicios, Londres se hubiera sentido responsable en parte de esa elección y se hubiera visto obligado a entregar a Pinochet a un colaborador de la dictadura, después de haberse negado durante 15 meses a un Gobierno de centroizquierda integrado en parte por víctimas de la dictadura. Por ello, tal y como estaba escrito en el guión, ese mismo mes de noviembre el ministro del Interior británico ofrecía a Pinochet la realización de exámenes médicos, para ver si su salud le permitía afrontar la extradición.

8. *El poder de los pactos*

Desde la detención de Pinochet, los tres ejecutivos implicados jugaron sus bazas en un caso que a todas luces parecía quedar reducido a un ámbito judicial. Independientemente de la voluntad de cada ejecutivo, todos ellos tuvieron la difícil misión de mostrar un escrupuloso respeto a la actuación de la justicia, para hacer realidad esa división de poderes sobre la que descansa, y además otorga credibilidad, todo Estado de Derecho. El ejecutivo que estuvo en miras de todos fue, sin duda, el español. De un juez español provenía la solicitud de extradición, y, por tanto, debía ser el gobierno español el implicado en su tramitación.

El gobierno de Aznar intentó despachar el *caso Pinochet* en 4 fases: Primera: El ejecutivo español se presentó ante la opinión pública nacional e internacional como como buzón del juez Garzón en los temas de extradición. Tramitó la orden de extradición en el tiempo récord de una semana, tal y como lo exigía la campaña electoral y el viraje del Partido Popular hacia el centro político. Las encuestas de fines de 1998 acabaron certificando que Aznar se estaba beneficiando del *caso Pinochet*.

Segunda: A fines de julio de 1999, Rodolfo Martín Villa, presidente de la empresa Endesa, fue enviado por Aznar a Chile para negociar un arbitraje bilateral entre ambos países. Si bien, el plan recibió el beneplácito del inquilino de La Moneda, en España era el principal partido de la oposición de la oposición –PSOE– el que debía dar luz verde a la vía del arbitraje. El gobierno debía contar con el apoyo parlamentario suficiente, pero la negativa del PSOE a aceptar una solución al *caso* ajena a la puramente judicial dejó la propuesta del arbitraje en papel mojado.

Tercera: El paso siguiente fue recurrir al Tribunal Internacional de Justicia de La Haya. Este organismo, dependiente de Naciones Unidas, era para España “la única vía compatible con el ordenamiento jurídico español” que permitiría “dar una solución completa” al conflicto generado por la petición de extradición de Augusto Pinochet [19]. El único problema estaba centrado en el factor tiempo, ya que las resoluciones de los asuntos que llegan a dicho tribunal tardan un promedio de dos años y medio, un plazo excesivo para resolver un asunto tan perentorio como el del ex general chileno. La edad y el estado de salud de Pinochet obligaron a descartar también esta opción. La búsqueda de soluciones era, por tanto, una verdadera carrera contra el tiempo.

Cuarta y última: Agotadas las vías, la solución pasaba por alcanzar un acuerdo por razones humanitarias, habida cuenta de que el ministro del Interior británico tenía potestad para interrumpir el proceso de extradición por esta causa. Para ello debía colaborar la naturaleza, y eso tuvo lugar en septiembre y octubre de 1999 cuando la salud de Pinochet empeoró notablemente. España, ya en la Cumbre de Río de julio de 1999, dijo que respetaría la decisión del gobierno británico. Para entonces, estaba pactado que Pinochet saldría de la isla, acusado, sin inmunidad diplomática, pero saldría por razones de salud. Después, el gobierno de Aznar filtraría el informe médico al cual fue sometido Pinochet para alimentar la escenificación de la salida humanitaria. Para el gobierno español había un problema y, finalmente, se solucionó o por lo menos se trasladó a Chile.

9. *Una firme apuesta por los derechos humanos*

Recién celebrado el 50 aniversario de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, el *caso Pinochet* ha permitido, más allá del auto de procesamiento, hablar y reflexionar en voz alta sobre la universalización de los derechos humanos. El *affaire* Pinochet ha devuelto a la humanidad sobre sus propios pasos para recordar que un futuro de convivencia y paz no se puede ganar a costa de cambiar la

memoria por el olvido. Por momentos, parecería ser suficiente, en aras de tranquilizar conciencias, un reconocimiento de los errores cometidos, incluyendo el perdón y el arrepentimiento. A nadie se le escapa que lo que estaba en juego con este caso era el reconocimiento de los derechos humanos, empezando por los de las víctimas, o familiares de las víctimas, chilenas durante el lapso en que Pinochet fue primer mandatario de Chile. Su liberación por razones humanitarias no fue óbice para que se le reconociera su responsabilidad en graves atentados contra derechos humanos fundamentales. Para la víctimas, la decisión fue un verdadero triunfo moral. Si de algo se está hablando en este cambio de época es de derechos humanos y, cuando eso tiene lugar, no hay duda de que la humanidad da importantes saltos de gigante. El caso *Pinochet* se presentó así como un medio para ganar el futuro y para acabar con los acostumbrados nichos de impunidad que han presumido determinados dictadores de la historia contemporánea reciente. En un mundo cada vez más globalizado, de fronteras abiertas y del ocaso de las fronteras, todo parece indicar que ha llegado el comienzo de una nueva era de globalización de los derechos humanos. Puestos a globalizar que se globalicen también los derechos humanos y la defensa de los mismos. Si esto resulta hoy una utopía, tal vez si nos ponemos a trabajar en esta dirección logremos alcanzar un día esa meta que nos haga a todos, precisamente eso, seres humanos.

Al respecto de esta idea última, el profesor Corriente Córdoba presenta la siguiente idea: “El asunto Pinochet no ha sido una experiencia baldía, puesto que, por su gran impacto en la opinión pública internacional, ha producido un aumento de la conciencia jurídica universal sobre la necesidad de punición de determinados crímenes y de que es también necesario encomendar su persecución a una jurisdicción internacional” [20]. En la misma línea, Matilde Wolter escribe: “Es en el campo de los derechos humanos donde el caso marca una verdadera revolución, signa la transición de un sistema de derecho internacional basado en el poder de los Estados, a uno basado en el poder de las personas, mediado por Estados que en su fundamento de legitimidad deben reconocer y defender el derecho de los individuos” [21]. Están en juego intereses de la Humanidad, y para su defensa no basa el principio de territorialidad, sino que hay que abrir mayores espacios al de universalidad. En lo sucesivo, veremos hasta qué punto la resonancia del caso *Pinochet*, gracias al impulso de los medios de comunicación, garantiza una mayor conciencia y sensibilidad hacia los derechos humanos. Si esto se produce habremos dado un importante paso de civilidad.

10. Creación de un Tribunal Internacional

No se oculta que el caso de *Pinochet* provocó un deterioro importante de las relaciones entre los países implicados. A veces, en un plano más simbólico que real, las protestas desde Chile iban dirigidas a los dos ejecutivos involucrados –el inglés y el español– a quienes se les recordaba un tema fundamental, cuando de Estados se habla, como es la soberanía nacional, además de la territorialidad de la justicia. Los desencuentros se produjeron coincidiendo con la posibilidad de que Augusto Pinochet finalmente acabara sentado en un banquillo de acusados. En el caso de España, su ejecutivo se vio obligado a tramitar una orden de extradición contra Pinochet, a la vez que provocaba que en el Palacio de La Moneda las cañas se tornaran en lanzas. A tenor de esta circunstancia, debemos preguntarnos dónde debe quedar la responsabilidad de un ejecutivo con la justicia, y dónde con su legítimo deber de cuidar las relaciones exteriores con otros estados, especialmente cuando de por medio existen muchos intereses económicos [22]. Si el gobierno de Frei no pidió la intervención de la justicia española contra el ex militar chileno, ello significa que dicha actuación iba en contra de los propósitos del ejecutivo chileno. En principio, así de sencillo.

Para superar estos difíciles cuellos de botella, se hace necesario la creación de un instrumento capaz de solucionar casos como el de Pinochet, sin poner en entredicho la relación entre estados. La creación de un Tribunal Penal Internacional permitiría hacer realidad este supuesto, al administrar justicia sin la salvaguarda de fronteras y hacer pagar los crímenes a quienes los cometan, especialmente cuando se traten de crímenes contra la humanidad. En un mundo cada vez más globalizado, urge la creación de una institución jurídica capaz de depurar las responsabilidades de aquellos que cometen atentados contra los derechos humanos más fundamentales. En aras al sentido común, todo parece indicar que un Estado no puede convertirse en justiciero universal.

La conciencia jurídica y las exigencias éticas de nuestro tiempo reclaman que los crímenes contra la Humanidad puedan ser perseguidos y sancionados de acuerdo con normas internacionales y por una jurisdicción internacional en tanto que atentatorios a los derechos e intereses legítimos, no sólo de las víctimas, sino también de todos, de la Humanidad entera. En julio de 1998, 96 estados firmaron en Roma un tratado para la creación de un Tribunal Penal Internacional, aunque para su entrada en vigor se necesitarán 60 ratificaciones. Hasta el momento, en Europa sólo Noruega e Italia lo han hecho, y Alemania, Austria y Francia están en curso. Grandes potencias como Estados Unidos, Rusia y China, de momento, dan muestras de una fuerte resistencia, a pesar de que el Tribunal no juzgaría hechos anteriores a su entrada en vigor. El obstáculo, como apunta el profesor Corriente Córdoba, está más bien en que todavía muchos estados no están dispuestos a consentir el enjuiciamiento internacional de algunas conductas abominables. Se trata, sin embargo, de empezar a cubrir etapas de un proceso de compromiso jurídico y político de los Estados que llevará algunos años.

3. Conclusiones

Nada más, mucho más. Queda por delante un largo trecho para seguir avanzando en el camino de la reflexión sobre lo mucho que nos ha dejado el *caso Pinochet* y lo mucho más que nos dejará si seguimos aprendiendo del mismo. El debate y la reflexión en foros como este nos debe servir para aprender y para sacar las conclusiones necesarias para construir un futuro exento de esas sombras del pasado que ni siquiera el olvido logra borrar de la memoria. Por el momento, y a modo de final, vayan por delante estas palabras de Fernando Savater que deberíamos recordar hoy, mañana y siempre:

La gran revolución política del siglo XXI será, sin lugar a dudas, el proyecto de extender efectivamente los derechos humanos a todas las personas, consiguiendo globalizadamente que el capricho de las fronteras, los pintorescos atavismos folclóricos al servicio de tiranías colectivas o los abusos multinacionales de la especulación financiera no lleguen a convertirse en barreras insalvables para su cumplimiento. Algo se ha hecho, muchísimo queda por hacer. Pero si fracasamos, lo que nos espera no es una civilización distinta, sino una barbarie tecnificada, consumista y reforzada por la nefasta superstición de que los humanos debemos dedicarnos a cultivar nuestras diferencias insolubles y no a proteger institucionalmente nuestra humanidad común [23].

4. Referencias

- [1] El escritor mexicano Carlos Fuentes escribe: “En ausencia de un tribunal internacional permanente para juzgar delitos contra los derechos humanos, el carácter universal e imprescriptible de los mismos otorga a las instancias judiciales pertinentes de cualquier país el derecho de actuar para juzgar y en su caso, castigar a quienes –Jefes de Estado o subordinados– violen la vida y la seguridad de los ciudadanos nacionales que jueces como Baltasar Garzón están obligados a proteger”. FUENTES, Carlos: “¡ Viva Chile, mierda! *El País Digital*, 25 de noviembre de 1998.
- [2] Los términos de la Convención Europea sobre la Extradición se han ido incorporando, sin muchas reservas, a las leyes locales de los respectivos países firmantes, y en el caso de España la ley pertinente está contenida en la Ley de Extradición de 1989 y en la Convención Europea sobre Orden de Extradición de 1990. El propósito de la Convención, y el resto de las leyes que la acompañan, es suministrar una forma de proceder simplificada que no se empantane en detalladas consideraciones de las pruebas. Como significó uno de los magistrados ingleses, Lord Juez Kennedy, “la persona a la que se quiere extraditar tiene que saber, en términos generales, lo que se supone que ha hecho, y tanto el Secretario del Interior como el Magistrado necesitan tener la certeza de que la supuesta conducta sería considerada un crimen grave en cualquier país”. *Abc*, 16 de febrero de 2000.
- [3] La hija del malogrado presidente Allende y portavoz del grupo socialista en el Parlamento chileno, Isabel Allende, ha asegurado en más de una ocasión que el proceso abierto en España contra Pinochet ha sido fundamental para el cambio del clima político en Chile y que “el 70% de los chilenos está a favor de que se encause a los asesinos”. *El País Digital*, 28 de septiembre de 1999. Como señala Solé Tura, “el blindaje de Pinochet en Chile ya está siendo socavado y llegará un momento en que desaparecerá no sólo por antidemocrático sino también por anticuado, arcaico y vergonzoso. Tan antidemocrático, anticuado, arcaico y vergonzoso como el patético personaje que

- se encerró en él". SOLÉ TURA, Jordi: "Franco y Pinochet". *El País Digital*, 27 de septiembre de 1999.
- [4] Véase "América Latina después de Garzón". *El País Digital*, 25 de noviembre de 1999.
- [5] REMIRO BROTONS, Antonio (1999): *El caso Pinochet. Los límites de la impunidad*. Madrid, Editorial Biblioteca Nueva, p. 238.
- [6] REMIRO BROTONS, Antonio (1999): *op. cit.*, p. 47.
- [7] EDWARDS, Jorge: "El olvido y la memoria". *El País Digital*, 26 de noviembre de 1998.
- [8] "Si esta tarea no se lleva a cabo de manera profunda y completa –continúa la argumentación de Stevens– pasarán décadas todavía en que las relaciones sociales se verán condicionadas por los fantasmas del pasado". STEVENS, Willy J. (1999): *Desafíos para América Latina*. México, Taurus, p. 221.
- [9] MÉNDEZ, Juan E.: "Derecho a la verdad frente a las graves violaciones a los derechos humanos". En VV. AA.: *La aplicabilidad de los tratados sobre los Derechos Humanos por los tribunales locales*. Centro de Estudios Legales y Sociales, Buenos Aires, 1997, p. 526.
- [10] SCHERER GARCÍ A, Julio (2000): *Pinochet, vivir matando*. México, Aguilar, p. 13.
- [11] BERENSZTEIN, Sergio (2000): "La democracia se afirma en el Cono Sur". *Istor*, n.º 1, p. 91.
- [12] BERENSZTEIN, Sergio (2000): *op. cit.*, p. 92.
- [13] Según estos documentos, la Administración de Nixon se comprometió a emprender "todo lo posible para hacer caer a Allende". Se llegó a fomentar un golpe para evitar que Allende asumiera el cargo, y, una vez en La Moneda, la CIA mantuvo la "máxima presión" para "evitar que se consolidase en el poder". Nixon prometió "arruinar la economía chilena", a la vez que Estados Unidos dedicaba más de seis millones de dólares de la época a ayudar a los opositores de Allende. Ya en 1972, un año antes del golpe, Washington tuvo conocimiento de que Pinochet se mostraba convencido de la necesidad de hacer caer al presidente chileno mediante un levantamiento o golpe de Estado. Véase *El País Digital*, 15 de noviembre de 2000.
- [14] ALBIAC, Gabriel: "Hastío de Pinochet". *El Mundo*, 10 de febrero de 2000.
- [15] El 22 de octubre de 1998 el Pleno del Parlamento Europeo aprobaría una resolución que instaba al Gobierno español a que "en caso de que las autoridades judiciales lo requieran" solicitase "con la mayor rapidez" la extradición del general Augusto Pinochet. Dicha decisión estuvo basada en la obligación que impone el Tratado de la Unión Europea a sus miembros de colaborar en la lucha contra la delincuencia internacional. La votación del Europarlamento fue abrumadora: 184 votos favorables, 12 en contra y 14 abstenciones. *El Mundo*, 23 de octubre de 1998.
- [16] "El Gobierno no tiene opinión sobre un caso de tanta envergadura –continúa su explicación– porque se escuda bajo el argumento de la independencia de la justicia. Convierte la demanda de extradición en un trámite para dar un perfil políticamente incoloro a su acción, al tiempo que manda al fiscal general a hacer el trabajo sucio: boicotear la extradición. Y despliega una diplomacia de doble lenguaje que irrita a los gobernantes chilenos". RAMONEDA, Josep: "Pinochet y los realistas". *El País Digital*, 30 de septiembre de 1999.
- [17] *El País Digital*, 1 de agosto de 1999.
- [18] *El País Digital*, 30 de septiembre de 1999.
- [19] *El País Digital*, 20 y 30 de septiembre de 1999.
- [20] CORRIENTE, José A. (2001): "El Caso Pinochet como episodio en la evolución del derecho internacional". En BLANC ALTEMIR, Antonio (Ed.): *La protección internacional de los derechos humanos a los cincuenta años de la Declaración Universal*. Madrid, Tecnos, p. 241.
- [21] WOLTER, Matilde (1999): "Chile: Pinochet sigue marcando". *Nueva Sociedad*, n.º 159, p. 10.
- [22] Detrás de este plan hay nombres y estrategias, y, por encima de todo, intereses de todo tipo, empezando por los económicos. Sirva, como ejemplo, que al cierre de 1997 los capitales aprobados en Chile provenían en su mayoría de Reino Unido (22,1%) y de España (21,3%), relegando a Japón (14,1%) y a Estados Unidos (12,7%) al tercer y cuarto lugar respectivamente, y, que, hoy por hoy, España es el primer inversionista en el país andino. Esta urdimbre de intereses económicos y comerciales entre Chile y España no debe perderse de vista a la hora de contextualizar el caso *Pinochet* y de entender cualquier movimiento que hicieron los ejecutivos durante el conflicto. Dicho sea de paso, la detención de Augusto Pinochet no alteró las relaciones económicas y comerciales entre ambos países: 1999 fue testigo de la mayor inversión extranjera en Chile, y su mayor porcentaje tuvo color español.
- [23] SAVATER, Fernando: "¡ Pinocho, a la picota! ". En www.elpais.es/especiales/1998/derechos/pag7.

Monica Gonzalez

La Guerra Fría y el Nuevo Orden Mundial: Conflictos, seguridad y Paz Internacional

Monica Gonzalez*

“La Libertad, querido Sancho, es uno de los más preciosos dones que a los hombres dieron los cielos. Con ella no pueden igualarse los tesoros que encierra la tierra ni el mar encubre; por la Libertad se puede y debe aventurar la vida”.

Miguel de Cervantes Saavedra

1.

El cambio estratégico-militar resultante de la menor resistencia de uno de los enemigos, llevó a un redimensionamiento de la seguridad internacional, colocando un nuevo valor a los desafíos.

Con la caída del Muro de Berlín, cayeron todos los esquemas estructurados durante la Guerra Fría sobre lo que representaba una amenaza, al igual que la paz internacional.

Evidentemente, la desaparición de la amenaza soviética no representó la pacificación de África, Asia, América Latina e inclusive de Europa. Al contrario, sin la amenaza roja, se dejan ver otros peligros antes ignorados. Con ello, estrategias y académicos se ocupan y preocupan por temas que antes no eran importantes pero que cobran atención, como los conflictos intra-nacionales que sustituyen las guerras ideológico-fronterizas.

Tratar de definir los conflictos, las amenazas a la paz y la seguridad internacional a la luz de los hechos, nos lleva a temas muy diversos. En la Guerra Fría directamente se relacionaban con las ideologías y la carrera armamentista (*si vis pacem, para bellum*), en los ochenta se vinculó al desarme, y en los noventa con los derechos humanos y la democracia. Así, la agenda internacional actual, además del libre mercado, se ocupa del desarme (nuclear y convencional), la democracia, los derechos humanos, insurgencias étnicas, el medio ambiente, terrorismo y narcotráfico. Existen, además, otros temas abordados con menor esfuerzo pero no sin entusiasmo, tales como pobreza, demografía, salud y educación. Todos ellos, en mayor o menor medida son atendidos porque representan amenazas, replantean el concepto de seguridad colectiva, y las formas actuales de resolución de conflictos.

2.

Immanuel Kant plantea en su tratado *La paz perpetua* (1791), que las diferencias ideológicas entre la población, que en un momento favorecieron la guerra (o conflictos), con el tiempo desaparecen; pero ni los rusos son más afables con los chechenos ni Estados Unidos con Fidel Castro.

Las milenaristas visiones de Samuel Huntington con sus olas civilizadoras, Francis Fukuyama con la felicidad de la democracia liberal, Nye y Owens con la relación entre democracia y paz, o Richard Barrent quien señaló: “*Modern civilized states do not settle their differences through*

* Dra. en Relaciones Internacionales, Investigadora Nacional, profesora del ITESM, Campus Ciudad de México.

Monica Gonzalez

war, the do no violate basic human rights” (1995: 43-44), resultaron todas poco acertadas. Los acontecimientos del 11 de septiembre y del 7 de octubre del 2001 así lo demuestran.

Posiblemente una explicación más convincente se encuentre en la *Realpolitik* y el estado de conflicto permanente donde la paz es la excepción: el presente se encuentra lleno de luchas por el poder y los conflictos militares continúan en el desarrollo y subdesarrollo a pesar de la erosión de la amenaza soviética¹.

Existen indudablemente dos características de los conflictos actuales: se centran en problemas inscritos en el orden interno de los Estados; y la agenda internacional se integra por temas que permiten intervenir en cualquier parte del mundo, sea bajo pretexto de proteger el medio ambiente, derechos humanos, democracia o luchar contra el terrorismo. Es decir, los conflictos actuales no tienen fronteras pero sí ideología. No es casual que los temas sean morales y plagados de ambigüedades.

Así, llegamos al *Idealpolitik*. El orden se ve afectado por un nuevo estereotipo. Ya no hay países *malos* ni modos de producción *malos*, sino etnias malas, religiones nocivas y líderes nefastos, como fundamentalistas musulmanes, separatistas vascos, el somalí Mohamed Farah Aidid, el serbio Slobodan Milosevic, el angoleño Jonas Savimbi, el iraquí Saddam Hussein o el talibán Osama Bin Laden (Cheney 1990, *US Congressional Press Release* 2001).

Al mismo tiempo, resulta interesante observar que precisamente los problemas que enlista la agenda, son temas que afectan sobre todo al Tercer Mundo: democracia, población, narcotráfico, derechos humanos y contaminación entre otros. Con el derrumbe del Muro de Berlín el Sur adquiere mayor importancia. Hasta 1990, su turbulencia se debía, a los ojos de Washington, a la injerencia soviética. Sin embargo, con el colapso de Moscú, los estrategas del Pentágono descubrieron que los conflictos se miniaturizaban (Gary 1995: 18). Así, al contrario de la Guerra Fría, los conflictos tienen causas endógenas y efectos hexógenos y se convierten en una cuestión Norte-Sur.

3.

¿Qué es un conflicto entonces? Si bien un conflicto se define por la tensión que produce, en el escenario internacional, se relaciona más con la amenaza, eventual o real, que produce o puede producir. Veamos

¿Cuál es la principal amenaza en el Nuevo Orden? El ex-presidente George Bush padre señaló: *“The security challenges we face today do not come from East alone. [It] is the unfortunate fact that the world faces increasing threat from armed insurgencies, terrorists and, [narcotic]*

¹ Después de la caída del socialismo soviético y la democratización del Tercer Mundo, inició un proceso de conclusión de guerras prolongadas: Angola, Etiopía, Guatemala y Mozambique. Sin embargo, estas conflictos tenían más que ver con la Guerra Fría y guerrillas socialistas. Los nuevos conflictos tienen más que ver con tintes étnicos y enfrentamientos aletargados y controlados. La destrucción de bibliotecas en Sarajevo y Sukhum, Budas en Afganistán, mezquitas en Medio Oriente y genocidio simbolizan nueva guerras que no luchan por territorios, sino culturas.

Monica Gonzalez

traffickers" (Bush 1989). George W. Bush se concentró en identificar un enemigo, pero amenazante para todo el mundo: "*The enemy of America [is] a radical network of terrorists, and every government that supports them. This is the world's fight. This is civilization's fight. This is the fight of all who believe in progress and pluralism, tolerance and freedom*" (Bush W. 2001)

La tesis: "el mundo es amenazante", es una interpretación simplista y maniquea (utilizada en la Guerra Fría y el Nuevo Orden). Al catalogar los peligros y distinguir a los *malos*, se requiere un criterio de selectividad (horizontal): Estados Unidos protege los yacimientos petroleros kuwafés, pero ignora el genocidio ruandés, protege a los kurdos iraquíes, pero olvida a los que se encuentran en Turquía. ¿Cuál es el criterio para las intervenciones? ¿Cómo se mide una amenaza? En realidad nadie quiere ni espera que se intervenga en todos los lugares en conflicto, pero ¿Cuál es el criterio de selección?

La anarquía en Somalia, no la de Sudán, la democracia en Haití y Cuba, no la de Arabia Saudita, el desarme de Irak, no el de Israel, amenazan la paz internacional. Los hijos de la Guerra Fría no ocupan el interés nacional, sólo los *bastardos*, hijos ilegítimos del Nuevo Orden, que ponen en peligro el abastecimiento energético del Norte (Irak), cuestionan su humanitarismo (Somalia), su poderío (Haití), poseen sus armas nucleares (Corea del Norte) o por cuestiones de orgullo nacional (Cuba). La relación entre poder y *orden* es de naturaleza dialéctica.

Desafortunadamente, el *idealismo* de la "amenaza", no distingue provocaciones de transformaciones sociales y políticas: cambio de circunstancias (líderes, proyectos nacionales y al exterior, etc.), y delata por sí mismo su concepción estatocéntrica: todo cambio es peligroso y las alteraciones no pueden más que estar respaldadas por un enemigo (muchas veces imaginario), como señaló el asistente del Secretario de Defensa James Locher: "*Numerous phenomena foment instability, [these] include rising nationalism, burgeoning international arms bazaars, ethnic tensions, fundamentalism, environmental degradation and economic stagnation*" (Chomsky 1991: 4).

Sólo así podemos entender que la amenaza a la paz mundial, sea representada por mafias, corrupción, terrorismo, narcotráfico, islamismo, exigencias de autodeterminación, las zonas sin ley, revueltas urbanas, desempleo, pobreza, SIDA, migración, refugiados, y medio ambiente, sean o no de forma real y seria, cuestionada la democracia y la violación a los derechos humanos. Curioso, todos son asuntos internos, *domestic affairs* internacionalizados.

Así, la inestabilidad por sí misma representa la principal amenaza a la paz mundial. En el ejercicio por controlar esas zonas, el subdesarrollo, criticado y agredido, exagera su nacionalismo o fanatismo religioso. Precisamente, como la inestabilidad (amenaza) viene del Sur, la ideología mesiánica de *rescate* de las *criaturas perdidas*, para señalarlo en tono amable, es un argumento que permite el intervencionismo en localizaciones inestables importantes para los estables países desarrollados del Norte. Así las cosas, las fuerzas armadas de Estados Unidos son utilizadas, como parte de su destino manifiesto, por cuestiones de justicia: *Causa Justa*

Monica Gonzalez

(Panamá), “Una guerra justa con medios justos” (Irak); *Restaurar la Esperanza* (Somalia), *Proveer Confort* (norte de Irak), y *Libertad Duradera* (Afganistán).

El análisis occidental argumenta la existencia de una *civilización* -o serie de valores-, que deben ser asumidos en forma general para reducir las posibilidades de conflicto, colocando en una situación difícil a otras culturas que aún no se insertan o consolidan instituciones en *la modernidad*. Este enfoque, niega, además, la existencia de un modelo alternativo *racionalmente viable*, amenazas oficialmente no reconocidas (los recursos no renovables), el patriotismo en los líderes occidentales (en el subdesarrollo se critica el nacionalismo exacerbado, mientras que en el desarrollo no es cuestionado). Milosevic o Hussein no son menos patrioteros que Bush o Anthony Blair. Esto puede llevarnos a plantear un problema mucho más grave: la legitimidad de los nacionalismos *chiquitos*, frente a los *grandotes*.

Las minorías étnicas (nacionalismos locales), cuyas características religiosas, culturales e ideológicas o intereses propios se contraponen a otro grupo de mayoría nacional, generan violencia. La amenaza es mayor cuando el crecimiento de nativos y especialmente inmigrantes afecta directamente a países desarrollados (Estados Unidos, Francia y España por ejemplo). América Latina ya empieza en California, Texas y Florida.

Occidente se encuentra amenazado en su ecuación poblacional, y a la vez más comunidades étnicas locales elevan su voz afectando no sólo la cohesión nacional, sino cuestionando la democracia, los derechos humanos y la tolerancia de las sociedades *occidentalizadas*. El debate sobre las identidades culturales es menos una cuestión filosófico-jurídica de relaciones entre nacionalidad y ciudadanía, que el control práctico de elites en términos de seguridad nacional o regional y sus amenazas. Para ello se refuerzan las aduanas "poblacionales". *Sociedades libres* cerradas a la migración, nacionalistas que critican el nacionalismo.

Sin embargo, es en el subdesarrollo, tierra abonada para generar conflictos dada su desigualdad, donde se enfocan las denuncias al etnicismo, las violaciones a los derechos humanos, el narcotráfico, el terrorismo y demás inestabilidades, es decir, posee los puntos que constituyen la principal amenaza para la seguridad y la paz *mundial*. De ahí la tendencia a frenar la inestabilidad, en una especie de *neo-contención*.

4.

Así, la política de seguridad internacional se vuelve una realidad hemisférica Norte-Sur. En el proceso, la comunidad internacional se agrupa en semi-autonomías de seguridad (adaptaciones o transformaciones sin violencia), aisladas del desorden (del Sur), las zonas inestables y amenazantes. En estas islas de seguridad (Norte), no debe penetrar la droga, los terroristas, el crimen organizado, y con ello también los inmigrantes. La dinámica comunitaria es reemplazada por una noción psíquica de frontera estable vs. regiones amenazantes. Así, amenazas y seguridad se regionalizan, invalidando la concepción de amenaza y seguridad internacional, y

Monica Gonzalez

desacreditando la validez del Capítulo 7, Artículo 39 de la Carta de la ONU que señala como amenaza a la paz: “quebrantamiento de la paz o acto de agresión”.

¿Dónde y cuándo se deformó la connotación de seguridad colectiva? Desde los sesenta y ante la emergencia de la multipolaridad, algunos analistas pensaban que la tendencia futura y obligada sería la supranacionalidad, herencia del concierto europeo basado en el balance de poder. John Strachey en *On the prevention of war* (1962), señalaba que si las dos potencias no lograban establecer un sistema de hegemonía conjunta, sería necesario recrear un único centro mundial.

La seguridad colectiva viene precisamente del refuerzo de un centro u órgano supranacional. Sin embargo, la historia nos llena de ejemplos que la invalidan. Simplemente, París y Londres (más Londres que París), se han identificado en determinados momentos más con Washington que con su continente.

La seguridad colectiva no logra estructurarse durante la confrontación Este-Oeste, pero tampoco en el Nuevo Orden Mundial, a pesar de la existencia de un sistema unipolar y con un evidente consenso de la comunidad mundial. Acontecimientos como el golfo Pérsico, Kosovo y las Torres Gemelas de Nueva York, facilitan a Estados Unidos, y en menor grado a Europa Occidental, el control e influencia política internacional en general, y sobre las organizaciones en particular.

Aceptando que la supranacionalidad no es una buena opción en un mundo dividido, pero que es necesario un consenso comunitario ¿cómo se integra la seguridad colectiva? Cuando la amenaza viene del Sur y afecta al Norte, la cooperación entre los Estados requiere primero del consenso político y civil del mundo desarrollado y hasta cierto punto del subdesarrollado: sin acuerdo no hay amenaza o seguridad colectiva ni guerras. En ello contribuyen los medios de comunicación, cuyas empresas más importantes se encuentran en el Norte. Así, se manufactura (artificialmente) un sistema afín en su sentido *gramsciano*².

En la Guerra Fría se monopolizaron las decisiones al interior de cada bloque, pero actualmente, las fuerzas castrenses estadounidenses se convierten en algo así como un bien público y Washington en defensor de la *humanidad*³.

² Antonio Gramsci señala en sus *Cuadernos de la cárcel* (1975), que la coerción y coacción entre grupos adversarios, permite la dirigencia de grupos afines, lo cual permite a su vez la creación de un consenso. Si no hay consenso, hay coerción.

³ En 1851 Peter Burnett, gobernador de California declaró que “una guerra de exterminio seguirá librándose entre las dos razas (mexicanos y anglosajones) hasta que la india quede extinta”, agregando que las tierras debían ser tomadas para “bien de la humanidad”; en 1977 el almirante Alfred Mahan, señaló que los derechos debían ser modificados en los países *inefficient*, tales como China, cuyos habitantes clasifica como “ovejas sin pastor, cuyo país debe ser seccionado, y ellos conducidos, instruidos en verdaderos cristianos y por lo demás, controlados por políticas occidentales enérgicas y justas (*just self-assertion*); no por motivos egoístas, sino por el bien de la humanidad”. En 1991 Walter Laqueur, académico y comentarista, “recomendó que el petróleo de Medio Oriente sea ‘internacionalizado’ para beneficio de la humanidad”. En 1999 el senador Jo Lieberman señaló que pelear a favor de la KLA era pelear a favor de los derechos humanos y los valores estadounidenses, y Madeleine Albright: “si nos enfrentamos a Milosevich estamos defendiendo a la humanidad”. El argumento lo usaron los generales de la OTAN. En el 2001, George W Bush: señaló: “El avance de la libertad humana, la gran meta de nuestros días y la esperanza de siempre, ahora depende de nosotros”.

Monica Gonzalez

En esta trama, los conflictos internos tienen solución *compartida* bajo el contexto de la seguridad internacional, gracias a la cooperación del Consejo de Seguridad, base para determinar (de acuerdo a la Carta) qué conflictos los *son* (su acreditación). Así, la seguridad colectiva es la seguridad nacional de cinco países.

El orden mundial siempre ha descansado en una telaraña tejida por los intereses de las potencias que atrapan a los incautos que se atreven a desafiarlos, cambiar fronteras, y tener sus propias ideologías locales. Los conflictos no siempre son realidades objetivas: la *contención* de la *inestabilidad* deforma la percepción de amenazas internacionales y seguridad colectiva. Irak fue Irak contra Kuwait, no Este contra Oeste ni Norte contra Sur; la intervención de Estados Unidos, para frenar “*A Hitler like aggression*” (Slater 1993: 24), lo convirtió en un conflicto Irak contra Norte. Por cincuenta años, Moscú y Washington definieron la seguridad colectiva y actualmente la política exterior de Estados Unidos selecciona y define determinadas *inestabilidades* como *conflicto internacional*, cuando en realidad tras esta definición se encuentran amenazas a sus intereses.

5.

La tesis de la seguridad colectiva pierde validez cuando en realidad existen intereses individuales. Además, no todos los países se encuentran capacitados para intervenir contra las violaciones al derecho internacional o apoyar las resoluciones de la ONU. Bajo estas condiciones, sólo las grandes potencias pueden mediar, controlar o reconstruir, pero no pueden intervenir en todas partes: la superpotencia depurará y priorizará la agenda, porque también se encuentra incapacitada para intervenir en todas partes (el *Overstretch* de Kennedy). La propia seguridad colectiva como tal puede existir, pero se vuelve en *selectiva* (interés nacional).

Pero un grave error es considerar a las potencias como omnipotentes porque son sólo los países menos vulnerables. Cualquier cambio afecta y repercute en su poder económico, político y/o moral. Si un elemento se altera al grado de amenazar el poder, la estabilidad y la credibilidad de la potencia, entonces se convierte, por su alcance e influencia, en una amenaza para la estabilidad internacional o el equilibrio de sus fuerzas. Es decir, la amenaza a la paz internacional, está determinada por las amenazas constantes al poder de una potencia.

Además para la potencia se hace necesario demostrar su fuerza y poder de una forma frecuente: Haití y Kosovo, salvaron a William Clinton más que a Aristide y a los kosovares, y Afganistán a George W. Bush más que a la población civil afgana y estadounidense. A ello debemos agregar que las potencias son las principales productoras de armamento y en este sentido las guerras les *conviene* porque fortalecen la economía de guerra y mantienen el complejo militar-industrial.

Así, la paz queda condenada a una explicación nihilista porque los recursos, el protagonismo y la economía de las potencias son más importante que el respeto al derecho internacional (como en Kosovo), que a su vez deja de ser internacional.

Monica Gonzalez

Esta no es sólo una trampa semántica, sino ontológica, porque la actitud absolutista de los poderosos, aparte de violentar el sistema internacional, no permite el desarrollo de otros talentos en relaciones internacionales, especialmente la diplomacia *diplomática*, la negociación y la resolución pacífica de los conflictos.

La falta de acuerdos (Cumbre Kioto), no puede más que denotar incredulidad, desconfianza, imposibilidad de trabajar en equipo y denuncia diversidad de intereses.

Las intervenciones no están codificadas ni en casos (condiciones), ni en procedimientos (cómo) u objetivos, menos las humanitarias. La dinámica mundial es desplazada poco a poco por reformas jurídicas al *corpus* legal internacional bajo las resoluciones del Consejo de Seguridad. Así, las acciones colectivas son más útiles en términos de consenso, que legales.

6.

De Sarajevo a Sarajevo. El parteaguas de la historia presente no fue el Muro de Berlín ni la conclusión del segundo milenio cristiano, sino Bosnia y la balcanización porque a las etnias les robaron setenta años de historia.

En los umbrales del siglo XXI se intenta conjugar los principios de democracia y derechos humanos, bajo un esquema de *guerra total*⁴, entendida como una guerra contra cualquier elemento considerado amenazador. Esta guerra se desata contra poblaciones civiles: aplasta el pueblo afgano, siembra cadáveres en India, Angola, Sudán, Etiopía, Eritrea, la República Saharawi, Timor Oriental, Medio Oriente y la mayoría de los países que integran la mal llamada Comunidad de Estados Independientes, cita a la muerte en Somalia, provoca el genocidio en Kosovo, elimina progresivamente una tercera parte del pueblo camboyano, desata masacres inter-tribales en Bosnia-Herzegovina, Ruanda, Burundi, Sudáfrica y Congo, éxodos en Albania, Armenia, invasiones en Panamá y Haití, destruye pozos petroleros en el golfo Pérsico, resucita el nazismo en Alemania, y produce millones de refugiados que nadie quiere.

¿Y la paz? El clímax de la seguridad colectiva en el Nuevo Orden Mundial se presentó en agosto de 1990, cuando Irak invade Kuwait, pero no más. Los flautistas de Hamelin saben que sus argumentos van contra la verdadera democracia y defensa de los derechos humanos, permiten el surgimiento de más conflictos y, una mayor interdependencia económica con serias consecuencias sociales y la emergencia de nacionalismos étnicos, que se encuentran estrechamente ligados a la cada vez mayor generación de pobreza. Peor aún, las amenazas reconocidas fomentan cierto racismo, etnicismo, segregación e intolerancia ideológica. Ya no hay muros y por eso se matan entre hermanos.

La amenaza para la paz mundial y seguridad internacional, no son un problema legal ¿Hasta dónde la supuesta preocupación humanitaria o democrática en Somalia, la ex-Yugoslavia o Afganistán evidencia el deseo de imponer un modelo occidental (político y económico) y

⁴ Expresión del general Ludendorff y endosada a Hitler.

Monica Gonzalez

esconde la falta de capacidad o voluntad para resolver de raíz los conflictos con modelos alternativos realmente viables? Las incursiones con trasfondo humanitario son una nueva forma de intervencionismo.

La democracia se convierte finalmente en una casualidad histórica, un breve paréntesis. En nombre de la moral, se invaden pueblos, se venden armas, o se bloquea económicamente. La falta de coherencia, el voluntarismo interventor, autoritarismo *moral* y pérdida del estado de derecho, conducen a la pérdida de credibilidad no sólo en las organizaciones internacionales, sino en la reglamentación internacional. Los argumentos que respaldan las amenazas a la paz internacional y propician, a su vez, una mayor anarquía.

En realidad el cambio más importante del Nuevo Orden Mundial, fue cambiar el orden de 1945, porque con el colapso de la Unión Soviética, el mundo entra en una era de incertidumbre, un *status nascendi*. La violencia genera inseguridad y el mundo no puede ser más seguro y pacífico con intervenciones colectivas y mayor violencia (simplemente el aumento en el número de refugiados habla por sí solo). Las intervenciones militares llevan la semilla de la destrucción, peor ahora que en las guerras el 80% de los muertos son civiles (macabra ecuación contraria a 1945), con ellas pierde la paz.

7.

En el siglo XX murieron 200 millones de personas en guerras y campos de concentración. Durante la Guerra Fría murieron más personas que en la Segunda Guerra Mundial. En el año 2000 había más de 61 conflictos armados, casi la mitad de los que hubo durante la Guerra Fría. Los principales atropellos son contra la sociedad civil, aquella que supuestamente defienden.

Los acuerdos de la flauta hacen injusticia a la historia ignorando ciertos hechos exagerando otros. Hamelin define su agenda, rechaza las malas noticias -pobreza-, niega las tragedias -Ruanda- o las exagera -Bosnia- y, peor aún, legaliza sus arbitrariedades a través de resoluciones que confrontan el derecho internacional. El Nuevo Orden Mundial es incapaz de mantener el orden, por ello, la violencia y las intervenciones armadas han llegado a niveles sin precedentes. La tarea es descifrar la información que se nos presenta, quitarle la patina, como a las piedras, para redescubrirlo y reinterpretarlo.

El liberalismo del siglo XIX no logró proteger a la humanidad de las intervenciones oportunistas (intereses de grupos), el socialismo del siglo XX fracasa por ser una utopía (no compromete un cálculo económico racional con el progreso) y el neoliberalismo ya está cosechando los frutos de su injusticia social. Cada potencia y modelo se encuentra pues, forcejeando con sus propias anomias y mientras no se entiendan las ventajas de soluciones globales a la seguridad común, la cultura democrática y el bienestar de todos, y sigan buscando soluciones nacionales, los conflictos internacionales y las amenazas a la paz continuarán.

Según Hobbes, la sociedad es producto de la razón humana y no resultado de una historia que evoluciona con amenazas y errores. El tomador de decisiones hobbesiano debe ser todo hombre

Monica Gonzalez

y no un hombre. Las fronteras del Sur forzarán las del Norte demostrando que su bienestar es inseparable de la paz global.

El Tercer Mundo está obligado a la inestabilidad y violencia salvo que logre redimensionar sus relaciones, obligando al Norte a basarse en sus códigos de derecho internacional aprobados por todos. Las relaciones deben regirse por la ley, no por la fuerza, por el respeto a los derechos humanos de todos, por el respeto a la vida, no a los recursos minerales, por una genuina búsqueda de la paz.

El comportamiento del Estado no logra ser congruente entre el respeto a los derechos humanos, el reforzamiento de la democracia, la implantación de un programa económico impopular y la represión a los grupos minoritarios que desean insertarse a un mundo estatocéntrico que no los acepta.

¿Será posible obtener en este momento la *democracia* en el mundo cuando más de dos terceras partes de los países tienen problemas de analfabetismo, una democracia sin pan, una democracia donde las soberanías del Tercer Mundo fueron secuestradas desde el siglo XV? La emancipación de la sociedad internacional requiere una verdadera democratización -económica, política y militar-: democratización de la ONU, vigencia del derecho internacional, frenar el racismo, promover la libre prensa -o independiente- y dar una solución honesta a la desmilitarización del mundo, a la deuda externa, la pobreza, el analfabetismo y la insalubridad, que garanticen un futuro mejor para todos, o cuando menos para la mayoría de los todos.

No puede haber democracia ni derechos humanos cuando no hay comunicación y respeto a los valores socioculturales, económicos y políticos de cada quien. ¿Cómo evitar la contradicción entre democracia y autoritarismo en una intervención armada, respaldada o no por un organismo internacional? Democracia no es que UNO imponga sus ideas. Para que el mundo sea democrático, la ONU debe serlo y también deben serlo las otras organizaciones internacionales y regionales, los países poderosos y los débiles.

Es necesario recordar que en su preámbulo, la Carta de la ONU, afirma que los derechos humanos son piedra angular de la paz mundial, incluyendo ocho artículos para su aplicación. También en el Artículo 11, señala que la paz y seguridad internacional incluyen el desarme y su reglamentación. Mientras no se limite la proliferación de armamento y su venta de los centros productores (Norte) a los centros en conflicto, el mundo no será más pacífico. Resulta ridículo que después de jugosos contratos de compraventa de armas, se intervenga a favor de la democracia, los derechos humanos y para evitar el hambre provocada por los militares.

El problema reside precisamente en la ausencia de un interés compartido. Existe un alarmante problema no sólo de intolerancia, sino de aceptación, y el que viene de afuera o es diferente no es obstáculo, sino prueba de madurez política y social, de un porvenir sin violencia.

El comportamiento de todos en una sociedad se debe determinar a partir de la habilidad para realizar un bien común. La competencia y el individualismo actual no contribuyen a encontrar

Monica Gonzalez

soluciones comunitarias y el etnicismo se prolongará si no se le presta la atención demandada, garantizada por procedimientos e instituciones diferentes.

Debe reformularse la definición de paz y seguridad internacional, identificar los verdaderos intereses y objetivos estratégicos de los distintos actores que influyen en el Nuevo Orden Mundial y delatar no sólo las imposiciones ideológicas del Norte, sino la disminución de la capacidad negociadora de los países subdesarrollados.

Es necesario replantear los problemas de la humanidad y su solución frente al monopolio ideológico occidental. El Sur debe elevar su voz, pero representando genuinamente sus intereses en busca de una sociedad internacional más humana.

Máximo Gorky, el intelectual bolchevique por excelencia, dijo en 1922: “El pueblo ruso de las ciudades y las aldeas, bestias medio salvajes, estúpidos que casi dan miedo, morirá para que pueda surgir una nueva raza humana”. En Moscú ya no se sueña, se vende (*time is money; here and now*, y econometría representan la nueva divina trinidad), igual que en Cuba, China, Brasil y México. El Hombre Nuevo del Che Guevara fue acribillado por el autoritarismo, y así se fueron asesinando las propuestas pasadas. Ahora, nuestro gran reto es presentar nuevas propuestas en la búsqueda de la felicidad humana y dar un paso más para salir de las cavernas.

Bibliografía

- Barnett, Michael (1995): “The United Nations and global security”. *Ethics and International Affairs*, Vol. 9, pp 37-54.
- Bush, George (1989): *Address at the US Coast Guard Academy*. New London, Connecticut, May 24. *White House Press Office Transcript*
- Bush, George W. (2001): Speech. Pronounced 21 sep.
- Cheney, Dick (1990): Report of the secretary of Defense to the President and the Congress. January. pp.iiiiv.
- Chomsky, Noam et al. (1991): *El Nuevo Orden Internacional o la conquista interminable*. Navarra. Gebrara.
- Gary A. Michael (1995): “Defense policy for the 1990s” *Marine Corps Gazette* Washington, May.
- Huntington, Samuel (1993): “The Clash of Civilizations?”, *Foreign Affairs*. USA, Vol. 72, No. 3, Summer.
- Kant, Immanuel (1991): *Sobre la paz perpetua (1724-1804)*. Madrid, Technos.
- Kennedy, Paul (1992): *Auge y caída de las grandes potencias*. España. Plaza & Janes Cambio. Traducción *The rise and Fall of the greatest powers* de J. Ferrer Aleu, tercera edición.
- Martel, Gordon (1994): *American foreign relations reconsidered 1890-1993*. New York. Routledge.
- Slater, Robert O., Scutz, Barry M, y Dorr, Steven R (1993): *Global transformation and the Third World*. Colorado, Lynne Rienner Publishers Inc.
- Strachey, John (1962): *On the prevention of war*, London, MacMillan.
- US Congressional Press Release, Republican Party Committee (RPC)
<http://www.senate.gov/~rpc/releases>

SOBERANÍA NACIONAL: LA COMISIÓN DE DEFENSA CONJUNTA ENTRE MÉXICO Y E.E.U.U. (1940-1942)¹

SUSANA CHACÓN²

Uno de los aspectos en los que México ha enfrentado con mayor claridad el problema de la soberanía es, sin duda, su relación bilateral con los Estados Unidos de América. Históricamente y en especial a lo largo del S.XIX y durante la primera mitad del S.XX, esta relación bilateral se caracterizó por niveles de conflicto que en diferentes circunstancias violaron la soberanía mexicana. Lo anterior obligó a hacer un uso cada vez mayor de los principios de política exterior sobre todo los de No Intervención y Autodeterminación de los pueblos.

En pocas circunstancias México pudo defender su soberanía como sucedió en el periodo de la Segunda Guerra Mundial. A continuación estudiaremos un tema en el que a pesar de las diferencias de desarrollo entre ambos países, el gobierno mexicano encontró la forma de hacer valer sus intereses frente a los estadounidenses. Por primera vez en la historia, la formalización de una relación militar entre México y EEUU se hizo bajo los términos mexicanos. Ahora bien, la forma en que se defendió la soberanía en esta circunstancia tan particular, respondió, en gran medida, a la existencia de un conflicto internacional en extremo peligroso que obligó a Estados Unidos a respetar los objetivos mexicanos.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos en los que México ha enfrentado con mayor claridad el problema de la soberanía es, sin duda, su relación bilateral con los Estados Unidos de América. Históricamente y en especial a lo largo del S.XIX y durante la primera mitad del S.XX, esta relación bilateral se caracterizó por niveles de conflicto que en diferentes circunstancias violaron la soberanía mexicana. Lo anterior obligó a hacer un uso cada vez mayor de los principios de política exterior sobre todo los de No Intervención y Autodeterminación de los pueblos.

En pocas circunstancias México pudo defender su soberanía como sucedió en el periodo de la Segunda Guerra Mundial. A continuación estudiaremos un tema en el que a pesar de las diferencias de desarrollo entre ambos países, el gobierno mexicano encontró la forma de hacer valer sus intereses frente a los estadounidenses. Por primera vez en la historia, la formalización de una relación militar entre México y EEUU se hizo bajo los términos mexicanos. Ahora bien, la forma en que se defendió la soberanía en esta circunstancia tan particular, respondió, en gran medida, a la existencia de un conflicto internacional en extremo peligroso que obligó a Estados Unidos a respetar los objetivos mexicanos. En este sentido se tiene entonces que durante la Segunda Guerra Mundial no solo se favoreció la soberanía mexicana sino que igualmente se presentó un periodo en el que la cooperación bilateral en otros temas de la agenda México-EEUU fue tan

¹ Una versión ampliada del presente tema se encuentra en el texto: "La negociación del acuerdo militar entre México y los Estados Unidos" de la misma autora. Texto publicado en Foro Internacional No.160 de abril-junio de 2000, en el COLMEX. El presente ensayo se limita tan sólo al tema y aspecto más importante de dicho artículo.

² Profesora investigadora del Depto. de Humanidades del Tec de Monterrey, Campus Ciudad de México. Miembro del Seminario de Investigación: Historia, Tradición y Cultura.

dinámica como nunca antes en la historia bilateral de los dos siglos anteriores. Aunque en este espacio nos concentraremos específicamente en la cooperación militar 1940-1942, se presentó también una cooperación en los ámbitos comerciales, migratorios, financieros entre otros.

Para analizar la forma en que se respetó la soberanía en la instauración del tratado militar, a continuación se estudiará el proceso con el que se estableció la Comisión de Defensa Conjunta (1941). En el mismo se beneficiaron los intereses de ambos países dentro de una lógica de cooperación mutua. En el caso de México, se apoyó el esfuerzo estadounidense en el proceso de guerra. Fue un apoyo que benefició al gobierno mexicano. A partir de dicho esfuerzo, se incentivó una economía de guerra que entonces se convirtió en el móvil de la economía mexicana. Por otra parte, el proceso de negociación del acuerdo militar representó el aspecto político de la relación bilateral de ese momento.

Los Estados Unidos se vieron igualmente beneficiados por la negociación del acuerdo. Frente a una situación de guerra, el gobierno estadounidense requería satisfacer necesidades concretas; por una parte, se vio ante la urgencia de contar con las materias primas estratégicas,³ requeridas por la guerra.

PRESENTACIÓN GENERAL

Para México, la idea de la soberanía territorial y el nacionalismo determinaron e hicieron predominar su postura de participación en el exterior. En cuanto a los Estados Unidos, fue mucho más claro el interés por una defensa regional y continental que se extendería una vez terminada la guerra. Desde un primer momento es clara esta diferencia característica de la relación bilateral. México aceptó una cooperación militar exclusivamente durante el periodo de guerra mientras que EEUU buscaría extender su temporalidad con el fin de fortalecer su presencia hemisférica.

En términos de soberanía, cabe señalar para empezar que, por parte del grupo negociador mexicano, quien estuvo a cargo de presentar los intereses del país a la contraparte estadounidense fue el general Lázaro Cárdenas. Él, al final de su sexenio, así como durante el periodo de Manuel Ávila Camacho, dictó en gran medida la política en materia de seguridad nacional y regional. De hecho, puede decirse que esta fue una política iniciada a fines de los treinta. A partir de 1940, el mismo Ávila Camacho⁴ reconoció explícitamente que quien mayor conocimiento tenía en cuanto a defensa y seguridad del país era Cárdenas. Dicha actitud facilitó una continuidad en la política, sobre todo en el momento en que México se declaró en estado de guerra contra los países del Eje en abril 1942.

Es de llamar la atención que no se pudo cuestionar por parte de EEUU a los políticos mexicanos. Esto sin duda es un ejemplo claro de lo que sería la dinámica soberana de la propuesta militar. El gobierno estadounidense tuvo que aceptar a Cárdenas⁵ como negociador mexicano, a pesar de que fue él quien expropió el petróleo⁶. La política nacionalista y antiestadounidense de Cárdenas dificultó, en muchos momentos, la relación con ese país. Sin

³Entre otras tenemos: plomo, zinc, grafito, manganeso, henequén, algodón.

⁴En este sentido, vale la pena recordar que Ávila Camacho fungió como subsecretario de Defensa durante la presidencia de Lázaro Cárdenas. Lo anterior le permitía tener una visión completa de los requerimientos en materia de defensa nacional, además de saber quiénes eran las personas idóneas para las labores respectivas.

⁵Cárdenas, seguro de sus políticas nacionalistas, siempre tuvo muy en claro cuál era el papel de México en el mundo, sobre todo, en su relación con los Estados Unidos. Más allá de lo bilateral, para él era un hecho que los Estados Unidos, en el futuro próximo, desempeñarían el papel de líder mundial, por lo que, además de conocerlos, había que estar decididos en cuanto al tipo de vínculos que había que establecer con ellos.

⁶Al hacer un análisis de la época anterior a marzo de 1938, se observa que el principal interés de Cárdenas era mejorar la situación económica del país. Para esto, lo primero consistía en encontrar apoyo en los Estados Unidos. Si, por el contrario, Eduardo Suárez, como ministro de Finanzas, no obtenía los recursos necesarios, habría que tomar otro tipo de medidas, como en su caso lo fue la expropiación petrolera. Sin embargo no hay que olvidar que desde un principio existió una relación formal positiva entre Roosevelt y Cárdenas, como, por otro lado, entre Eduardo Suárez y Henry H. Morgenthau. Las relaciones que se establecieron entre ambas administraciones, sobre todo entre los ejecutivos y los ministros, fueron, además de estrechas, personales, de confianza; esta situación favoreció en determinados momentos la búsqueda de soluciones conjuntas.

embargo, fue necesario no dudar de su papel como negociador, ya que era de vital importancia cubrir el flanco del Pacífico. Ésta, fue la principal preocupación estadounidense. México encontró en la urgencia estadounidense por cubrir dicho flanco un punto de presión a su favor para cumplir con sus intereses y favorecer una actitud nacionalista.⁷

Para Cárdenas estaba claro que la realidad de México lo obligaba a cooperar con el vecino del norte, por simple situación geoestratégica. La forma de instrumentar esta cooperación no fue abierta a la opinión pública. Todo lo contrario. Se buscó una actitud prudente que no revirtiera la búsqueda de soberanía a partir de la cooperación. Esto podría percibirse como contradictorio. No obstante para Cárdenas la mejor forma de cumplir con los intereses nacionales era el aprovechar la situación geoestratégica del país. México, por encontrarse en un año electoral⁸, y debido a problemas internos, no se podía hacer público el interés en cooperar con los Estados Unidos⁹. Por estas razones, se comenzó una especie de negociación secreta e implícita con los Estados Unidos¹⁰. Se aprovechó la circunstancia para explicitar la postura de México frente a la guerra. Se partió del supuesto de no comprometerse sino hasta el momento en el que se conociera a ciencia cierta la forma en que se cumplirían los objetivos mexicanos¹¹. Lo anterior no redujo la dinámica de la relación bilateral. La complejizó e hizo evidente la voluntad de participar con Estados Unidos.¹² El presidente de México¹³ estaba dispuesto a que se efectuaran entrevistas entre militares estadounidenses y mexicanos, con el fin de analizar la situación. Se solicitó, sin embargo, prudencia en el manejo de información.

Una vez más, en términos de soberanía, Cárdenas aprovechó la situación de "urgencia" planteada por el gobierno estadounidense. Esto con el fin de obligarlo a favorecer los intereses mexicanos. En este sentido, a partir de la alianza militar se logró resolver el problema de la deuda petrolera, así como el de la entrada de combustible mexicano a los Estados Unidos.¹⁴

A pesar de la importancia de los temas que se estaban tratando, no es sino hasta que México declaró la guerra al Eje cuando se planteó una estrategia para preparar a la opinión pública ante la posibilidad de una emergencia nacional. Hasta ese momento se habló abiertamente de las ventajas de la cooperación militar bilateral con el gobierno estadounidense. Lo anterior permitió márgenes de maniobra mayores por parte del gobierno así como cumplir sin interferencias con las decisiones soberanas.

Con la creación de la Región Militar del Pacífico, bajo el mando de Lázaro Cárdenas (3 de enero de 1942), se encontró un apoyo en la sociedad mexicana; por otra parte, se asumió una postura muy clara de autonomía e independencia frente a los Estados Unidos. Otro elemento importante para la política estadounidense fue que, con Cárdenas, se limitaba la participación de personas y grupos de tendencias fascistas¹⁵, no sólo en territorio mexicano, sino de manera indirecta en el resto de América Latina. Posteriormente, cuando en 1942 Ávila Camacho nombró

⁷ Archivo de SRE, exp.39-10-8, carta de Cárdenas a Castillo Nájera, 8 de junio de 1940.

⁸ 1940.

⁹ Hay que considerar que, entre la opinión pública mexicana, existía un rechazo a lo procedente de los Estados Unidos. En México, el sentimiento antiestadounidense, ha jugado un papel importante en su historia y cultura.

¹⁰ Por ser la primera vez en la que ocurría una negociación militar, se prefirió contar con determinados pasos del proceso antes de consumir algún tipo de acuerdo. En la actualidad, sucede algo similar. Es necesario respetar tiempos y movimientos, sobre todo al tratar cuestiones militares.

¹¹ Una de las tácticas que se utiliza es la de la espera, el tiempo previo al logro de acuerdos. Lo que se quería no era sólo conocer los intereses de la contraparte, sino también que ésta entendiera y aceptara los intereses mexicanos.

¹² Se entabla una relación estrecha aunque, en un primer momento, no se establecen compromisos explícitos.

¹³ Es significativo que la negociación no se haya hecho directamente con Cárdenas, sino a través de delegados que éste designaba, a pesar de que el líder era él; los que instrumentaban la negociación, como se verá más adelante, eran otros.

¹⁴ Una vez decretada la expropiación petrolera en 1938, hubo un rechazo por parte del mercado estadounidense a adquirir petróleo mexicano, razón por la cual, en un principio, el gobierno de Cárdenas tuvo que buscar otros compradores, sobre todo europeos, como Alemania. Esta situación no dura mucho, ya que en poco tiempo a los Estados Unidos –por razones de la guerra– les va a convenir tener a México como socio. Sin embargo, era poco factible adquirir el producto mexicano sin antes haber resuelto los problemas de las reclamaciones surgidos a raíz de la expropiación.

¹⁵ Con Lázaro Cárdenas se mantienen vínculos, en un principio, de tipo comercial. Sin embargo, no se comulgó en momento alguno con la ideología nazifascista.

al ex presidente secretario de Defensa, resaltó la postura nacionalista de México en la coyuntura internacional.

CONTEXTO GEOESTRATÉGICO

Antes de estudiar el proceso del acuerdo militar con el que se instaura la Comisión de Defensa Conjunta, será necesario entender el contexto geopolítico de México. A partir de éste se entabló la relación con los Estados Unidos y con el resto del mundo.

En una situación de guerra, era difícil considerar que México podría mantenerse neutral por el hecho de contar con una política exterior pacifista y de principios¹⁶. Su ubicación geográfica y geoestratégica lo obligaron a definir una postura general y particular en relación con la guerra. Antes de sentar bases de cooperación¹⁷ con alguna de las partes, su historia y su ubicación lo movieron a proceder como procedió¹⁸.

No cabe duda que México incorporó en su formulación de política el concepto defensivo de seguridad nacional. Esto es, seguridad de la nación frente a un enemigo externo. México se consideraba esencialmente un país sin ambiciones territoriales, pacifista y fiel observante del derecho internacional¹⁹. Le preocupaba la intervención en todos sentidos, militar directa, económica, política y social. Su posición estratégica y geográfica determinó muchas de sus decisiones de política exterior²⁰. Se negoció una "relación especial" que tomó la forma de un entendimiento y que debía operar en la forma siguiente: los Estados Unidos reconocían y aceptaban la necesidad de México de disentir de su política en todo aquello que le resultara fundamental; a cambio, brindaba su cooperación en todo aquello que, siendo prioritario o importante para los Estados Unidos, no lo era para México.²¹

Como se dijo líneas arriba, México se encontraba indudablemente en una zona de alto riesgo para la seguridad de los Estados Unidos. Por un lado, el Caribe seguía siendo la puerta de entrada a América, como históricamente lo había sido; además, el flanco del Pacífico representaba un peligro ante la amenaza japonesa. México fue considerado como territorio cuya protección era fundamental para la seguridad nacional estadounidense, dentro de la zona estratégica de mayor importancia para los Estados Unidos.²² La política militar de este país consideraba que el área comprendida entre el Polo Norte, el estrecho de Bering, Hawaii, el Canal de Panamá, el Caribe y Groenlandia correspondía a su mínima seguridad. El territorio mexicano se encuentra en su totalidad en esta zona.²³

La misión militar mexicana, consignada en la Constitución, es defender la soberanía de los mexicanos y su independencia. Se busca mantener la Constitución y la ley, y preservar el orden interior²⁴. No cabe duda que la doctrina de la defensa exterior es un reflejo de una experiencia histórica de intervenciones. De ahí que durante y después de la Segunda Guerra Mundial difícilmente, con ideas claras de invasiones y enemigos externos, se pudiera tener criterios compartidos con la totalidad de los elementos de seguridad nacional estadounidense.

¹⁶ Cabe mencionar que el contexto internacional durante la Segunda Guerra Mundial era totalmente distinto del de la Primera. En este último, a pesar de la guerra, Carranza pudo mantenerse no sólo neutral con respecto a los Estados Unidos, sino en ocasiones opuesto a sus políticas. En el segundo contexto, para Cárdenas estaba claro el futuro papel hegemónico de los Estados Unidos, de ahí que fuese conveniente apoyar la postura de los aliados.

¹⁷ Esto es, buscar elementos de reciprocidad o aceptar una cooperación, a pesar de la diferencia de recursos y de grado de desarrollo.

¹⁸ Torres, 1976, México en la Segunda Guerra Mundial, en Historia de la Revolución Mexicana, 1940-1952, No. 19, Ed. COLMEX, p. 66.

¹⁹ De ahí la importancia de los principios como base de la formulación de una política hacia afuera. Los principios surgen a partir de 1910, y con el paso del tiempo y de los acontecimientos van creciendo en el fondo y en la forma. Entre los más importantes, están los de no intervención, de autodeterminación de los pueblos, de solución pacífica de controversias y de igualdad jurídica de los estados.

²⁰ Ojeda, Mario. *Alcances y límites de la política exterior mexicana*, México, COLMEX, 1981, p. 92.

²¹ *Ibid.*

²² *Ibid.*

²³ Lozoya, *op. cit.*, p. 99.

²⁴ Rosenfeldt, *op. cit.*, p. 18.

Construir la relación militar bilateral no fue fácil ya que era la primera ocasión que se formalizaba algo a este respecto entre ambos países.²⁵ Para México era prioritario que la cooperación militar se diera dentro de los márgenes de respeto a la soberanía nacional. La defensa militar del Pacífico mexicano ponía énfasis en el nacionalismo y respeto a la soberanía mexicana²⁶. De esta manera, se estableció un sistema de defensa costera en el Pacífico, aceptable a los intereses estadounidenses y sin estar en detrimento de los propios.

Para los Estados Unidos, México era prioritario. Por esta razón se le incluía como parte de su zona de defensa²⁷. A los estadounidenses les preocupaban especialmente tres aspectos en cuanto a la defensa de las Californias y que, por supuesto, implicaban en esa zona la colaboración conjunta de las fuerzas militares de ambos países: "Uno era el establecimiento de estaciones de radar en territorio mexicano; otro, la construcción de aeropuertos militares y vías de acceso a ciertos puntos, y uno último, la concertación de un plan conjunto donde se estipularan las formas de defensa conjunta en el caso de recibirse un ataque."²⁸ El encargado de la estrategia y defensa estadounidense sería, en un principio, el general John De Witt, comandante de la Defensa Occidental y del Cuarto Ejército de los Estados Unidos. De Witt se estableció en la región de San Diego. Se buscaban compromisos que aseguraran la cooperación, pero sin detrimento de la soberanía.

Para Cárdenas, antes que pensar en los intereses estadounidenses, era más importante aclarar los requerimientos nacionales en cuanto a recursos humanos y materiales e infraestructura para la guerra²⁹. Para obtener una ayuda material y técnica de los Estados Unidos se requería de tiempo. Esta fue la causa por la que nunca se apresuró el proceso a pesar de la inminencia de un acuerdo o de la gravedad de la situación internacional. Cárdenas comenzó por reordenar la fuerza mexicana, sin descuidar lo limitado de los recursos. En cuanto a los radares, así como a nuevos aeropuertos, el asunto tuvo que esperar un poco ya que –a diferencia de lo anterior– no era prioritario para México³⁰. A los estadounidenses les preocupaba el tiempo, mientras que a los mexicanos, la forma y las condiciones en que los proyectos se llevarían a cabo³¹. México retrasó el llegar a un acuerdo,³² cuando no se cumplía con los requisitos necesarios.³³ Lo interesante aquí radica en conocer las decisiones de carácter estratégico o táctico que México tomó para la defensa y promoción de sus intereses.

Una vez estudiado el contexto geoestratégico, así como los intereses mexicanos y estadounidenses, pasaremos a analizar el proceso negociador que se da de 1940 a 1942, lapso en el que se instaura la Comisión de Defensa Conjunta entre México y los Estados Unidos. La emergencia de la guerra facilitó el logro de varios intereses mexicanos. Desafortunadamente también dificultó otros tantos.

LA INSTAURACIÓN DE LA COMISIÓN DE DEFENSA CONJUNTA (1940-1942)

En esta sección trataremos de entender los móviles que los dos gobiernos, el mexicano y el estadounidense, tuvieron para responder a la guerra en forma conjunta. Por ser una cuestión de defensa y seguridad nacional, la negociación se mantuvo en el ámbito gubernamental. Los principales actores de ella tuvieron los más altos rangos dentro de sus respectivos aparatos militares. Como parte de los actores mexicanos se incluyeron representantes de la Secretaría de Relaciones Exteriores, la Defensa, la Marina y la embajada de México en Washington. Por parte

²⁵Torres, op.cit., p. 110.

²⁶Torres, op. cit., p. 77.

²⁷Pellicer de Brody, Olga y Esteban Mancilla, *Historia de la revolución mexicana, 1952-1960, el entendimiento con los Estados Unidos y la gestión del desarrollo estabilizador*, núm. 23, México, Ed. COLMEX, 1978, p. 90.

²⁸*Ibid.*, p. 113.

²⁹SRE, Exp.39-10-2 (IV), carta de Castillo Nájera a Cárdenas, 3 de octubre de 1940.

³⁰*Ibid.*

³¹Torres, op. cit., p. 119.

³²Se da una táctica dilatoria, ya que se quieren asegurar las condiciones internas antes de comprometerse en acuerdos.

³³Torres, Hacia la utopía industrial, en *Historia de la Revolución Mexicana, 1950-1952*, No.21, Ed COLMEX, 1984, p. 20.

de los Estados Unidos, estuvo el Departamento de Estado, de Defensa, de Marina y su embajada en México.

Se reiteró que México podría participar en la guerra en la medida en que su economía no se viese afectada, de ahí que fuese necesario obtener los fondos correspondientes en los Estados Unidos³⁴. Por parte de la delegación estadounidense, el principal representante del ejército de ese país era el coronel F.S. Clark, para quien la obtención de fondos significaba una buena idea, pero consideraba que no sería fácil conseguirlos por parte del Departamento de Guerra.³⁵ Para el Departamento de Marina lo principal era tener el control de Bahía Magdalena, en Baja California, y de Acapulco³⁶. Tanto el Departamento de Marina como el de Guerra querían firmar de inmediato un acuerdo con México. No obstante, el general Tomás Sánchez propuso que se continuaran las conversaciones hasta principios de 1941. Se buscó que se respetaran los canales diplomáticos necesarios y se procedió en consecuencia.

En diciembre de 1940 Manuel Ávila Camacho tomó posesión como nuevo presidente de México³⁷. Los alemanes en México hablaban de que Lázaro Cárdenas y Manuel Ávila Camacho se vendieron a los Estados Unidos para que éstos reconocieran el nuevo gobierno.³⁸ Paralelamente, los Departamentos de Defensa y de Marina estadounidenses propusieron que las conversaciones mantenidas en julio de 1940 se ratificaran y concretaran en un acuerdo formal.³⁹ El equipo mexicano quería irse con calma al respecto.

A partir de lo anterior, hubo una falta de percepción⁴⁰. Esto desafortunadamente confrontó en un primer momento a la soberanía aunque los resultados fueron finalmente favorables para México. Para la División de Planeación de la Guerra, las conversaciones de julio de 1940 constituyeron un acuerdo. El general Sánchez estuvo conforme en informar al embajador de México en Washington que los Estados Unidos estaban interesados en utilizar los aeropuertos mexicanos con el fin de asegurar la "defensa continental". Sin embargo, esto se presentó como un interés estadounidense, no como una decisión conjunta.

Así, la situación quedó un poco confusa; lo que para unos significaba "acuerdo", para otros era sólo una "posibilidad". La División de Planeación de la Guerra sostiene que México acordó que los Estados Unidos podrían utilizar sus aeropuertos. Su preocupación fundamental radicaba en favorecer el movimiento de armas y de hombres a Panamá o a cualquier otro punto en América Latina. Se pensaba también que México se comprometía a proteger esos campos con el fin de que la aviación de los Estados Unidos no tuviese problema alguno.⁴¹ Para México no se trataba más que de un primer espacio de diálogo en el que había que considerar diferentes variables antes de proceder a las decisiones.

La primera reunión de la Comisión se llevó a cabo el 17 de febrero de 1941, justo después de que el nuevo agregado militar mexicano, el coronel Cristóbal Guzmán Cárdenas, llegara a Washington. El ejército de los Estados Unidos escogió tres representantes: el general de brigada

³⁴ Como desde el principio, se da mayor importancia a lo interno que a lo relativo a la contraparte.

³⁵ DOS Confidential Files (WPD) 1940-1944, memorandos de conversación entre México y los Estados Unidos sobre la defensa del hemisferio, 19 y 22 de julio de 1940.

³⁶ Roosevelt Papers, FDRL, informe del capitán William O. Spears, de la marina de los Estados Unidos, al Capitán David Coello, de la marina de México, 24 de julio de 1940.

³⁷ Se recordará que esta elección fue conflictiva, ya que Almazán, antes de renunciar a su candidatura y partir hacia Cuba, estaba seguro de que era él quien obtendría el reconocimiento de los Estados Unidos.

³⁸ Especialmente después de que Miguel Alemán, como miembro del gabinete de Cárdenas y representante de la campaña de Ávila Camacho, hizo en 1940 un viaje a Washington, en el que se concluye que el gobierno estadounidense no apoyaría en momento alguno la candidatura de Almazán. Para la oposición a Ávila Camacho, existía el miedo de que, a cambio del reconocimiento, se hubiese cedido parte del territorio de Baja California. Como se recordará, desde el comienzo de los treinta existieron propuestas concretas para la compra de este territorio.

³⁹ DOS Confidential Files (WPD) 1940-1944, comunicado conjunto de Marina y Guerra, 31 de diciembre de 1940; notas de la conversación con el equipo mexicano, preparadas por el coronel M.B. Ridgway el 12 de febrero de 1941; memorándum del capitán W.O. Spears de la marina al coronel M.B. Ridgway, 24 enero de 1941.

⁴⁰ Robert Jervis, Perception and misperception in international politics, Princeton University Press, New Jersey, USA, 1976.

⁴¹ DOS Confidential Files (WPD) 1940-1944, notas del resumen de las conversaciones del equipo, 31 de julio y 28 de diciembre de 1940.

John N. Greely, Jefe de la Sección Estadounidense, el teniente coronel, Delmar E. Wilson y el coronel Matthew B. Ridgway, que participó como secretario. Por parte de la marina, estuvieron el capitán William O. Spears, el comandante F.T. Thomas y el comandante C.T. Durgin.

Los representantes mexicanos, además del coronel Cristóbal Guzmán Cárdenas, fueron el agregado naval Manuel Zermeño y el teniente coronel José Pérez Allende, de la Armada Mexicana. La última "discusión preliminar" tuvo lugar el 3 de diciembre de 1941. Fueron 20 sesiones en total.

Para evitar problemas de percepción, durante la primera reunión se decidió que valía la pena comenzar retomando las conversaciones de la Comisión de julio de 1940. Ambos gobiernos estuvieron de acuerdo. Para los mexicanos, la reunión de julio representó una forma de explorar las posibilidades de cooperación, más no la forma en que se definiría detalladamente la defensa. Por su parte, los estadounidenses consideraron lo anterior como un acuerdo definitivo a favor del tránsito de sus aviones militares en espacio aéreo mexicano, así como la adquisición de bases navales en la costa del Pacífico. Esta misma postura se adoptó en febrero de 1941⁴². Debido a que la situación de urgencia no era para México, el gobierno pudo presionar a favor de su soberanía y reducir la importancia de las prioridades de E.E.U.U. Decidió en función de sus intereses y de sus tiempos.

Después de las pláticas de febrero de 1941, los representantes, en más de una ocasión, expresaron que había llegado el tiempo de instituir formalmente la Comisión de Defensa Conjunta. Sostuvieron que tan pronto como los detalles del acuerdo aéreo estuviesen claros, los términos de la Comisión se retomarían. Se subrayaba cada vez más la emergencia de la guerra.

Como se mencionó en los primeros apartados, los encuentros entre militares se mantuvieron básicamente en secreto y con el cariz de reuniones de acercamiento e intercambio de información. No fue sino hasta diciembre de 1941 cuando se anunció públicamente el trabajo de ambos gobiernos en relación con la Comisión. En ese momento ya no fue posible aplazar más su creación dada la urgencia de los estadounidenses. Se requería solicitar permiso al gobierno mexicano para establecer estaciones de detectores aéreos o radares en el noroeste de México. Por otra parte, se buscaba también poder hacer vuelos ilimitados en situaciones de emergencia. Por la gravedad de la situación, el 1° de diciembre de 1941⁴³, el jefe de asesores, el general Embick, quien era también miembro de la delegación estadounidense, señaló que los requerimientos de este tipo que se harían a México serían mucho mayores una vez que los Estados Unidos entraran directamente en la guerra. De ahí que no convenía esperar demasiado para la concreción de un acuerdo⁴⁴. Justo una semana después, tiene lugar el ataque a Pearl Harbor.

Mientras tanto oficiales en Washington de la Marina y del ejército, así como gente del Departamento de Estado, se reunieron para discutir sobre la Comisión. En la conferencia del 18 de diciembre, el punto de vista del Departamento de Guerra fue aceptado por el representante del Departamento de Estado. En diez días, este Departamento informó que México⁴⁵ había aprobado

⁴²DOS Confidential Files (WPD) 1940-1944, propuesta de agenda de la Comisión de Defensa Conjunta al secretario de Estado, 31 de diciembre de 1940 y 17 de febrero de 1941.

⁴³Los Estados Unidos tuvieron en este caso que esperar el tiempo que México consideró necesario antes de que se acordara algo formalmente. La presión ejercida por el gobierno mexicano responde, sin duda, a la ventaja que en ese momento le otorgaba la guerra. Ahora bien, esta ventaja no fue el único elemento que entró en la negociación. La presión pudo ejercerse también gracias a la personalidad de Cárdenas y a su política de favorecer los intereses nacionales. Esto no quiere decir que la delegación mexicana no se hubiese percatado de la gravedad de la situación. Sí, sin embargo, implica un énfasis en lo interno.

⁴⁴DOS Confidential Files (WPD) 1940-1944, memorándum del general Embick, 1° de diciembre de 1941.

⁴⁵Previamente a la instauración de la Comisión de Defensa, el único ejemplo de colaboración que se tenía era de 1939; el Escuadrón del Atlántico había organizado una patrulla neutral. La primera experiencia de defensa hemisférica en la participaban mexicanos, en este caso el mayor general Miguel González Cadena, jefe de la sección mexicana, y el general Tomás Sánchez Hernández, quien intervino, como ya se vio, en las discusiones de julio de 1940. Este intento, contó también con la aceptación de Lázaro Cárdenas, como presidente; su alcance, sin embargo, se mantuvo en un ámbito básicamente local. DOS Confidential Files (WPD) 1940-1944, comunicación de prensa del Departamento de Estado, 12 de enero de 1942.

formalmente establecer la Comisión⁴⁶. Esto, claro está, después de que se aceptó a Cárdenas como el jefe de la Región del Pacífico. El 24 de diciembre de 1941⁴⁷, el Senado Mexicano dio su consentimiento para el mensaje presidencial que anunciaba la apertura de los puertos aéreos y marítimos a los Estados Unidos.⁴⁸ A cambio, se suponía que recibiría apoyo para su industrialización.

El Departamento de Estado pensó que la mayor parte del trabajo de la Comisión estaría relacionado con problemas en el Pacífico⁴⁹, y que por lo mismo el teniente general John L. De Witt sería el representante más indicado de los Estados Unidos; sin embargo, las conversaciones fueron presididas por el general Embick, que conocía mejor la problemática mexicana y que había sido miembro del ejército en la Comisión de Defensa Conjunta con Canadá. Él estaba en posición de coordinar la defensa del norte con la defensa del sur⁵⁰.

Al final del año el general Embick fue reemplazado temporalmente por el mayor general John P. Smith, quien fue con anterioridad jefe de la Sección de Operaciones (War Planning Division) y posteriormente jefe de servicios administrativos. Por otra parte, el almirante Johnson fue promovido a la jefatura de la Sección Estadounidense. El general John P. Smith, por su lado, participó por un periodo corto y fue reemplazado por el general Guy V. Henry. Tanto el general Henry como el general Embick eran de los de mayor rango en el ejército de los Estados Unidos. Después de una larga carrera como jefe de caballería, como comandante general de la Escuela de Caballería, se retiró y, sólo por ser buscado en activo, regresó en 1941 como miembro del Departamento de Guerra.

Un punto importante aquí es que los únicos que intercambiaron puestos de trabajo fueron los que en realidad aplicaban las políticas. Como era evidente, por la naturaleza de los sistemas políticos estadounidense y mexicano, los que diseñaban las políticas mantenían, por un tiempo considerable, su trabajo. Si ellos cambiaban de lugar era porque se les promovía, a un rango mayor con lo que su participación en la toma de decisiones era definitiva. Como ejemplo de lo anterior, se tiene también que, en 1942, Lázaro Cárdenas deja de ser jefe de la Región del Pacífico para convertirse en secretario de Defensa. Además, en el gobierno mexicano, también hubo otros reemplazos. A principios de junio de 1942, el embajador ante los Estados Unidos, Francisco Castillo Nájera, fue adscrito por el ejército a la Comisión de Defensa Conjunta en Washington, en lugar del general González quien regresó a México. Tres meses más tarde, en septiembre, el general de Brigada Luis Alamillo Flores reemplazó al general Sánchez, el segundo miembro de la sección mexicana⁵¹.

La Comisión de Defensa Conjunta Mexicano-Estadounidense, desde su formación, estableció que "debía estudiar" los problemas relativos a dicha defensa conjunta. Debía, igualmente considerar los planes generales para la defensa de México y las regiones adyacentes a

⁴⁶Como se planteó desde un principio, el interés de México al negociar y establecer la Comisión estaba en adquirir recursos suficientes para el desarrollo interno del país, además de asegurar su posición frente a la emergencia de la guerra.

⁴⁷Una nota significativa es que el consentimiento por parte del Senado mexicano se da justamente el día de Navidad, fecha en la que difícilmente la opinión pública cuestionaría la decisión.

⁴⁸Dos Confidential Files (WPD) 1940-1944, telegrama de la embajada de los Estados Unidos al Departamento de Estado, ciudad de México, 16 de diciembre de 1941.

⁴⁹La Comisión, al centrarse básicamente en el Pacífico, descuida de alguna manera el área del Atlántico. Pero esta área estaba a cargo del general y ex presidente Abelardo Rodríguez, que daba mucha seguridad al gobierno de los Estados Unidos, ya que la relación con Rodríguez había sido siempre positiva con respecto a los intereses estadounidenses. De hecho hubo propuestas –antes de que Cárdenas asumiera la jefatura de la Región del Pacífico– de los Estados Unidos en el sentido de que el encargado de dicha región fuese el general Rodríguez. Estas propuestas las manejaron con absoluta discreción, ya que no querían tener problemas con Cárdenas ni con Ávila Camacho. Les era importante pues, además de su interés por los Estados Unidos, Abelardo Rodríguez tenía propiedades de significación en el área de Baja California y parte de la costa del Pacífico, desde las que hubiese sido fácil contener intervenciones japonesas. Sin embargo, la presencia de Cárdenas y Ávila Camacho fue determinante.

⁵⁰Dos Confidential Files (WPD) 1940-1944, memorándum de Lemuel Mathewson del 18 de diciembre de 1941; memorándum al subsecretario de Estado del 31 de diciembre de 1941.

⁵¹Archivo de la Comisión de Defensa Conjunta (ACDC), primer reporte anual (27 de febrero de 1942 al 1° de julio de 1943).

los Estados Unidos y proponer a los gobiernos respectivos las medidas de cooperación que habrían de adoptar.⁵²

De manera específica, para la División de Planeación de la Guerra, los objetivos eran los siguientes: " Lograr el privilegio de vuelos irrestrictos para los aviones americanos en territorio mexicano; el uso de aeropuertos y facilidades, así como el permiso de paso por territorio mexicano de fuerzas de tierra americanas, etc."⁵³ Por esta razón el Departamento de Guerra vetó, con el apoyo del Departamento de Marina, la participación de los miembros civiles del Departamento de Estado, como sucedía en la comisión Canadá-Estados Unidos. Por centrarse en cuestiones básicamente militares, la Comisión dejó de lado otras más generales y urgentes, entre las que estaban las relativas a los intereses de los civiles⁵⁴.

Durante su primer año de existencia, a partir de marzo de 1942 la Comisión hizo varias recomendaciones formales, como ocurrió en la Comisión Canadá-Estados Unidos. En el caso de la Comisión México-Estados Unidos de Defensa Conjunta, se presentaron memorandos que subrayaban puntos específicos de acción. Estos elementos, más que partes de una planeación estratégica de largo plazo, fueron considerados como instrumentos concretos de política.

En la Comisión, los detalles de colaboración se centraron en tres temas específicos: el primero, y probablemente el más importante –desde diciembre de 1940–, incluía todo lo relacionado con el papel de México en la defensa del hemisferio occidental. El segundo se refería a un grupo que se formó para la relación de seguridad entre los Estados Unidos y México, particularmente para la defensa de Baja California y el tercero, uno de los de mayor influencia después del ataque a Pearl Harbor, comprendía todos los detalles de la parte mexicana en la defensa de California⁵⁵. Las recomendaciones formales de la Comisión siguieron dicho patrón. En marzo de 1942, las primeras cuatro recomendaciones se relacionaron entonces con la defensa de las Californias⁵⁶. Una vez más, México en el ejercicio de su soberanía logró enfatizar sus intereses sobre aquellos de E.E.U.U.

CONCLUSIONES

México, por su ubicación geográfica –además de su historia y de sus objetivos nacionales–, ha sido tradicionalmente un Estado celoso de su soberanía y por lo mismo ha defendido los principios de no intervención y autodeterminación de los pueblos.⁵⁷ En las páginas anteriores, se estudió un proceso en el que la emergencia de la guerra obligó a disminuir las asimetrías entre dos países muy distintos. En este proceso la diferencia de intereses no fue obstáculo para llegar a acuerdos. Limitaron la forma en que éstos se lograron, pero se superó la posibilidad de algún desacuerdo. En este caso se notó claramente que México pudo ejercer su soberanía ya que era necesario para E.E.U.U. El actor más fuerte requería ser apoyado por el débil, es decir, México. De ahí que se redujo la vulnerabilidad de este último. Además, incrementó su capacidad de participación con posturas autónomas, ya que se disminuyó el riesgo de que éstas fuesen rechazadas.

En el caso de México se da una clara continuidad de políticas entre las presidencias de Lázaro Cárdenas y Manuel Ávila Camacho. Esto permite a los actores mantener las mismas posturas y defender los intereses de seguridad nacional. Para los Estados Unidos, por su parte, los acuerdos estarán siempre en función de una defensa del hemisferio. A lo largo del proceso, a

⁵² Archivo de la Comisión de Defensa Conjunta (ACDC), orden ejecutiva del 27 de febrero de 1942.

⁵³ DOS Confidential Files (WPD) 1940-1944, memorándum del 7 de enero de 1942.

⁵⁴ Archivo de la Comisión de Defensa Conjunta (ACDC), memorándum de información de octubre de 1950.

⁵⁵ Como se mencionó líneas arriba, una de las preocupaciones de los Estados Unidos eran las posesiones japonesas en Baja California. Sin embargo, les tranquilizó saber que dichas posesiones, así como barcos de pesca y comerciales, habían sido compradas en su totalidad por Abelardo Rodríguez.

⁵⁶ Archivo de la Comisión de Defensa Conjunta (ACDC), primer informe anual, 27 de febrero de 1942 al 1° de julio de 1943. Segundo informe, del 1° de julio de 1943 al 30 de junio de 1944. Tercer informe anual, 1° de julio de 1944 a 30 de junio de 1945.

⁵⁷ Cavalla-Rojas, Los militares en Latinoamérica, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, serie: Avances de Investigación, No.52, México, 1983, p. 45.

pesar de que hubo algunos reemplazos de los miembros de la Comisión, el tener básicamente a los mismos actores facilitó su desarrollo.

La vulnerabilidad de los Estados Unidos ante la negativa de México a cooperar era evidente en el entendido de que el aliado natural de éste sería el Eje. Para el gobierno estadounidense estaba claro que la falta de cooperación y el desacuerdo con México le implicaban una pérdida segura. En este sentido, se buscó reducir al máximo el riesgo de conflictos innecesarios que en realidad sólo alejarían a México. De esta forma México presionó a favor de su soberanía. Aprovechó esta situación. Consciente de que era necesario, pudo establecer las reglas y los tiempos de los procesos de decisión. Sus alternativas lo situaban –a pesar de la carencia de recursos y la falta de desarrollo– en una posición ventajosa frente a la estadounidense. Sin siquiera mencionarlas, sabía que sus alternativas eran una amenaza para el gobierno de los Estados Unidos. Seguro de su papel, no dudó en presionar al máximo en función de sus intereses. México pudo haber optado por sus alternativas pero tenía muy claras dos cuestiones: su situación geográfica lo colocaba como aliado natural de los Estados Unidos y, por otro lado, existía el riesgo de que una alianza con el Eje no respetara su soberanía ni su autonomía en las decisiones.

Los que más necesitaban impulsar un proceso negociador, en este caso, eran los Estados Unidos. Sabían, sin embargo, que la cooperación podía durar únicamente el tiempo que durara la guerra. De ahí que no fuese tan difícil acceder a los requerimientos de México. Durante la guerra, en la medida en que México ganaba, los Estados Unidos tenían una mejor posición. Una de las ventajas, en este caso, fue que desde el principio de la guerra se concibió a la cooperación como una solución común al problema. Esto facilitó el diseño de políticas.

Como se observó a lo largo de todo el ensayo, México fue capaz de mantener su soberanía debido a la emergencia de la guerra. En este sentido sus decisiones fueron relativamente autónomas y favorables a sus intereses. No obstante, cabe señalar que pocos han sido los periodos históricos –en especial a lo largo del siglo pasado–, en los que el país ha podido ejercer realmente esta autonomía. De ahí la importancia de rescatar el ejemplo concreto. La Gran Guerra se convirtió en el pivote del ejercicio de poder mexicano. Los representantes del país, como se observó en estas líneas aprovecharon favorablemente su situación de ventajosa.

EL CASO PARADIGMATICO DE LAS IMAGENES DEL ENEMIGO: LAS RELACIONES ESTADOS UNIDOS-URSS.

Marco Antonio González Pérez¹

El presente trabajo es una aproximación desde la psicología social al estudio de la relación internacional conflictiva entre la URSS y los EUA, protagonistas de la guerra fría. Se trata de una investigación documental en la que se revisaron diversos artículos publicados sobre el tema, los cuales representan aproximaciones psicosociales en las que se aplican las teorías de la identidad social (de tradición europea) y las imágenes del enemigo (de tradición norteamericana). El resultado es la generación de un marco de análisis que puede dar cuenta de cómo se generan, se alimentan y resuelven conflictos utilizando estrategias en las que se estereotipa la identidad del oponente. Este marco teórico se puede traspolar a otras situaciones menos complejas que la aquí analizada, para reconocer cómo se gesta el conflicto sociocognitivo e idear estrategias que distensen la relación y abran paso a la negociación con posibilidades de éxito. Finalmente, este trabajo pretende ser un ejemplo de cómo la psicología social puede aportar análisis relevantes en el estudio de las relaciones internacionales.

Palabras clave: Relaciones Intergrupales, Conflicto Intergrupar, Imágenes del Enemigo, Relaciones Internacionales.

1.- Introducción

En este trabajo se presentan distintas aproximaciones psicosociales utilizadas para explicar las relaciones políticas entre la ex-Unión Soviética y los Estados Unidos. El tema es de gran relevancia en la medida en que se aborda el análisis de una relación internacional fuertemente polarizada que alcanzó grados insospechados de conflicto, altamente peligrosos para la seguridad mundial.

La aproximación psicosocial al estudio de la relación conflictiva entre ambos países se hace desde las perspectivas de las teorías de la identidad social y de las imágenes del enemigo. Esta aproximación sociocognitiva nos permite conocer cuál es la imagen que las partes en conflicto tienen del otro, cuáles son los contenidos de las imágenes difundidas por los medios de comunicación y los políticos, y en qué sentido deben reorganizarse dichas imágenes para asegurar aceptación del otro en un proceso de distensión y búsqueda de cooperación.

En la revisión bibliográfica sobre este tema se han consultado documentos que reflejan el devenir de las relaciones entre las dos superpotencias, y que nos muestran el cambio de la percepción del contrario, desde los tiempos de la guerra fría hasta las postrimerías del derrumbamiento de la URSS.

La generación de confianza intergrupar es el factor clave para lograr una negociación exitosa y para crear un clima de distensión. Los procesos sociocognitivos en términos de la modificación de las imágenes del enemigo son, como posteriormente veremos, de gran relevancia.

Un objetivo académico de este trabajo es mostrar que la psicología social puede aportar elementos de análisis para entender situaciones conflictivas en el campo de las relaciones internacionales, que pueden utilizarse en la negociación de similares situaciones de conflicto.

¹ Marco Antonio González Pérez es profesor de tiempo completo del Departamento de Comportamiento Organizacional del ITESM -Campus Estado de México. E-mail: marperez@campus.cem.itesm.mx

2.- Metodología

Se realizó una investigación documental que cubrió las dos áreas teóricas que componen el marco de referencia: Las teorías psicosociales de la identidad social y las imágenes del enemigo y las relaciones conflictivas Estados Unidos-URSS.

La teoría de la identidad social

Los profesores Shawn M. Burn y Stuart Oskamp de la Universidad Politécnica del Estado de California se acercaron al estudio de las relaciones conflictivas entre los Estados Unidos y la URSS, utilizando la teoría de la identidad social del psicólogo inglés Henri Tajfel.

En su investigación pusieron a prueba varias hipótesis concordantes con el marco teórico de referencia que, en suma, dice que los miembros de un grupo en una relación intergrupala dada, tienden a hacer comparaciones que les sean favorables al endogrupo al mismo tiempo que discriminan al exogrupo. Este proceso psicosocial tiene como objetivo el asegurar una identidad social positiva a los miembros del grupo de pertenencia.

Burn y Oskamp encontraron que las atribuciones que los norteamericanos hacían de las razones que motivaron a los soviéticos y a los norteamericanos a implicarse en distintas acciones internacionales, eran positivas en el caso norteamericano y negativas en los casos donde intervino la URSS. Como ejemplo se presenta la siguiente tabla donde se observan los porcentajes de entrevistados que eligieron las dos acciones más negativas para cada gobierno (ver figura 1).

Los autores resaltan que el apoyo de los Estados Unidos a Ferdinand Marcos en Filipinas fue la única acción norteamericana juzgada de manera desfavorable. Los atributos de causalidad demuestran la presencia de un sesgo endogrupal evidente, ya que las razones que se atribuyen a las acciones de los Estados Unidos son menos negativas que las que les imputan a las acciones soviéticas. Los autores comentan que " los sesgos endogrupales pueden dificultarle a los políticos el concebir que un líder soviético desee honestamente desarrollar una fuerte economía y la paz. En suma, cada acción tomada por la Unión Soviética puede ser interpretada de una forma consistente con nuestro punto de vista negativo sobre ellos" (1).

Otro aspecto analizado en el estudio de estos investigadores, y que es importante considerar, es la correlación positiva entre las atribuciones a las acciones soviéticas y el apoyo a un incremento en el gasto militar, en especial al proyecto de defensa estratégico o " Guerra de las Galaxias" , lo que da pie para reflexionar sobre las ventajas políticas que un gobierno puede obtener, al ser aceptada socialmente las imágenes del enemigo que ellos mismos difunden, ya que de esta manera se puede lograr un fuerte respaldo social a políticas socialmente discutibles como la militarización del espacio.

Oskamp y Burn concluyen que la estereotipación que hicieron los norteamericanos de las conductas y acciones de los soviéticos fundadas en una supuesta "maldad intrínseca", afectó por mucho tiempo el logro de negociaciones de paz.

El mismo Gorbachev narra en su libro " Perestroika" la siguiente reacción norteamericana: " durante el verano de 1985 la Unión Soviética presentó una moratoria unilateral para todas las explosiones nucleares y expresó su disposición inmediata para reanudar las negociaciones de un tratado extenso de prohibición de pruebas...¿ cómo se ha comportado la administración americana después de Ginebra?. Se desató, por enésima vez, una estridente campaña destinada a instigar pasiones antisoviéticas. Nuevos intentos para presentar a la Unión Soviética como una especie de pesadilla, para hacer crecer el miedo con vistas a hacer aprobar en el congreso el último presupuesto militar. El ' imperio del mal' salió a relucir de nuevo. El presidente ha vuelto a confirmar que no piensa descartar el epíteto" (2).

En referencia a la moratoria de pruebas nucleares propuesta por Gorbachev, los psicólogos Brett Silverstein y Robert R. Holt del City College de Nueva York comentan que " La prensa norteamericana puso muy poca atención al ofrecimiento de Gorbachev. La mayoría de los periódicos y revistas le dieron poca cobertura y se consagraron hacia las declaraciones hechas por la administración Reagan, proporcionándole mayor credibilidad a la respuesta negativa que al ofrecimiento....Esta asimilación de la nueva información hacia la imagen de la Unión Soviética como enemigo condujo a los Estados Unidos a perder la oportunidad de finalizar las pruebas de armas nucleares y así parar la carrera armamentista" (3).

Los estudios de Burn y Oskamp y Silverstein y Holt analizan las relaciones internacionales recurriendo al marco teórico proporcionado por la teoría de la identidad social desde la psicología social. Aún cuando es imprescindible el conocer cómo en un conflicto social emergen las imágenes y estereotipos compartidos que determinan las evaluaciones que las personas hacen del endogrupo y el exogrupo, es necesario ampliar este análisis ya que, como los mismos autores reconocen, "la conducta de los políticos está determinada por más elementos que por las variables propiamente psicológicas, por lo que hay que tener en cuenta la dura realidad de las variables políticas" (4).

Es importante iniciar, pues, el análisis de cómo fueron construidos los estereotipos del grupo opositor a través de las imágenes del enemigo, generando sesgos endogrupales que determinaron el procesamiento de la información, en cuanto a la percepción del otro. Al responder a estrategias políticas determinadas que generaron un estado de polarización grupal, se hacía imposible encontrar un terreno fértil en el que se asentara el establecimiento de relaciones de paz duraderas.

Las imágenes del enemigo

El profesor C.R. Mitchell en su libro " La estructura del conflicto internacional" compila una serie de fenómenos psicosociales que ocurren a nivel perceptual durante los conflictos internacionales. Las imágenes territoriales, las autoimágenes del intruso, las imágenes del adversario, las *blacktop images*, la imagen unificada del enemigo y las imágenes de espejo e interdependientes son algunos ejemplos de los procesos psicosociales presentados.

La imagen territorial es un fenómeno psicosocial muy común en los conflictos internacionales en la actualidad y tiene como origen el valor simbólico que ostenta el territorio en la conformación de la identidad social. La disputa que mantienen los israelíes con los palestinos por la pertenencia de la zona de Gaza y Cisjordania, surge del valor simbólico que los territorios tienen para ambos grupos y que genera este conflicto de interés. Otros ejemplos de este fenómeno son los que ocurren entre ingleses e irlandeses; vascos y españoles y chinos y tibetanos, entre otros. El objetivo final de los grupos poseedores de la imagen territorial es el de expulsar a los intrusos de las zonas ocupadas "ilegítimamente".

Las autoimágenes del adversario se presentan en situaciones en las que dentro del mismo grupo existe un conflicto o una disputa entre sus miembros y en la que la intolerancia de la fracción mayoritaria

del endogrupo ha hecho evidente. El descontento o la posición desviada de la minoría es atribuida por la mayoría a distintos actos de agitación o de deseo de ruptura. Algunos ejemplos mencionados por Mitchell son:

- " 1) Los habitantes blancos sureños de los Estados Unidos estaban convencidos de que la comunidad negra local había sido movilizada para luchar por sus derechos civiles por agitadores del norte del país, que nada sabían de los problemas reales del sur.
- 2) Los militantes comunistas en los países desarrollados vieron en cada manifestación contraria a sus objetivos la intromisión de los imperialistas norteamericanos.
- 3) Los militantes anticomunistas en Vietnam y sus aliados norteamericanos vieron en el Vietcong a disidentes norvietnamitas apoyados por los intervencionistas chinos y por el movimiento militante marxista a escala mundial " (5).

Este proceso psicosocial se explica desde el punto de vista de la mayoría del endogrupo, ya que éste intenta dar una imagen de justicia y de indulgencia con la disidencia interna, a la vez que se presenta severo con el exogrupo enemigo, que es el que promueve la ruptura del propio grupo.

Existe, sin embargo, otra solución sociocognitiva al problema de la disidencia intragrupal que tiene consecuencias observables totalmente diferentes. Se llama la " imagen del traidor en nuestro medio" y consiste en " limpiar" la identidad del endogrupo de elementos contaminados y prescindibles que representan al enemigo infiltrado. Las purgas estalinistas en la Unión Soviética durante los años treinta, la persecución y el holocausto judío perpetrado por los nazis y " la cacería de brujas" del senador McCarthy en los Estados Unidos en los cincuenta, son dramáticos ejemplos de dicho fenómeno.

Las *black top images* surgen como una forma de salvaguardar la identidad social positiva, evitando las molestias que podría representar el hecho de que el endogrupo sea odiado y temido por una gran cantidad de personas. El enemigo es entonces dividido en dos categorías plenamente diferenciadas. Por un lado están los líderes políticos que nos temen y nos odian y que se dedican a engañar a su pueblo difundiendo falsas informaciones sobre nuestros objetivos y ambiciones y, por otro lado, están las masas de seguidores que son básicamente buenos pero que nos son hostiles por culpa de sus líderes políticos. En este sentido es de esperarse que los estadounidenses y los soviéticos diferencien a los ricos explotadores de Wall Street y a los miembros tiránicos del Kremlin de la ciudadanía sometida de ambos países.

Burn y Oskamp en el estudio ya citado, llegaron a la conclusión de que, en efecto, los norteamericanos evaluaban más negativamente al gobierno soviético que al norteamericano (3.95 vs. 5.20, en una escala de siete puntos que iba de 1 totalmente negativo a 7 totalmente positivo) y que los ciudadanos soviéticos eran, a su vez, mejor considerados que los dirigentes de su país.

Silverstein y Holt, matizan estas conclusiones que en su parecer resultan anacrónicas, ya que no todos los líderes políticos soviéticos son evaluados de la misma forma, y ponen como ejemplo al mismo Gorbachev que en octubre de 1987 contaba ya con una impresión favorable que alcanzaba el 72 % de una nuestra estadounidense, superando en simpatías al mismo presidente Ronald Reagan.

Retomando la exposición de Mitchell sobre las percepciones durante el conflicto nos encontramos con la llamada " imagen unificada del enemigo" , que es la expresión más polarizada de la percepción del otro. Esta consiste en considerar al exogrupo como una entidad singular fuertemente cohesionada en la que sus miembros comparten los mismos valores, propósitos injustos y metas destructivas.

Este proceso cognitivo cumple con el objetivo de simplificar el trato con el exogrupo al reducirlo a un sólo cuerpo de comportamiento evitándose el hacer diferenciaciones internas existentes en él. El

problema principal de esta construcción de imágenes del otro es que nos ciega en el intento de comprender de una manera más precisa la evolución de ese grupo y se termina anteponiendo nuestra propia visión de la realidad exogrupal sobre la complejidad que, efectivamente, le subyace.

Otro fenómeno interesante es el de la interdependencia de las imágenes del endo y exogrupo. Parece evidente que ante las imagen del enemigo elaborada por uno de los contendientes se le confronta inmediatamente la del otro grupo. Esto nos sugiere la interdependencia o complementariedad de ambas imágenes. Complementaria en el sentido de que la imagen del enemigo se deriva de la propia identidad grupal.

Edward E. Azar y John W. Burton parten precisamente del concepto de identidad grupal para explicar el surgimiento del conflicto, introduciendo en él las fortalezas y debilidades de los grupos en cuestión. En los Estados Unidos, por ejemplo, se valora en gran medida las bondades de la democracia y se piensa que el sistema americano es el más indicado para preservar, promover y alcanzar las necesidades humanas. Por otro lado, en la ex-URSS existía el consenso de que el socialismo era el garante de la justicia y el desarrollo en todos sus aspectos.

La identidad social, según Azar y Burton, está estrechamente ligada a los valores promovidos por el Estado, sin embargo, la generación de las imágenes del enemigo tiene su origen en la percepción de las debilidades de cada uno de los sistemas políticos que ponen en peligro su misma permanencia: poca movilidad social, empobrecimiento de la clase obrera y dificultades en la repartición justa del ingreso en los Estados Unidos, y los problemas de participación política, de desarrollo individual y de ampliación de espacios de libertad en la URSS. El miedo que recíprocamente se tenían los Estados Unidos y la URSS no era más que el reflejo del temor interno de que sus sistemas fallaran.(6)

Las autoimágenes e imágenes del enemigo que cada uno de los grupos posee, pueden considerarse circulares y ser denominadas de "espejo". Mitchell presenta el siguiente resumen confrontando ambas imágenes de espejo.

Imágenes de espejo durante la guerra fría

Imágenes americanas de la URSS

- 1) Ellos (los dirigentes) son malos. Los hombres del Kremlin son agresivos y ambiciosos. Brutales en su represión a Hungría. Crueles en su trato con la gente. Ellos se han infiltrado en occidente para atacarnos. Ellos están comprometidos en el espionaje y en el sabotaje para destruir nuestro país.
- 2) Ellos son como los nazis, una dictadura expansionista agresiva. Ellos intentan dividirnos, desmembrar la OTAN y agitar el odio entre las clases.
- 3) Ellos son imperialistas. Los comunistas intentan dominar el mundo. Ellos controlan rígidamente a sus gobiernos- títere satélites.
- 4) Ellos explotan a su propia gente. Ellos controlan los bienes de consumo y mantienen bajo el estándar de vida, excepto para los burócratas comunistas.
- 5) Ellos están contra la democracia. Sus formas democráticas son mera pretensión, ya que la gente sólo puede votar por candidatos comunistas. Los dirigentes controlan los órganos de propaganda, educación y comunicación. Ellos persiguen a cualquiera que favorezca las democracias occidentales.
- 6) Ellos distorsionan la verdad. Ellos pasan como amigos de la gente colonizada con la intención de esclavizarlos.

7) Ellos son inmorales, materialistas y ateos.

Imágenes soviéticas de los Estados Unidos.

1) Ellos (los dirigentes) son malos. Los banqueros de Wall Street, los políticos y militaristas quieren una guerra porque están temerosos de perder sus riquezas y poder en una revolución comunista. Ellos nos están rodeando de bases militares. Ellos envían espías para destruir la patria de los trabajadores.

2) Ellos son como los nazis, rearmando a los alemanes contra nosotros. Ellos intentan dividirnos, separar a Yugoslavia y a Polonia. Incitan a la rebelión contra nuestro gobierno.

3) Ellos son imperialistas. Las naciones capitalistas dominan áreas coloniales que mantienen en sumisión. Los regímenes latinoamericanos (a excepción de Cuba) son marionetas de los Estados Unidos.

4) Ellos explotan a su propia gente. Todos los capitalistas viven en el lujo por la explotación de los trabajadores que sufren inseguridad, desempleo, etc.

5) Ellos están en contra de la democracia. Las formas democráticas son mera pretensión para ellos. La gente sólo puede votar por candidatos capitalistas. Los dirigentes controlan los órganos de propaganda, educación y comunicación. Ellos persiguen a cualquiera que favorezca las ideas comunistas.

6) Ellos distorsionan la verdad. Ellos acusan falsamente a la URSS de desear imponer su ideología por la fuerza.

7) Ellos son inmorales, materialistas y egoístamente individualistas.

En una investigación llevada a cabo por el profesor Richard K. Herrmann de la Universidad del estado de Ohio, en la que realizó un análisis de contenido de 81 artículos políticos publicados en la prensa soviética, llegó a la siguiente conclusión:

" La imagen de los Estados Unidos que prevalece tanto en las discusiones regionales como en las globales, se ajusta al patrón del enemigo. Esta enfatiza la agresividad de los norteamericanos y la proclividad de usar su fuerza. No se menosprecia las capacidad estadounidense o su fuerza de voluntad. Al mismo tiempo se reitera constantemente los límites del crecimiento del control norteamericano y la inevitabilidad histórica de la caída del imperialismo. En este retrato los Estados Unidos permanecen fuertes, pero las fuerzas en oposición han crecido y ahora con resolución y unidad pueden contener los designios americanos" . (7).

El mismo Mikahil Gorbachev reflexiona sobre la imagen enemiga que los americanos poseen de los soviéticos y dice " Algunos americanos, según parece, necesitan a la Unión Soviética como figura enemiga. De otra forma no pueden entenderse algunas películas, las incendiarias emisiones radiofónicas americanas desde Munich, el torrente de artículos y programas plagados de odio hacia el pueblo soviético, que nos hace retroceder a los años cuarenta o incluso antes.....estamos sensibilizados y, con franqueza, cautelosos por los intentos de proporcionar a la Unión Soviética la imagen de un enemigo, en especial cuando no sólo implican ejercicios ideológicos de las habituales historias fantásticas sobre la " amenaza militar soviética" , " la mano de Moscú" , " los designios del Kremlin" y una descripción totalmente negativa de nuestros asuntos internos" (8).

En este punto me gustaría introducir una reflexión del Dr. Rosendo Romero en la que se refiere a las imágenes que de los Estados Unidos poseían los ciudadanos de la Unión Soviética: "La imagen del enemigo vista desde el pueblo norteamericano está solidamente documentada y es muy completa, no así desde el punto de vista del ciudadano común de la URSS, en el cual varios autores hemos valorado una

notable ambivalencia, odio y temor “oficial” versus la idealización de su modo de vida y el situar lo proveniente del otro como superior” .(9)

Silverstein y Holt señalan que las imágenes del enemigo no son únicamente producidas por la existencia de una relación intergrupala conflictiva, sino que hay elementos específicos en la socialización de los niños que favorecen la emergencia de dichos fenómenos. Los cuentos, las historietas, los dibujos animados y los juegos están cargados de personajes que representan la maldad y la bondad, la justicia y la injusticia, lo negro y lo blanco. Así, al aprender estos contenidos, vamos categorizando el mundo en buenos y malos. La imagen del enemigo sería el resultado de esa diferenciación categorial. Los libros escolares de adoctrinamiento para los infantes en la Alemania nazi, en donde estaban personificados los judíos como los tenebrosos comerciantes con nariz de forma de " seis" que abusaban de los niños, es un ejemplo extremo de este tipo de socialización.

En un interesante estudio sobre cómo los norteamericanos desarrollaron y socializaron imágenes del enemigo de japoneses, alemanes y soviéticos desde la segunda guerra mundial, Robert Mc Dougall señala que los políticos americanos promovieron la idea del “facismo rojo”, el cual consistió en “articular similitudes distorsionadas entre la Alemania Nazi y la Rusia Soviética, de tal forma que el público americano transfiriera fácilmente el odio a la Alemania de Hitler a la Rusia de Stalin” (10)

Ahora bien, ¿cómo pudieron mejorar las relaciones intergrupales polarizadas? y ¿qué tipos de procesos sociales se presentaron para que esto ocurriera? .

3.- Resultados y discusión.

Una vez que se han expuesto tanto las teorías de la identidad social como las diferentes formas de crear imágenes del enemigo, pasaremos a discutir las dimensiones que adquirió el conflicto, las formas en el que fue resuelto a través de la generación de confianza y de un genuino proceso de cambio que dejó sin argumentos a la contraparte.

En este caso específico, (del que todos conocemos su desenlace) tuvieron que darse una serie de situaciones que generaron un proceso de generación de confianza en el otro, de tal manera que permitiera negociar el conflicto con ciertas garantías de éxito.

La negociación principal se centraba en la reducción conjunta de armas nucleares. El primer paso lo dio Gorbachev, como ya lo hemos mencionado, en 1985, al declarar una moratoria unilateral de pruebas nucleares con duración de un año. Los Estados Unidos reaccionaron con agresividad a tal decisión, quizá llevados por la corriente anti-soviética que en aquel entonces era predominante en los círculos de poder norteamericanos. Sin embargo, la negociación entre las potencias del orbe no se cayó por esa primera negativa.

Evidentemente, un factor clave para la distensión de las relaciones EU-URSS fue la llegada de Gorbachev al poder. Su programa político aperturista reflejado en la *perestroika* y la *glasnot*, generó una mayor confianza internacional en sus proyectos; sin embargo, resulta claro que la posición tradicional soviética sobre las relaciones internacionales había cambiado.¿ Cómo se dio ese cambio interno? .

Kimberly Martin Zisk, investigadora de la Universidad de Berkeley, indagó cómo los enfoques académicos soviéticos sobre los conflictos internacionales y su negociación se habían estado modificando. Ella basó sus conclusiones en algunas entrevistas que tuvo con destacados investigadores de dos importantes institutos en la Unión Soviética, el Instituto de Estados Unidos y Canadá (ISKAN) y el Instituto de la Economía Mundial y las Relaciones Internacionales (IMEMO). La autora trató de dilucidar hasta que punto Gorbachev se vio influenciado por el nuevo pensamiento académico que surgió en su país, o si fue la postura política del presidente de la ex-URSS la que proporcionó nuevas dimensiones a las reflexiones de estos profesores. Su conclusión es que es difícil llegar a un acuerdo al respecto, pero

que resulta indudable la influencia mutua, dados los nexos personales que tuvieron numerosos políticos con importantes investigadores académicos de la Unión Soviética.

Fueron cuatro los temas recurrentes en la última posición de la URSS, en cuanto a su concepción de las relaciones internacionales. El primero era la necesidad de asumir un nuevo pensamiento en la era nuclear que superase los conflictos internacionales y que promoviera la paz mundial. El segundo se refería a la necesidad de establecer relaciones de confianza que favorecieran la cooperación y la seguridad. El tercer tema era el del reconocimiento de que la teoría marxista-leninista era inaplicable a los conflictos internacionales en la era nuclear, ya que no consideraba elementos importantes como la posibilidad de una guerra nuclear y el desastre ecológico, temas que necesitaban un marco de análisis totalmente nuevo. El cuarto y último tema se refería a la perestroika, la cual era vista por los analistas soviéticos como el principal programa generador de confianza internacional y que le había otorgado a la URSS un nuevo estatus en el concierto de las naciones.

Las aproximaciones teóricas utilizadas por los investigadores soviéticos fueron: la línea de investigación en las imágenes del enemigo desarrollada por N.P. Popov desde 1985. En uno de sus estudios se reconocía que muchas de las imágenes del enemigo que los norteamericanos tenían de los soviéticos, estaban justificadas debido a distintas acciones equivocadas por parte de la URSS, tales como las purgas estalinistas, la política de colectivización forzada de la agricultura, el pacto de no agresión Hitler-Stalin, la invasión de Afganistán y la estigmatización de Boris Pasternak, entre otros.

Existe otro punto de vista teórico que reconoce la complejidad de cualquier tipo de negociación internacional. " Un complejo sistema de negociaciones internacionales se ha desarrollado, donde todos los procesos de negociación interactúan con cada uno y pueden tener impacto uno sobre otro. Los asuntos militares, económicos y políticos están entrelazados...el resultado debe ser un sistema multilateral de negociaciones de conflictos" (11).

Sobre la generación de confianza en la distensión de las relaciones EU-URSS, el teórico soviético Andrei Mel' Vil' , del ISKAN, es concluyente: " El mecanismo más importante para la construcción de confianza no es meramente el hecho de ofrecer concesiones sobre asuntos conflictivos, sino el propio cambio interno, con el objetivo de dejar al oponente sin bases para afirmar que uno es un enemigo" (12).

4.- Conclusiones.

Resulta evidente el hecho de que la psicología social cuenta con herramientas teóricas para adentrarse en el estudio de los más relevantes asuntos sociales. Las teorías de la identidad social y las teorías de la construcción de la autoimagen y de las imágenes del enemigo cuentan con un amplio alcance para entender las más conflictivas relaciones entre grupos, tal como fueron las relaciones Estados Unidos-URSS (el propio Gorbachev, con conocimiento o con gran intuición psicosocial, estaba persuadido de la importancia y del impacto que tenía la construcción de las imágenes del enemigo).

Pensamos que el hecho de que haya desaparecido la Unión Soviética y todo el bloque comunista europeo, no debe desalentar la realización de estudios a posteriori que puedan ayudar a comprender mejor las bases de sustentación de esos regímenes y los tipos de relaciones intergrupos que establecían con otros países.

Creemos que este tipo de aproximación psicosocial debería seguir siendo utilizado en el estudio psicosociológico de las relaciones internacionales actuales, tal como es el caso de las acciones militares que están desarrollando actualmente los Estados Unidos y sus aliados contra el régimen Talibán, en el que la propaganda basada en las "motivaciones malignas" del enemigo, son un fuerte argumento para seguir prolongando las acciones bélicas.

5.- Referencias

- (1) Burn, M.S. y Oskamp, S. (1989) Ingroup biases and the U.S.-Soviet conflict, en *Journal of Social Issues.*, 45, 73 - 89.
- (2) Gorbachev, M. (1990) *Perestroika: "Mi mensaje a Rusia y al mundo entero"*. Barcelona: Ediciones B.
- (3) Silverstein, B. y Holt, R.R.(1989) Research on enemy images: present status and future prospects, en *Journal of Social Issues*, 45, 159-175.
- (4) Burn, M.S. y Oskamp, S. (1989) Ingroup biases and the U.S.-Soviet conflict, en *Journal of Social Issues.*, 45, 73 - 89.
- (5) Mitchell, C.R. (1997) *The structure of international conflict*. London: Mc Millan.
- (6) Azar, E.E. y Burton, J.W. (1998) *International conflict resolution. Theory and practice*. Sussex: Wheatsheaf.
- (7) Herrmann, R.K. (1985) Analyzing soviet images of the United States (A psychological theory and empirical study), en *Journal of Conflict Resolution.* 29, 665 - 697.
- (8) Gorbachev, M. (1990) *Perestroika: "Mi mensaje a Rusia y al mundo entero"*. Barcelona: Ediciones B.
- (9) Conversación personal con el Dr. Rosendo Romero González, Jefe del Departamento de Comportamiento Organizacional del ITESM-CEM (2001).
- (10) Mc Dougall, R. (1999) Red, brown and yellow perils: Images of the American enemy in the 1940s and 1950s, en *Journal of Popular Culture*. Spring 1999, 59-75.
- (11) Zisk, M.K. (1990) Soviet academic theories on international conflict and negotiation (a research note), en *Journal of Conflict Resolution.* 34, 678 - 693
- (12) Zisk, M.K. (1990) Soviet academic theories on international conflict and negotiation (a research note), en *Journal of Conflict Resolution.* 34, 678 - 693

Figura 1

LA MORATORIA RUSA SOBRE PRUEBAS NUCLEARES.....	58 %
LA PRESENCIA SOVIETIVA EN POLONIA.....	60 %
LA INVASIÓN SOVIETICA EN AFGANISTÁN.....	57 %
EL INCIDENTE CON EL JET 007 COREANO.....	63 %

LA INVASIÓN DE ESTADOS UNIDOS A GRENADA.....	27 %
EL ATAQUE NORTEAMERICANO A LIBIA.....	12 %
EL APOYO DE LOS ESTADOS UNIDOS A LOS CONTRAS.....	30 %
EL APOYO NORTEAMERICANO A FERDINAND MARCOS.....	59 %

Trabajos en Resumen

REGRESAR A CONTENIDO

XXXII
Congreso de Investigación y Extensión
del Sistema Tecnológico de Monterrey
E N E R O 2 0 0 2

Biotecnología y Tecnología de Alimentos

Calidad Ambiental

Competitividad y Negocios

Computación

Comunicación

Desarrollo Regional

Economía

Educación

Física

Historia, Religión, Identidad y Política

Ingeniería Industrial

Inteligencia Artificial

Manufactura

Mecatrónica

Medicina

Relaciones Internacionales



Congreso de Investigación y Extensión del Sistema Tecnológico de Monterrey

E N E R O 2 0 0 2

Evaluación del benzoato de sodio inmovilizado en películas biodegradables elaboradas a partir de almidón de sorgo Isabel Cuenca Flores, Cecilia Rojas De Gante• Campus Monterrey

EVALUACIÓN DEL BENZOATO DE SODIO INMOVILIZADO EN PELÍCULAS BIODEGRADABLES ELABORADAS A PARTIR DE ALMIDÓN DE SORGO.

Cecilia Rojas De Gante. Isabel Cuenca Flores. Centro de Biotecnología. ITESM.Campus Monterrey

Resumen

Con el fin de disminuir los riesgos toxicológicos que trae consigo el uso indiscriminado de aditivos en productos alimenticios, se añade el aditivo directamente en la formulación de envases biopoliméricos provocando una migración positiva desde la matriz del polímero hacia el alimento. En la formulación de películas se emplea 2% p/v almidón de sorgo, 0.6% v/v glicerol y 0.1% p/v benzoato de sodio en base húmeda. Las biopelículas se obtienen por el método de colada a 75°C hasta obtener una película homogénea y transparente. Se mide la concentración del antifúngico al final del proceso por un método espectrofotométrico UV visible y su actividad sobre un sistema modelo de colonias de hongos de *Aspergillus niger* que atacan alimentos de humedad intermedia (0.65-0.85 Aw). Es posible obtener películas biodegradables y fijar el antifúngico en la matriz del polímero, observándose que únicamente el 20% se encuentra libre y disponible para interactuar con el alimento.

Impacto ambiental del ciclo de vida del automóvil usando matrices económicas de insumo-producto

Elisa Cobas-Flores • Campus Monterrey

Full vehicle LCAs: A review

Elisa Cobas-Flores y John Sullivan • Campus Monterrey y Ford Motor Corporation

Caracterización diurna de las emisiones en Monterrey, México

Jerónimo Martínez Martínez • Campus Monterrey

Efecto de la concentración de metales pesados y el pH de la solución sobre el crecimiento y la absorción de los metales en alfalfa

José R. Peralta Videá, Jorge L. Gardea Torresdey, Eduardo Gómez, Kirk Tiemann, Jasón Parsons y Guillermo Carrillo • Campus Ciudad Juárez , UTEP e IREGEP

Impacto Ambiental del Ciclo de Vida del Automóvil usando Matrices Economicas de Insumo-Producto. Elisa Cobas-Flores, EGADE.

En este artículo se presenta el análisis del Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment) del automóvil utilizando modelos de Insumo-Producto Economic Input-Output LCA (EIO-LCA). El modelo presenta los impactos económico-ambientales directos e indirectos generados en la producción de automóviles. Beneficios y desventajas del uso de EIO-LCA es incluido. Análisis comparativos del automóvil vs otros productos son incluidos.

Full Vehicle LCAs: A Review. John L. Sullivan, Ford Motor Corporation, and Elisa Cobas-Flores, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM

A review has been conducted on nine published full vehicle life cycle inventory studies. Our analysis shows that all studies conclude that the vehicle operational stage is dominant regarding energy and associated emissions. For energy this ranges between 60-80% of the total burden, the magnitude of which is dependent on the efficiency of the powertrain. On the other hand, for burdens like solid waste, the material production stage of the life cycle is dominant. When life cycle burden results are decomposed into fixed and variable components per mile driven, it is found the variable energy and associated stoichiometric emission (CO₂) results demonstrate the underlying physics of vehicle propulsion, i.e. they are dependent on vehicle weight and powertrain efficiency. On the other hand, the fixed component of energy and CO₂ shows more apparent scatter, which can, nevertheless, be reconciled on the basis of vehicle material composition and vehicle lifetime drive distance. For SO_x, hydrocarbons and solid waste, fixed and variable life cycle burden components generally showed increasing trends with vehicle mass. Unfortunately, not enough data of sufficient quality is available to determine reliable values for these trends. Hence, average values for them are reported. Finally, it apparently takes more energy to fabricate a vehicle in North America than in Europe or Japan.

CARACTERIZACION DIURNA DE LAS EMISIONES EN MONTERREY, MEXICO. Jerónimo Martínez Martínez, Departamento de Ingeniería Química / Centro de Calidad Ambiental, Campus Monterrey, ITESM.

Las emisiones de monóxido de carbono (CO) y de óxidos de nitrógeno (NOx) en el Area Metropolitana de Monterrey (AMM) fueron estimadas a partir de mediciones hora a hora de calidad de aire en las estaciones de monitoreo Suroeste (SO) y Sureste (SE) durante Enero y Julio de 1995 usando un modelo de flujo continuo. Las emisiones de contaminantes hora-hora son elementos clave en el análisis y modelación de la contaminación atmosférica de áreas urbanas. Las estaciones de monitoreo están alineadas en la dirección de los vientos predominantes. El modelo de flujo continuo se basa en el principio de conservación de la materia y la condición de estado estacionario. En las ecuaciones desarrolladas, se considera que el volumen de aire urbano entre las estaciones es un reactor químico bien mezclado cambiando con la altura de mezclado. En la aplicación del modelo de flujo las mediciones de Enero y Julio fueron usadas debido a que representan condiciones uniformes y normales de invierno y verano en Monterrey. La advección meridional y la transformación química fueron parametrizadas considerando las propiedades químicas y físicas del CO y los NOx.

El inventario obtenido de las emisiones de CO y NOx es mas adecuado debido a que ha sido verificado con las observaciones de concentraciones atmosféricas. Los resultados en el inventario global de emisiones para el AMM son 1400 toneladas por día para CO y 65 toneladas por día para NOx. La variación de las emisiones hora a hora de CO y NOx muestran la influencia de las emisiones vehiculares durante el día. Los ciclos diarios de la relación en emisiones de CO/NOx son comparados con los ciclos diarios de la relación en concentraciones atmosféricas de CO/NOx. En general, las relaciones obtenidas muestran la transformación química de los NOx y la contribución relativa de los diferentes tipos de las fuentes de emisión (industria o vehículos). Altas relaciones de CO/NOx describen altas emisiones de fuentes vehiculares. En Monterrey, estas relaciones en emisiones son aproximadamente 25 para el día y 12 durante la noche. También, como se esperaría, los ciclos diarios muestran que la velocidad de transformación de los NOx es alta en periodos de alta radiación solar (temprano en la tarde y verano).

THE DIURNAL CHARACTERIZATION OF EMISSIONS IN MONTERREY, MEXICO. Jerónimo Martínez Martínez, Departamento de Ingeniería Química / Centro de Calidad Ambiental, Campus Monterrey, ITESM.

Carbon Monoxide (CO) and Nitrogen Oxides (NOX) emissions in the Monterrey Metropolitan Area (MMA) were estimated from hourly air quality observations (meteorological parameters and atmospheric concentrations) for the SW and SE monitoring stations in January and July 1995 using a continuous flow model. The hourly pollutants emissions are key elements in the analysis and modeling of urban atmospheric pollution. The SW and SE monitoring stations are aligned in the direction of prevailing wind (zonal advection). The continuous flow model is based on the principle of mass conservation, and steady state condition. In the developed equations, it is assumed that the urban air volume between stations is a well mixed chemical reactor changing with the measured mixing height. In the application of the flow model, observations of January and July 1995 were used because they represent uniform and normal conditions for the winter and the summer in Monterrey. Meridional advection and chemical transformation were parameterized considering chemical and physical properties of the CO and NOX.

The obtained inventory of CO and NOX emissions is more reliable because it has been verified with the observations of atmospheric concentrations. The results in the global emission inventory are 1400 metric tons per day for CO and 65 tons per day for NOX for Monterrey. The variation in the hourly average emissions of CO and NOX shows the influence of the vehicular emissions during the day. The diurnal cycles of the ratio of CO/NOX in emissions are compared with the diurnal cycles of the ratio of CO/NOX in atmospheric concentrations. In general, the obtained ratios show that the chemical rate of NOX and the relative contribution of different types of emissions source (industry or vehicles). High ratios of CO/NOX describe high emission from vehicular sources. In Monterrey, these ratios in emissions are 25 for the day and 12 for the night. Also, as expected, the diurnal cycles show that the removal rate of NOX is higher with high solar radiation (early afternoon and summer).

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS Y EL pH DE LA SOLUCIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA ABSORCIÓN DE LOS METALES EN ALFALFA. José R. Peralta-Videa, Programa de Ciencias Ambientales e Ingeniería, UTEP y Departamento de Profesional, Campus Ciudad Juárez, ITESM; Jorge L. Gardea-Torresdey, Programa de Ciencias Ambientales e Ingeniería y Departamento de Química, UTEP; Eduardo Gómez, Departamento de Química, UTEP; Kirk Tiemann, Programa de Ciencias Ambientales e Ingeniería, UTEP; Jason Parsons, Programa de Ciencias Ambientales e Ingeniería, UTEP; Guillermo Carrillo, IREGEP, Chapingo-Montecillo.

Para evaluar el potencial de la planta de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en fitoremediación de suelos contaminados con metales pesados se condujeron dos experimentos en macetas con los metales Cd(II), Cr(VI), Cu(II), Ni(II) y Zn(II). El primer experimento se realizó aplicando cada uno de los metales individualmente a dosis de 0, 10, 20, 40, 80, 160 y 320 ppm. En el segundo experimento se mezclaron 50 ppm de cada metal. Las soluciones de metales individuales y en mezcla fueron ajustadas a pH de 4.5, 5.8 y 7.1. El sustrato fue hecho con 70% de arena fina, 25% de grava y 5% de montmorilonita. El Cr(VI) a dosis de 10 ppm o mayores afectó significativamente la germinación y desarrollo de las plantas independientemente del pH. Las evaluaciones se realizaron 14 días después de la germinación. Se midió el crecimiento de raíces y tallos y la biomasa seca fue digerida en horno de microondas utilizando ácido nítrico concentrado. La concentración de elementos en los tejidos fue determinada en un espectrómetro de emisión óptica Perkin-Elmer Optima 4300 (ICP-OES). En el experimento de metales individuales el contenido en los tallos fue de 86 ppm de Cd(II) y 185 de Cu(II) a pH 7.1, respectivamente; 174 ppm de Ni(II) a pH 5.8 y 398 ppm de Zn(II) a pH 4.5. En el experimento de mezcla de metales el Ni(II) fue el metal pesado encontrado en mayor cantidad en los tallos con 437, 333, y 308 ppm a pH 7.1, 5.8 y 4.5, respectivamente. Las plantas de alfalfa fueron menos afectadas por el Zn(II), seguido del Ni(II), Cu(II), Cd(II) y Cr(VI). La dosis más alta que permitió un desarrollo aceptable de las plantas fue 80 ppm de Cd(II), Cu(II) y Ni(II) y 160 ppm de Zn(II).

Trabajo Seleccionado para presentarse en la 2001 Conference on Environmental Research , Hazardous Substance Research Center, EPA Regiones 7 y 8, Kansas State University, Manhattan, Kansas. Tel 785-532-5566, Fax 785-532-5637

El aprendizaje en las organizaciones como re-configuración espacial: Análisis fenomenográfico en juntas de mejora continua - ISO 9000 en una institución pública

Carlos Jesús García Meza • Campus Monterrey

Comunicación, identidades nacionales y redes electrónicas

María de la Luz Casas Pérez • Campus Morelos

La confianza y la coordinación de acciones

Rodolfo Loyola Vera • Campus Querétaro

¿Son los simuladores de negocios herramientas robustas para el aprendizaje de la administración de empresas?

Dídimo A. Dewar Valdelamar y Ulises Arcos Castrejón • Campus Morelos y Campus Monterrey

EL APRENDIZAJE EN LAS ORGANIZACIONES COMO RE-CONFIGURACIÓN ESPACIAL: ANÁLISIS FENOMENOGRÁFICO DE JUNTAS DE MEJORA CONTINUA-ISO 9000 EN UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA. Carlos Jesús García Meza, Centro de Calidad, Campus Monterrey, ITESM.

El presente trabajo reporta los resultados de un análisis fenomenográfico (Marton, 1981, 1994) de los integrantes de grupos de mejora continua en una institución pública certificada en ISO 9002. La pregunta de investigación que guió el estudio fue la siguiente: ¿Cómo conciben los miembros de los grupos de mejora a las juntas de ISO 9000? El "espacio de resultados", derivado del análisis hermenéutico de 16 entrevistas, está integrado por cuatro concepciones interrelacionadas jerárquicamente: (1) foro social; (2) solución de problemas; (3) juego de lenguaje; y (4) formalidad. El análisis fenomenográfico se complementa con la propuesta de una "topología hermenéutica", integrada por una serie de metáforas espaciales de las juntas, con el fin de proporcionar una explicación teórica del aprendizaje en cuanto una (re)configuración del espacio social. La metafórica espacial utiliza las herramientas analíticas de la teoría del actor-red de Callon (1986) y Latour (1988), así como de las ideas de Foucault (1978) y de Deleuze y Guattari (1988). Las metáforas espaciales (o espacialidades) para las juntas de ISO 9000 son las siguientes: (1) Heterotopía; (2) Punto Obligado de Paso; (3) Panóptico; (4) Espacio Estriado; (5) Espacio Liso; y (6) Espacio Estriado y Espacio Liso. El trabajo concluye con una discusión de las implicaciones relacionadas con la teoría y práctica del aprendizaje en las organizaciones.

Referencias:

- Callon, Michel (1986) Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of Saint Brieuc Bay. In J. Law (Ed.) *Power, Action and Belief: a new Sociology of Knowledge? Sociological Review Monograph*. London, Routledge and Kegan Paul. 32: 196-233.
- Deleuze, Gilles y Felix Guattari (1988) *Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia*. London: Athlone Press.
- Foucault, Michel (1978) *Discipline and Punish*. New York: Vintage.
- Latour, Bruno (1988) "Mixing Humans and Nonhumans Together: The Sociology of a Door-Closer." *Social Problems* 35(3): 298-310.
- Marton, Ference (1981) "Phenomenography: Describing Conceptions of the World around Us." *Instructional Science* 10: 177-200.
- Marton, Ference (1994) "Phenomenography" in *International Encyclopaedia of Education*. London: Pergamon.

COMMUNICATION, NATIONAL IDENTITIES AND ELECTRONIC NETWORKS
“Prepared for delivery at the 2001 meeting of the Latin American Studies Association,
Washington, D.C, September 6-8, 2001”

COMUNICACIÓN, IDENTIDADES NACIONALES Y REDES ELECTRÓNICAS

María de la Luz Casas Pérez

Este trabajo aborda la temática de la comunicación y la identidad nacional en el contexto de las nuevas redes electrónicas desde la comunicación.

Los ámbitos principales del estudio son: la conformación de identidades en las nuevas redes electrónicas, la convergencia digital, los imaginarios sociales de las redes, y la aparición de nuevos espacios públicos. En este análisis se revisan, asimismo, la cuestión de la institucionalidad y la figura del Estado junto con los nuevos esquemas de articulación social.

El trabajo se apoya sobre las ideas de Manuel Castells (1996) en el sentido de que la globalización, la cultura de la virtualidad real, la primacía de la tecnología por la tecnología y los rasgos clave de la estructura social en la era de la información, son las fuentes mismas de la crisis del Estado y de la sociedad civil, pero parte de ese supuesto para proponer que se están generando nuevos esquemas de articulación social que posibilitan la interacción y el entendimiento.

Así, las nuevas tecnologías se convierten en un referente indispensable para la comunicación, promueven la generación de significados diversos y de espacios de discusión con obvias implicaciones en el ámbito de las identidades.

El análisis hace referencia también a fenómenos de agregación social diversos, en donde conceptos como las configuraciones territoriales, los medios de comunicación, las fronteras, las comunidades, las formas de hacer política, la ciudadanía, y otros factores relacionados, entran en juego para conformar las identidades dentro de la nueva cultura electrónica.

Por último, en este trabajo se abordan cuestiones de acceso a la información, participación ciudadana y finalmente, a la posibilidad de seguir construyendo identidades compartidas.

LA CONFIANZA Y LA COORDINACIÓN DE ACCIONES

Rodolfo Loyola Vera, Tecnológico de Monterrey, Campus Querétaro

Ante la seguridad radical de la persona humana, tanto en su vida cotidiana como organizacional, la confianza surge como un elemento necesario para disminuir dicha inseguridad y al mismo tiempo disminuir la percepción de la complejidad del mundo.

En este trabajo se presentan algunos aspectos teóricos y propone una estrategia para la construcción de confianza en organizaciones y grupos.

¿SON LOS SIMULADORES DE NEGOCIOS HERRAMIENTAS ROBUSTAS PARA EL APRENDIZAJE DE LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS? Dídimo A. Dewar Valdelamar, Director de la División de Administración y Ciencias Sociales, Campus Morelos, Tec de Monterrey; Ulises Arcos Castrejón, Profesor de la DACS, Campus Morelos, Tec de Monterrey.

En este artículo los autores nos brindan un análisis y sus conclusiones sobre los simuladores de negocios como una herramienta robusta para el aprendizaje de la administración de los negocios en un mundo globalizado. Lo hacen a partir del Simulador de Negocios de Carnegie Mellon University. Proponen un modelo para utilizar la herramienta así como todos los factores críticos que deben estar presentes alrededor del mismo con la finalidad de que se ponga en práctica el conocimiento previamente adquirido y que se dé un aprendizaje significativo.

Como reflexión final, inferimos que los simuladores pueden resultar herramientas robustas para el aprendizaje de la administración de los negocios siempre y cuando tengan las siguientes características: permitan la competencia oligopólica y de preferencia con equipos de otras universidades, los equipos sean multidisciplinarios, los integrantes de los equipos posean una formación básica en alguna de las disciplinas administrativas antes de participar en la simulación, se cuente con consejos de administración formados por individuos con una amplia experiencia de negocios y externos a las facultades de las escuelas de negocios, y que se utilicen herramientas de comunicación e informática para participar en la simulación, ya que permite registrar y analizar las decisiones.

Descomposición de consultas en bases de datos múltiples utilizando un enfoque de álgebra de objetos

Juan Carlos Lavariega Jarquín y Susan D. Urban • Campus Monterrey y Arizona State University, EEUU

A methodology for modeling interactions in cooperative information systems using coloured petri nets

Fernando Ramos Quintana, Juan Frausto Solís y Francisco Camargo Santacruz • Campus Cuernavaca y Campus Estado de México

HyperSAT a new generator for 3-SAT instances

Juan Segura Salazar y José Torres Jiménez • Campus Morelos

Diseño de interfaces multimodales a partir de descripciones genéricas

Oscar Mayora Ibarra • Campus Morelos

Resolución rápida de problemas lineales duros utilizando recocido simulado y la regla de Dantzig

Juan Frausto Solís, Rafael Rivera López, Fernando Ramos Quintana y Eduardo F. Morales Manzanares • Campus Cuernavaca

Siguiente

Scene Modelling for 2D and 3D sensory data acquired from natural environments

Rafael Murrieta-Cid, Carlos Parra, Michel Devy, Maurice Briot • Campus Ciudad de México; Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia; y Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systemes (LAAS-CNRS), Toulouse, Francia

Desarrollo del programa Mecomp para la enseñanza del método de los elementos finitos

Sergio Gallegos Cázares • Campus Monterrey

Visualizing graphical and textual formalism

Rodolfo Castello, R. Mili y H. Madaushi • Campus Chihuahua y Universidad de Texas, Estados Unidos

Automatic layout of statecharts

Rodolfo Castello, R. Mili y G. Tollis • Campus Chihuahua y Universidad de Texas, Estados Unidos

2LR un algoritmo para resolver instancias del problema de satisfactibilidad

José Torres Jiménez, Juan Frausto Solís y Adrián de Jesús Ruíz Cuevas • Campus Morelos y Universidad Veracruzana

Anterior

DESCOMPOSICIÓN DE CONSULTAS EN BASES DE DATOS MÚLTIPLES UTILIZANDO UN ENFOQUE DE ALGEBRA DE OBJETOS. Juan Carlos Lavariaga Jarquín, Centro de Investigación en Informática, Campus Monterrey, ITESM; Susan D. Urban, Department of Computer Science, Arizona State University.

Se presenta un enfoque basado en álgebra de objetos para la descomposición de consultas en un ambiente de bases de datos múltiple. Un aspecto único de este enfoque es precisamente el uso del álgebra de objetos que puede ser usada como base formal para un lenguaje de consultas global.

Inicialmente se presenta el ambiente de bases de datos múltiples y el marco semántico en el que se define un esquema conceptual global basado en estándar del grupo ODMG. El esquema conceptual global agrupa información proveniente de diversas fuentes de datos heterogéneas que incluyen bases de datos relacionales, bases de datos orientadas a objetos y archivos simples. Los meta datos del esquema global son enriquecidos con información tanto de clases virtuales como de relaciones virtuales y jerarquías de herencia que existen entre las diversas fuentes de información. El álgebra de objetos AQUA se utiliza para la manipulación de la consulta global sobre la base de datos múltiple. AQUA es extendida con operadores para lidiar con los aspectos de la distribución de datos. Durante la descomposición de consultas se hace un análisis extensivo de recorridos de expresiones de rutas (paths) que involucran relaciones virtuales y jerarquías que accesan a varias fuentes heterogéneas. La expresión algebraica de la consulta es aumentada semánticamente, a través de los operadores de distribución, con información sobre la estructura, distribución y localización de las fuentes de datos relevantes para la solución de la consulta. Al utilizar un álgebra de objetos como la base formal para el procesamiento de consultas es posible definir transformaciones algebraicas y explotar técnicas de re-escritura de consultas durante la fase de descomposición. Como parte de la discusión en procesamiento de consultas en bases de datos múltiples se presenta un panorama general de un mecanismo para manejar identificación global de objetos semánticamente relacionados en diversas fuentes de información.

Resumen del trabajo

A METHODOLOGY FOR MODELING INTERACTIONS IN COOPERATIVE INFORMATION SYSTEMS

USING COLOURED PETRI NETS. Fernando Ramos Quintana, Departamento de Computación, Campus Cuernavaca, ITESM, Juan Frausto Solís, Departamento de Computación, Campus Cuernavaca, ITESM y Francisco Camargo Santacruz, Dirección de Informática, Campus Estado de México, ITESM.

Cooperative Information Systems (CIS) become relevant to integrate different kinds of systems so as to work collaboratively for a common goal. CIS are considered by nature as dynamic systems, and one of the most difficult problems is how to model and control multiple simultaneous interactions among agents in a friendly way. Consequently, expressiveness becomes a problem related to the representation so far, the similar systems cope neither with the problem of expressiveness nor with multiple interactions in a satisfactory way. It is proposed an integrated methodology based on Coloured Petri Nets (CPN) in order to model the interaction mechanism in a CIS and reduce the associated complexity in the representation of the dynamic of the system. The methodology integrates mainly: a) the action basic loop in order to represent the system interactions and to model organization conversations, b) the CPN in the interaction design and system simulation, c) the communicative acts of FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents), included in the Agent Communication Language Specification.

HyperSAT a New Generator for 3-SAT Instances

Juan Segura-Salazar, José Torres-Jiménez

Propositional satisfiability is the problem of determining, given a formula of propositional calculus in CNF (Conjunctive Normal Form), if there is an assignment of truth values for the variables in such a way that the whole formula is true. The SAT problem is one of the most important combinatorial optimization problems, in particular the 3-SAT problem is the first NP-Complete problem. In order to test sat solving algorithms is necessary to generate hard sat instances, in this paper we address the construction and testing of HyperSAT a sat instance generator based on the concept of hypergraphs.

DISEÑO DE INTERFACES MULTIMODALES A PARTIR DE DESCRIPCIONES GENÈRICAS,

Oscar Mayora Ibarra, Departamento de Computación, Campus Morelos, ITESM.

Actualmente, los diseñadores de interfaces deben considerar la rapidez con que éstas evolucionan y su adaptación a los diferentes medios de interacción que se requieren hoy en día. Cada vez, el crecimiento de medios y fuentes de información como la WWW, unido al avance de las telecomunicaciones, han dado lugar a una nueva gama de innovaciones tecnológicas que traerán como consecuencia una serie de nuevas aplicaciones en el área de las comunicaciones móviles. Entre estas aplicaciones destaca el acceso a Internet desde dispositivos portátiles tales como teléfonos celulares, dispositivos PALM y computadoras “vestibles” (wearable computers). Estos distintos dispositivos, deberán poder acceder la WWW ya sea a través de interfaces gráficas o comandos vocales. La información en cada caso, deberá poder ser presentada al usuario independientemente de las características físicas del dispositivo como la existencia o no de una pantalla, el tamaño de la misma y la capacidad de procesamiento del dispositivo. En este trabajo, se propone un lenguaje genérico y universal que permite diseñar interfaces independientemente de las características físicas del dispositivo de comunicación y el modo requerido de interacción.

RESOLUCIÓN RÁPIDA DE PROBLEMAS LINEALES DUROS UTILIZANDO RECOCIDO SIMULADO Y LA REGLA DE DANTZIG. Juan Frausto Sólis, Rafael Rivera López, Fernando Ramos Quintana y Eduardo F. Morales Manzanares. Departamento de Computación, División de Ingeniería y Ciencias, Campus Cuernavaca, ITESM.

This paper introduces a new procedure named Simplex Simulated Annealing Method (SSAM) for solving hard linear problems: First, Simulated Annealing is applied and a solution near the optimum is reached with a fast convergence rate, then Simplex method is used for finding the optimum in few iterations. Since all deterministic pivot rules used in Simplex Method have an exponential increase in time when this method resolves hard linear problems, SSAM uses Simulated Annealing for selecting new basic solutions, reducing the convergence time and improving Simplex Method efficiency. SSAM is compared with Simplex Method using the Klee-Minty cube, a representative hard linear problem where Simplex Method is inefficient. SSAM results show a significant improvement over Simplex Method in hard linear problem resolution.

SCENE MODELLING FOR 2D AND 3D SENSORY DATA ACQUIRED FROM NATURAL ENVIRONMENTS

Rafael Murrieta-Cid*, Carlos Parra**, Michel Devy*** and Maurice Briot***

*ITESM Campus Ciudad de Mexico, Mexico

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

**Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, Colombia

***Laboratoire d' Analyse et d' Architecture des Systemes (LAAS-CNRS), Toulouse, France.

Abstract of the paper accepted in ICAR' 2001 in Budapest, Hungary.

The work presented in this paper concerns the environment representation applied to outdoor mobile robotics. A model of the environment is constructed in several steps:

1. region extraction: the segmentation gives a synthetic representation of the environment.
2. object characterization: each object of the scene is characterized by using 3-D features and its texture or/and color. Having done the segmentation texture, color and 3-D features can be used to characterize and to identify the objects. In this phase, visual attributes are taken into account to profit from its power of discrimination. The texture and color attributes are computed from regions issued from the segmentation, which commonly give more discriminant information than the features obtained from an arbitrary division of the image.
3. object identification: the nature of the elements (objects and ground) in the scene is obtained by comparing an attribute vector with a database composed by different classes, issued from a learning process. The classification approach uses Bayesian technique.
4. the model of the scene is used in order to select automatically an appropriate landmark.

Desarrollo Del Programa Mecomp Para La Enseñanza Del Método De Los Elementos Finitos.
Sergio Gallegos Cázares, Dirección de carrera de ingeniería civil, Campus Monterrey, ITESM.

Se presenta la filosofía e ideas detrás del desarrollo de un programa de elemento finito, MECOMP. Este programa se ha empleado por el autor como herramienta para la enseñanza del método, proporcionando una base a partir de la cual los alumnos desarrollan proyectos de implantación de elementos en forma muy efectiva. El programa funciona igualmente como una plataforma adecuada para iniciar proyectos de investigación en esta área.

Visualizing Graphical and Textual Formalisms (Abstract)

R. Castelló
Graduate School
ITESM Campus Chihuahua
Chihuahua, Chi. 31300 México
e-mail: rcastell@chi.itesm.mx

R. Mili and H. Madaushi
Department of Computer Science
The University of Texas at Dallas
Box 830688, Richardson, Tx 75083, USA
e-mail: {rmili, hawi}@utdallas.edu

Presented at the “*IEEE Symposium of Visual Languages
and Formal Methods*” at Stresa Italy on September 7, 2001.

ViSta is a tool suite designed to support the requirements specification of reactive systems. It guides the user through the steps necessary for the visualization of statechart diagrams from an informal document. The user first extracts information from a textual document and stores into a set of interactive templates. The information is used by the tool to automatically generate statechart layouts. In this paper we describe how ViSta is augmented with a tool that automatically translates statecharts into Z specifications. The template, statechart, and Z representations are inter-related. This ensures consistency between the different representations, and therefore facilitates the verification and validation effort.

Automatic Layout of Statecharts (Abstract)

R. Castelló
Graduate School
ITESM Campus Chihuahua
Chihuahua, Chi. 31300 México
e-mail: rcastell@chi.itesm.mx

R. Mili and G. Tollis
Department of Computer Science
The University of Texas at Dallas
Box 830688, Richardson, Tx 75083, USA
e-mail: {rmili, tollis}@utdallas.edu

Accepted for publication in the journal of “*Software
practice and Experience*”.

Graphical notations are widely used for system specification. The usefulness of these notations depends primarily on their readability. Hence, automatic methods are needed to obtain efficient and understandable graphical representations of requirements. In this paper, we present an algorithm that automatically generates layouts of statecharts. We assume that relevant information is stored in a structure that we call decomposition tree, and we draw the graph that models a statechart in a hierarchical fashion. Our approach excludes diagrams with inter-level transitions.

2LR An Algorithm for Solving Satisfiability Instances

José Torres-Jiménez
ITESM Campus Morelos
jtorres@campus.mor.itesm.mx
Reforma 182-a Ap. Postal 99-c
Cuernavaca, Mor,
México CP 62490

Adrian Ruiz-Cuevas
Universidad Veracruzana
aruiz@ver.megared.net.mx
Veracruz, Ver., México

Juan Frausto-Solís
ITESM Campus Morelos
jfrausto@campus.mor.itesm.mx
Reforma 182-a Ap. Postal 99-c
Cuernavaca, Mor,
México CP 62490

ABSTRACT

2LR algorithm for solving propositional satisfiability (SAT) instances is presented, 2LR is a generalization of the 1LR algorithm proposed by Davis and Putnam. According to the 3SAT tested cases, 2LR requires in average less recursive calls than 1LR, given that the search tree size is reduced.

La videocomunicación política en acción Oscar Ochoa González • Campus Monterrey

LA VIDEOCOMUNICACIÓN POLÍTICA EN ACCIÓN

Oscar Ochoa González, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Campus Monterrey, ITESM

La comunicación política ha ido ganando relevancia a través de las producciones audiovisuales. Los políticos de hoy requieren no sólo habilidades para la comunicación sino destrezas en el manejo de los medios masivos. La percepción de la política es hoy mediada, vicaria y mediática. Mediada porque se da a través de aparatos tecnológicos que se usan como instrumentos de difusión. Vicaria porque estos aparatos están en manos de personas que tienen el poder de querer o no transmitir, de acuerdo a su interés y estilo personal, esa realidad que captan los medios. Y mediática en cuanto a que el ciudadano sólo cuenta con la visión que le ofrecen los medios, sin la oportunidad de acercarse y convivir con los actores de la política. La vida útil de un vídeo de propaganda política suele ser larga y en su supervivencia cumple al menos tres diferentes funciones: La inicial es la función de propaganda directa, donde el contenido generado pretende cumplir la representación de una propuesta ideológica para convencer a la audiencia de las bondades del sistema de ideas que promueve. La segunda, denominamos testimonial, en la que el contenido pasa a ser documental y que suele valorarse en otra época considerándose un producto de un contexto histórico pasado. La tercera, que podemos designar como de contrapropaganda o de pospropaganda, donde la producción, su contenido y significado suelen ser aprovechados por otras propuestas ideológicas, bien para el desprestigio (contrapropaganda) o para la reafirmación de sus propuestas (pospropaganda). A lo anterior podemos agregar una larga lista de efectos, estrategias y trucos de mercadotecnia. Sin embargo, el uso de estos recursos no garantiza resultados medibles en votos u opinión pública. Su efectividad depende más bien de la integridad, el carisma y la capacidad del líder para influenciar a la comunidad. Con ello la política deja de ser un mero acto burocrático rutinario y pasa a la acción.

“La calle es tu casa”: Un compromiso asumido

Célica Esther Cánovas Marmo, Edgar Alberto Yanza Vidal y Eduardo Sánchez Sanmiguel • Campus León

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

José Gaitán Gámez, Ernesto Lozano Martínez, Ernesto Benavides Ornelas, Luis G. González, Carmen Celina Torres Arcadia, Wulfrido DuSolier, René González, René Cabral, Clementina Rendón, Rodolfo Orozco Gálvez, Manuel Espinoza y Gilberto Armienta • Campus Monterrey

Micro-empresas o estrategias de sobrevivencia: Manufacturas rurales en una zona del centro de México

Guadalupe Montes de Oca • Campus Ciudad de México

Análisis estratégico de los agrupamientos industriales de sectores clave del estado de Tabasco (clustes)

Carmen Celina Torres Arcadia, José Gaitán Gamez, Carlos Treviño Medina, Javier Osorio Vera, Francisco García Hernández y Rodolfo Orozco Gálvez • Sistema Tec de Monterrey

Competitive alliances: Emerging sectoral struggles along the Mexico-United States border

Moira Ann Murphy Bowen • Campus Ciudad Juárez

“La calle es tu casa”: Un compromiso asumido.**AUTORA:** Célica Esther Cánovas Marmo**COAUTORES:** Edgar Alberto Yanza Vidal
Eduardo Sánchez Sanmiguel**RESUMEN**

Este trabajo es producto de un estudio de caso llevado a cabo en la colonia de Jardines de El Moral, en la ciudad de León del estado de Guanajuato, en la República de México. Mediante una metodología predominantemente cualitativa, recuperamos la experiencia de tres sujetos sociales (dos mujeres y un hombre) que emprendieron acciones a nivel ciudadano, con el fin de solucionar el problema de la basura doméstica en las calles aledañas a sus casas.

El problema de investigación se planteó como un análisis del proceso asumido por esos tres sujetos para promover la defensa del medio ambiente, mediante una campaña educativa cuyo principio fue: “La calle es tu casa”. Sus historias de vida se utilizaron como textos-fuentes para aprehender la realidad e interpretarla, mismas que evidenciaron las acciones que permitieron a la sociedad civil adquirir un compromiso responsable de salvaguardar su *habitat* urbano. Así mismo, puso en claro que la viabilidad de tales proyectos no radica sólo en la auto-gestión de la sociedad civil, sino que es necesario tener en cuenta dos factores esenciales: uno, es el compromiso y apoyo sostenido de las sucesivas autoridades en ejercicio; otro, la capacitación en un adecuado manejo de los residuos domésticos.

El proceso educativo asumido se centró en cuatro acciones: 1) Crear una conciencia colectiva responsable respecto a la eliminación de la basura doméstica. 2) Organizar un centro de acopio en un terreno vecino para almacenar organizadamente y de manera seleccionada los plásticos, vidrios, cartones y papeles; la finalidad era venderlos a interesados potenciales. 3) Hacer una planta de reciclaje de materia orgánica, para obtener tierra rica en nutrientes –composta-. 4) Industrializar los plásticos en un prensado utilizable en muebles de exteriores, durmientes de vías férreas, cajones de composta, entre otros.

PALABRAS CLAVES:

Educación y participación ciudadana, género, basura doméstica, recolección y reciclaje.

CHIAPAS VISIÓN 2020. PROYECTO DE DESARROLLO REGIONAL PARA EL ESTADO DE CHIAPAS.

José Gaitán Gámez, Ernesto Lozano Martínez, Ernesto Benavides Ornelas, Luis G. González, Carmen Celina Torres Arcadia, Wilfrido Du Solier, René González Murguía, René Cabral Torres, Clementina Rendón Velarde, Rodolfo Orozco Gálvez, Manuel Espinosa Pozo, Gilberto Armienta Trejo./Centro de Estudios Estratégicos, Sistema ITESM.

Chiapas Visión 2020 es un proyecto de planeación del desarrollo regional promovido por Fomento Económico de Chiapas, A.C. (FEC) que involucra la participación del gobierno, del sector productivo y de la sociedad civil organizada.

El Centro de Estudios Estratégicos del Sistema ITESM se encargó del diseño, facilitación y documentación del Proyecto que se fundamenta en el desarrollo competitivo de los sectores motores de la economía y el fortalecimiento de los factores básicos de desarrollo.

Los sectores económicos motores son: acuicultura y pesca; industria del café; industria forestal; industria ganadera bovina; producción y procesamiento de frutas tropicales; producción y procesamiento de hortalizas y turismo.

Los factores básicos de desarrollo son: estabilidad política y social; seguridad y justicia; estímulos a la inversión directa; financiamiento competitivo, conservación y manejo de los recursos naturales; infraestructura de comunicaciones e industrial específica; educación y salud.

Los resultados del proyecto fueron:

- La formación y formalización de una organización encargada de la ejecución del plan estratégico alrededor de FEC integrada por servidores públicos, empresarios y miembros del sector social a nivel región, sector y factor básico.
- La planeación estratégica de los sectores económicos motores consistente en la definición de su visión, líneas estratégicas y proyectos específicos.
- La visión estatal, las líneas estratégicas y proyectos específicos de los factores básicos de desarrollo que dan sustento los motores económicos.

El gran reto está en la implementación y continuidad del proyecto a través de los convenios de colaboración signados entre FEC y el Gobierno del Estado de Chiapas. Una de las características valiosas es que es un plan vivo, el cual se ajustará de acuerdo a los cambios en el entorno y a las prioridades que se decidan bajo consenso.

MICRO-EMPRESAS O ESTRATEGIAS DE SOBREVIVENCIA: MANUFACTURAS RURALES EN UNA ZONA DEL CENTRO DE MÉXICO. Guadalupe Montes de Oca, Departamento de Humanidades, Campus Ciudad de México.

En los últimos años el campo mexicano ha sufrido modificaciones que en algunos casos han conllevado cambios importantes en la forma en que las comunidades rurales se organizan. En otros, manteniendo formas de organización locales y comunitarias, estas cambian de contenido para precisamente mantener una organización social comunitaria.

Un elemento central ha sido la explosión demográfica que ha implicado que existan cada vez menos tierras susceptibles de ser trabajadas en la agricultura para un número cada vez mayor de individuos. Desde esta perspectiva las comunidades rurales mexicanas y sus unidades domésticas tienen la disyuntiva de que uno o algunos de sus miembros migren o, por el otro lado, modificar sus actividades económicas a fin de permitirles el desarrollo de su objetivo fundamental: **la subsistencia**.

En este trabajo se expondrán los resultados de un trabajo de campo intensivo realizado en una zona rural muy cercana a la Ciudad de Texcoco, Estado de México, en la cual se encontró una proliferación de pequeños talleres de la manufactura del vestido. Se discutirán una serie de teorías que tratan de explicar el surgimiento y proliferación de manufacturas rurales como consecuencia o resultado de una descentralización industrial. Sostengo que si bien hay algunos casos, tanto en México como en otras partes del mundo, donde el surgimiento de manufacturas rurales se da por estos procesos de flexibilización de la industria, en otros casos (como el de la zona de estudio) esto no es así. Sino que más bien son procesos de cambio dentro de las mismas comunidades rurales.

ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE LOS AGRUPAMIENTOS INDUSTRIALES DE SECTORES CLAVE DEL ESTADO DE TABASCO (CLUSTES) /

Carmen Celina Torres Arcadia, José Gaitan Gamez, Carlos Treviño Medina, Javier Osorio Vera, Francisco García Hernández, Rodolfo Orozco Gálvez/Centro de Estudios Estratégicos, Sistema ITESM.

El Proyecto surgió por iniciativa de Fundación Tabasco, quien invitó al ITESM para que a través del Centro de Estudios Estratégicos realizara los trabajos de consultoría. El proyecto contempla la planeación estratégica para cinco *clusters*.

Los mecanismos del proyecto para apoyar estos resultados fueron:

- Analizar las potencialidades económicas de Tabasco bajo un enfoque de agrupamientos productivos (*clusters*).
- Diseñar un plan estratégico que promueve la integración de eslabones, la competitividad y el valor agregado en los agrupamientos productivos.

Los productos del proyecto fueron:

- El plan de desarrollo para cada una de las cadenas productivas (*clusters*), el plan consta de una Visión, líneas estratégicas y proyectos.
- La formación de Grupos Consultivos, uno por cada *cluster*, y constituyen la organización operativa y de coordinación del plan de desarrollo.

COMPETITIVE ALLIANCES: EMERGING SECTORAL STRUGGLES ALONG THE MEXICO-UNITED STATES BORDER. Moira Ann Murphy Bowen, Universidad Virtual, Campus Cd. Juárez, ITESM.

Given the importance of understanding the effects of global changes on processes at various levels, this work examines the impact of the North American Free Trade Agreement (NAFTA) on the formation of new interest alignments among various groups in society. These new interest alignments, coined *competitive alliances*, alter the interplay between domestic development concerns and the international system. The study examines the formation stage of crossborder competitive alliances addressing international surface transportation issues at the Mexico-United States border in order to analyze the interchange among domestic and international interests in the present stage of capitalist development. The study captures the initial response of interest groups to major regulatory changes brought about by international agreements such as the NAFTA. The work focuses on the practical and theoretical importance of competitive alliances in explaining development outcomes.

Exporting inequality? Recent changes in industrial wage inequality in Canada, Mexico and the United States

Vidal Garza Cantú y James K. Galbraith • Campus Monterrey y Universidad de Texas en Austin, EEUU

Dinámica del comportamiento del trabajador mexicano, un enfoque inductivo

Antonio Castañeda Ríos y Ricardo Flores Zambada • Campus Querétaro y Campus Monterrey

Exporting Inequality? Recent Changes in Industrial Wage Inequality in Canada, Mexico and the United States

James K. Galbraith, Universidad de Texas en Austin y Vidal Garza Cantú, ITESM, Campus Monterrey

Publicado en **Incomes and Productivity in North America, Papers from the 2000 Seminar** Comisión para la Cooperación Laboral, Acuerdo de América del Norte en Cooperación Laboral. Julio 2001.

Esta investigación enfatiza el uso consistente del componente entre-grupos del Estadístico T de Theil, una medida de desigualdad que se distingue por sus propiedades de descomposición lineal de grupos. Esta medida es generalmente producida usando la clasificación industrial estándar como la estructura base de los grupos. Este procedimiento asegura la estabilidad y el carácter repetitivo al procedimiento de medición para muchos países con la consecuente abundancia de datos.

Para los casos de Estados Unidos, Canadá y México tenemos datos que permiten la construcción del Índice T. Estos son presentados junto con un análisis para cada país en relación a las principales políticas económicas instauradas en cada país. Para el caso de Canadá, existe una clara relación entre la desigualdad y el tipo de cambio, la inflación y el desempleo. Para el caso de México, la evidencia nos indica que la principal variable que ha afectado la dispersión salarial han sido las frecuentes devaluaciones del peso. Estudiando la desigualdad para Estados Unidos concluimos la clara relación directa entre ésta y la tasa de desempleo.

Finalmente concluimos que aun y cuando es muy limitado buscar implicaciones directas, el hecho de que Estados Unidos ha venido comprimiendo su desigualdad en los últimos 8 años a una mayor velocidad que sus dos socios comerciales, éstos han tenido que sucumbir ante esta fuerza incrementando su desigualdad lo que nos permite mantener la hipótesis inicial de este trabajo, Estados Unidos ha estado exportando desigualdad a sus dos socios comerciales más importantes que tiene en la actualidad.

“DINAMICA DEL COMPORTAMIENTO DEL TRABAJADOR MEXICANO, UN ENFOQUE INDUCTIVO”. Dr. Antonio G. Castañeda Ríos y Dr. Ricardo Flores Zambada (Asesor) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro.

El propósito de esta investigación es crear conocimiento y entendimiento de los procesos psicológicos a través de los cuales los trabajadores mexicanos se dinamizan positivamente desde dentro, para contribuir con sus conductas al desempeño organizacional.

Los datos para esta investigación exploratoria-inductiva fueron obtenidos de 526 trabajadores de la iniciativa privada de tres niveles jerárquicos y de los sectores: Agrícola, industrial y de servicios de la región centro de nuestro país en las ciudades de Querétaro, Qro., San Juan del Río, Qro., Puebla, Pue., y Cortazar, Gto.

Una hipótesis de investigación fue sometida a prueba con resultados positivos. La hipótesis plantea que existen factores dinamizadores del comportamiento que son comunes a todos los miembros de la organización.

Partiendo del relato de experiencias de trabajo positivas y negativas que nos dieron las encuestas, llegamos al modelo: “Dinámica del Comportamiento del Trabajador Mexicano”, que muestra cuales son los resortes que mueven al comportamiento a los trabajadores mexicanos encuestados.

Las situaciones más relevantes generadoras de experiencias positivas resultaron ser aquellas a favor de: Compañerismo y cooperación, ser valorado, conseguir metas, promociones y ascensos, trato igualitario, facultar, ingresar a empresa, recompensas económicas.

Los factores cognoscitivos más importantes que impactan en las experiencias positivas del trabajador son: Un ambiente agradable, sentirse valorado, recibir capacitación, tener apoyo, logros y retos, experimentar crecimiento y formas de desarrollo.

Entre los estados afectivos más importantes encontrados tenemos: La satisfacción, el sentirse bien, el estar feliz y alegre, contento, sentirse orgulloso, motivado, optimista y emocionado.

Las conductas más significativas: Trabajar mejor, tener compromiso y responsabilidad, echarle más ganas, ser persona positiva, tener buen o mejor comportamiento, superarse e interesarse, estar estimulado dando apoyo.

El proceso de asesoría de tesis en la modalidad de educación a distancia a través de la mediatización tecnológica

Magda García Quintanilla y Gerardo Antonio Rodríguez Hernández • Universidad Virtual

Estudio comparativo sobre los resultados obtenidos por alumnos que aprobaron un curso de álgebra vs. los que reprobaron

Ma. Beatriz Gómez Talancón • Campus Cuernavaca

Programa de liderazgo financiero en la educación superior

María Teresa Martínez Alvarez • Universidad Virtual

Las expectativas formales e informales del sistema educativo, como predictoras de la satisfacción en el trabajo, de los docentes del estado de Nuevo León

Sara Viera Padilla • Universidad Virtual

Designing and evaluating a collaboration coach: Knowledge and reasoning

Ma. de los Angeles Constantino González, Daniel D. Suthers y José Icaza • Campus Laguna, Campus Monterrey y University of Hawaii at Manoa, EEUU

Siguiente

“El fortalecimiento de valores en el proceso enseñanza-aprendizaje” par Laura Milán Espinosa, Luis Fernando Reyes Terán, Mariela Mata Muñoz, Marcela Sada Flores, Norma Cecilia Fuentes Valdés, Adelina Alcalá Gallegos y Mariana Pérez Moguel • Campus Aguascalientes

PBL methodology implemented in the business administration course: an experience in Sinaloa, Mexico

Lilia Artemisa Cortez Angulo • Campus Sinaloa

Un acercamiento a los resultados de la implementación del P.B.L. a un curso de economía para estudiantes de ingeniería del ITESM Campus Sinaloa: Período: junio-diciembre/00

Fabiola Ponce Durán • Campus Sinaloa

Anterior

**EL PROCESO DE ASESORÍA DE TESIS EN LA MODALIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA
A TRAVÉS DE
LA MEDIATIZACIÓN TECNOLÓGICA.**

**Magda García Quintanilla
Gerardo Antonio Rodríguez Hernández**

El presente es un estudio que se está realizando en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Y versa sobre el proceso de asesoría de tesis que se ofrece los alumnos de las distintas maestrías que se imparten en la Escuela de Graduados en Educación a través de la mediatización tecnológica.

Nuestro estudio se basa en el papel que juegan las atribuciones que los distintos actores tienen a partir de su interacción en un modelo de educación a distancia mediatizada por la tecnología.

Aunque se parte de la base, de que los seres humanos damos un tratamiento activo a la información las investigaciones en Psicología Social durante los últimos años apuntan en el sentido de que mostramos cierta incapacidad para tratar informaciones sociales de manera refinada y exacta. (Jaspars, J. Y M. Hewstone: 1986) Por lo que es importante examinar entonces con mayor detenimiento, por qué y como se producen los juicios, revisando que elementos de estos juicios, contribuyen a la formación de atribuciones en este tipo de experiencias.

Este trabajo centrará su atención en abordar el proceso atributivo de los participantes, en la medida en que dicho proceso nos permite entender como los sujetos desarrollan una explicación causal de los fenómenos que les toca presenciar y protagonizar.

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR ALUMNOS QUE APROBARON UN CURSO DE ÁLGEBRA VS. LOS QUE LO REPROBARON. Ma. Beatriz Gómez Talancón, División de Enseñanza Media Superior, Campus Cuernavaca, ITESM.

El trabajo se realizó durante el semestre enero-mayo del 2000, con un grupo de alumnos repetidores del curso de Matemáticas I de preparatoria, cuyo fracaso escolar podía atribuirse a su adaptación al Tec, poco compromiso ante su aprendizaje, base de conocimientos débiles, etc. El estudio consistió en: un análisis de los resultados obtenidos por los alumnos que cursaron la materia el semestre anterior y del cual formaban parte los alumnos repetidores, a fin de determinar si existían elementos de índole cognoscitivo o de manejo algorítmico que representaran un obstáculo para su éxito escolar; la evaluación de las actividades propuestas en el curso, para determinar la pertinencia de su contenido y del tiempo asignado para realizarlas y un diagnóstico del Ambiente en el Aula, para lo cual se contó con la visita de un facilitador didáctico al grupo y la aplicación de la encuesta "Observación del Ambiente en el Aula". Dicho estudio tuvo el propósito de apoyar oportunamente el proceso de aprendizaje de los alumnos, así como la de validar y fortalecer el rediseño del curso: mejorando, cambiando o sustituyendo los aspectos que lo requirieran. Entre los resultados obtenidos, cabe mencionar la correlación que se presentó entre los alumnos que reprobaron el curso y su manejo no óptimo de los Productos Notables y la Factorización. Como respuesta a los problemas detectados, se inició con el diseño y producción de tutoriales que les permitan a los estudiantes reforzar por cuenta propia temas que no les queden claros en el salón de clase; eliminación de ligas innecesarias a varios documentos para facilitar la localización de tareas en la plataforma; se revisó la cantidad de tareas extraclase y se diseñaron nuevas actividades de tipo motivacional para ser realizadas en colaboración entre los miembros de los equipos.

Programa de Liderazgo Financiero en la Educación Superior

Mta. María Teresa Martínez Alvaraz, ITESM, Universidad Virtual

El Programa de Liderazgo Financiero en la Educación Superior aspira proveer a las universidades latinoamericanas la capacidad de obtener y administrar sus recursos apoyándose en las últimas tendencias tecnológicas, gerenciales, y estratégicas. Representa una colaboración de tres destacadas instituciones: La Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del Tec de Monterrey, Harvard Graduate School of Education, y LASPAU: Academic and Professional Programs for the Americas. Tiene una duración de cuatro meses y consta de cuatro

Objetivos: Al concluir el Programa, el participante:

- Desarrollará habilidades para adecuar técnicas de planeación financiera desarrolladas en el ámbito empresarial a un contexto educativo.
- Conocerá de manera amplia todos los procesos de la administración financiera universitaria cubiertos en el Programa y profundizará en uno de los procesos a su elección.
- Demostrará, a través de un proyecto de aplicación en una situación real, el dominio de uno de los tipos de procesos materia del curso del cual realizará una propuesta de planeación.
- Valorará el trabajo multidisciplinario y el trabajo colaborativo como un elemento importante en su práctica como administrador educativo.
- Aplicará los conocimientos adquiridos para mejorar la práctica profesional del administrador educativo.

El Programa combina sesiones presenciales en Harvard y en Monterrey con sesiones satelitales y el trabajo en línea vía la Web. Cada módulo cuenta con una sesión de inducción al mismo, seguida por un mes de trabajo en la web. Finalmente los participantes conviven en las instalaciones del Tec y de Harvard consolidando su relación y facilitando el acceso a otros programas de las instituciones. Está orientado a los administradores universitarios que reportan a rectoría o dirección general administrativa. En el primer grupo se contó con la representación de 10 países de América. El programa cuenta con docentes del Tec de Monterrey, y de la Escuela de Graduados de Educación de Harvard University, Economics Institute, Colorado University. Tanto los profesores como los expertos realizaron una intensa comunicación durante los cuatro meses. La culminación en enCampus Monterrey y posteriormente en Harvard consistió en la presentación de proyectos integradores de la planeación estratégica con la planeación financiera.

Las Expectativas Formales e Informales e Informales del Sistema Educativo, como predictoras de la Satisfacción en el trabajo, de los docentes del Estado de Nuevo León.

Investigadora: Sara Viera
EGE de la Universidad Virtual

El bienestar del docente es de interés tanto de sí mismo, de los administradores de la educación, los organismos sindicales y la sociedad en general. En esta investigación del tipo descriptivo, se ha pretendido encontrar la relación existente entre algunas variables demográficas, con la satisfacción en el trabajo de los docentes de secundaria del Estado de Nuevo León. Asimismo, identificar el impacto que la actitud de dichos docentes ante las expectativas formales e informales del sistema educativo, tiene en la satisfacción en el mismo.

La recolección de los datos, fue mediante encuesta, utilizando para ello un cuestionario elaborado ex profeso, que se aplicó a una muestra aleatoria de 837 docentes, del total de 12, 346 docentes de secundaria del estado de Nuevo León, durante junio de 1997 a fin de identificar por medio de la regresión múltiple, factores que determinan la satisfacción de dichos docentes en su trabajo.

Las variables involucradas en el estudio fueron: una variable criterio; satisfacción en el trabajo; dos predictoras: expectativas formales e informales del sistema educativo; y ocho demográficas: edad, sexo, nivel de estudios, tamaño de la institución, tipo de escuela, entre otras. El nivel de satisfacción en el trabajo se midió mediante 14 ítems; la conducta del docente ante las expectativas burocráticas (EB), mediante 6 ítems; y la conducta del docente ante las expectativas informales (NP+NG) mediante 20 ítems (9 de ellos midieron la conducta ante las necesidades del grupo y los 11 restantes la conducta ante las necesidades individuales. El coeficiente de confiabilidad (Alfa de Cronbach) fue de 0.8910 para la escala: satisfacción en el trabajo y de 0.9034, para la escala general de actitud en el trabajo (EB+NP+NG).

Se encontró un adecuado nivel de satisfacción el cual puede ser predicho por el grado de relación intergrupala que experimenta el docente en su centro de trabajo y el número de docentes por institución. Además se encontró un posible decremento de la fuerza laboral docente en un plazo de diez a quince años.

Designing and Evaluating a Collaboration Coach: Knowledge and Reasoning

María de los Angeles Constantino-González, ITESM Campus Laguna; José I. Icaza, ITESM, Campus Monterrey; Daniel D. Suthers, University of Hawai'i at Manoa

This paper describes the design and evaluation of a coach that helps students collaborate during synchronous group problem solving. Unlike previous work generally emphasizing dialogue analysis, this work evaluates a new approach to supporting collaboration that identifies learning opportunities based on differences between problem solutions and on tracking levels of participation. The contribution made by these and other knowledge sources in the generation of collaboration advice was evaluated by comparing, for each event in the collaborative sessions, expert rankings of advice with the software coach' s rankings, and by identifying the advice that would be lost if each respective knowledge source were removed. Results show that good quality advice can be obtained through these knowledge sources, although other knowledge sources may fill in gaps relative to the expert' s performance. This work demonstrates how intelligent agents can produce reasonable collaboration advice using a few basic knowledge sources.

EL FORTALECIMIENTO DE LOS VALORES EN EL PROCESO ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

Laura Milán Espinosa, Luis Fernando Reyes Terán, Mariela Mata Muñoz, Marcela Sada Flores, Norma Cecilia Fuentes Valdez, Adelina Alcalá Gallegos, Mariana Pérez Moguel, ITESM, Campus Aguascalientes

El IV Congreso de Intercambio de Experiencias en Rediseño del ITESM Campus Aguascalientes se centro en el "Fortalecimiento de los Valores en el Proceso Enseñanza-Aprendizaje". Después de escuchar la conferencia del Lic. Rubén Núñez de Cáceres " El desarrollo humano y profesional a partir de los valores" se reunieron los profesores asistentes en tres mesas de trabajo guiadas por un coordinador y un secretario. En ellas se discutieron las prácticas llevadas a cabo para fortalecer los valores establecidos en la Misión del Instituto: Honestidad, Responsabilidad y Respeto, así como propuestas para mejorar esta práctica docente.

Se concluyo que este análisis y reflexión es apenas el principio de lo mucho que hay por hacer para fortalecer los valores en los alumnos.

PBL methodology implemented in the business administration course: an experience in Sinaloa, Mexico.

Lilia Cortez Angulo, Departamento de Administración y Finanzas, Campus Sinaloa, ITESM.

This document will expound the results of the research in the implementation of *Problem Based Learning (PBL)* methodology in the Business Administration course at ITESM Campus Sinaloa, which is a first semester course in the Business and Administration section of the Professional Division. During the semester August-December, 2000, the PBL methodology was included in the strategic plan of Campus Sinaloa. This methodology was chosen to fulfill the mission of ITESM, which encourages a student centered atmosphere and requires the students to develop certain abilities: self-directed learning; group work; analysis, synthesis and evaluation skills.

This report also explains the decision-making process that was used in the following planning steps: course organization, curriculum structure, tasks construction and students' training in PBL. In implementing the PBL method, this paper presents several analytical variables. The first variable is the problem solving tasks, they were compared to the desired learning goals defined in the planning phase to verify whether groups reached these objectives. It was interesting that the students actually identified more objectives than the ones initially designed for them. The second variable involves recommendations based on student surveys. These surveys include an evaluation of the following areas: Course content, instruction and facilitation by the tutor, the problem-based tasks and the effectiveness of students working in teams.

Finally, the last variable encompasses the evaluation of my work performance as tutor. This evaluation pertains not only to my own observation, but also equally from other colleagues who witnessed the process and its implementation. This variable is especially important since it will encourage us to discover more effective ways to strive for higher goals and better performance, which will be incorporated into the strategic plan of our university and also represents a starting point for the continuous improvement of my course.

UN ACERCAMIENTO A LOS RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL P.B.L. A UN CURSO DE ECONOMÍA PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DEL ITESM CAMPUS SINALOA.

PERIODO: JUNIO – DICIEMBRE/00. Fabiola Ponce Durán, Departamento de Administración y Finanzas, Campus Sinaloa, ITESM.

Este trabajo presenta el resultado de un estudio sobre la implementación del PBL (Problem Based Learning) en un curso de Economía aplicado a estudiantes de ingeniería del ITESM Campus Sinaloa, durante el periodo de Junio a Diciembre 2000 y Enero – Mayo 2001.

A lo largo de este trabajo se expondrá la actuación del profesor en cada etapa del curso: preparación, planeación e implementación bajo la metodología del P.B.L. que nos sirva de parámetro para el desarrollo, medición y evaluación de los valores, actitudes y habilidades de los factores que intervinieron en este proceso. Se analizará y describirá cada una de las variables apoyado en las herramientas utilizadas durante la implementación, tales como: Escala de aptitud de los alumnos, registro de la observación realizada por facilitadores didácticos, formato de entrevista aplicado tanto al maestro como a los alumnos en su etapa inicial y final, resultado de la evaluación del curso aplicada a los alumnos por el departamento de Tecnología Educativa del Campus, los resultados de la evaluación del proceso tanto cognitivo como actitudinal (sentir de los alumnos), de procedimiento, expuesto en forma empírica de acuerdo a la observación del maestro y de otros observadores.

Se incluyen los resultados obtenidos en la investigación con la intención de retroalimentar y mejorar tanto la práctica docente como las condiciones que contribuyen a lograr los objetivos planteados del curso, de la aplicación de la metodología y su concordancia con lo establecido en la Misión del ITESM en cuanto al desarrollo de habilidades tales como el auto aprendizaje, capacidad de resolver problemas, trabajo en equipo en un ambiente de tolerancia y respeto.

Diseño de cinco clases de investigación científica del siglo XX, basadas en el aprendizaje distribuido, para ser realizadas y transmitidas desde la estación espacial internacional

Alfredo Martínez Robles • Campus Central de Veracruz

Folio 80

Simulación numérica de flujo turbulento isotérmico y calentado en un canal anular vertical

J. Asunción Zárate García, Ramendra P. Roy y Andre Laporta • Campus Monterrey; Arizona State University, EEUU; Electricité de France, Chatou, Francia

DISEÑO DE CINCO CLASES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DEL SIGLO XX, BASADAS EN EL APRENDIZAJE DISTRIBUIDO, PARA SER REALIZADAS Y TRANSMITIDAS DESDE LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL. Mte. Alfredo Martínez Robles, ITESM, Campus Central de Veracruz

La presente investigación propone el diseño de 5 clases de la materia de Investigación Científica del Siglo XX de la División Preparatoria del ITESM, específicamente para el tema de la Conquista del Espacio, basadas en el Aprendizaje Distribuido, principalmente en el modelo ACTIONS de Tony Bates [1].

El Aprendizaje Distribuido, como un importante modelo de instrucción de la Tecnología Educativa, ha permitido en los últimos años que la educación a distancia se haya desarrollado en forma importante.[2]

La relevancia de basarse en el Aprendizaje Distribuido y la Tecnología Educativa radica en que la mayor parte de los métodos o enfoques de selección de tecnología son orientados al producto y urge desarrollar métodos orientados al proceso [2]

El modelo ACTIONS de Tony Bates [1] se enfoca más al proceso que al producto, ya que toma en cuenta que el estudiante extraiga activamente la información necesaria del ambiente de enseñanza para construir sus modelos de aprendizaje. [2]

Cada una de las clases propuestas está dividida en dos partes, la primera se refiere a una serie de actividades que llevará a cabo el alumno en su salón, mediante instrucciones precisas que encontrará en el Modelo de Enseñanza Aprendizaje del Sistema ITESM, de la materia, y auxiliado por el facilitador de su campus, mientras que en la segunda parte, se proponen una serie de actividades, basadas en el Aprendizaje Distribuido realizadas por el profesor del ITESM desde la Estación Espacial Internacional en órbita a 300 kms sobre la Tierra.

Los temas de las clases son los siguientes:

- Clase 1. Conociendo la Estación Espacial Internacional.
- Clase 2. La vida y trabajo en el espacio
- Clase 3. México visto desde el espacio. Geografía y recursos naturales.
- Clase 4. Juguetes Mexicanos en el espacio.
- Clase 5. Conociendo y diseñando un traje espacial.

Palabras clave: Diseño, Investigación Científica, Aprendizaje Distribuido, Estación Espacial Internacional.

SIMULACION NUMERICA DE FLUJO TURBULENTO ISOTERMICO Y CALENTADO EN UN CANAL ANULAR VERTICAL. J. Asunción Zárate García, Centro de Energía Solar, Campus Monterrey, ITESM; Ramendra. P. Roy, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Arizona State University, Tempe, AZ, 85287-6106 USA; André Laporta, Electricité de France, Departement Transferts Thermiques et Aerodynamiques, Chatou, France.

En este trabajo se reportan los resultados de la simulación numérica del flujo turbulento de un líquido en un canal anular vertical en condiciones isotérmicas y con adición de calor. El flujo de calor se suministra en la pared interior del canal y la pared exterior está aislada térmicamente. El cociente del radio de la pared interior al radio de la pared exterior del canal es 0.415. Las ecuaciones de Navier-Stokes y de energía térmica promediadas en el tiempo se resolvieron numéricamente. Para modelar los esfuerzos de Reynolds y los flujos de calor turbulento, se introdujeron ecuaciones de transporte para la energía cinética turbulenta, su razón de disipación, la varianza de las fluctuaciones de temperatura y su razón de disipación los cuales contienen términos que permiten su integración hasta la pared. En la región lejana a la pared estas ecuaciones se reducen a sus respectivas formas a alto número de Reynolds. El introducir estas ecuaciones de los modelos de turbulencia eliminó la necesidad de especificar funciones de pared y correlaciones para el número de Prandtl turbulento. Además, se incorporó un modelo explícito para los flujos de calor turbulentos. Los resultados reportados incluyen cantidades promediadas y turbulentas. Se presenta además la comparación de los resultados numéricos y mediciones experimentales. El número de Reynolds a la entrada del canal – basado en el diámetro hidráulico – es 31500 y el valor del parámetro adimensional Gr/Re^2 en el plano de medición fue 0.016-0.029. A pesar de que estos valores son bajos, las mediciones experimentales exhiben características de convección mixta turbulenta. Por lo que fue necesario incluir estos efectos en el modelo de turbulencia. Los efectos de las fuerzas boyantes que influyen los campos de velocidad y térmico se observaron en los resultados de la simulación así como en las mediciones experimentales.

La libertad dominical de Antonio Cornejo

Adelina Eugenia Alcalá Gallegos • Campus Aguascalientes

La libertad dominical de Antonio Cornejo.

Mtra. Adelina Eugenia Alcalá Gallegos, ITESM, Campus Aguascalientes

Antonio Cornejo fue el director del periódico “La libertad de México”, publicado durante la segunda mitad del siglo XIX, en la ciudad de Aguascalientes. En este trabajo presento el origen, las características y la ideología de dicho periódico; centrándome, sobre todo en los editoriales que él redactó.

Este autor deja plasmada la problemática de su época y propone soluciones.

A través de su lectura nos enteramos de su preparación liberal y de su participación en diversas actividades: grabador, impresor, poeta, novelista y periodista, así como, de sus cargos políticos: Diputado y Secretario General de Gobierno.

Por medio de varios trabajos de investigación de otros autores que han abierto líneas de conocimiento sobre este personaje cotejo los datos históricos reales o hipotéticos.

En consecuencia, este autor es importante conocerlo, pues destaca en dos aspectos literarios: el primero, por ser el editorialista que participaba en varios periódicos de su época, en esta ciudad; y segundo, porque escribió la primera novela “por entregas”.

Un algoritmo de búsqueda para un problema de diseño de red capacitada multiproducto

José Luis González Velarde, Ada M. Alvarez y Karim de Alba • Campus Monterrey y Universidad Autónoma de Nuevo León

On the time - dependent occupancy and backlog distributions for the GI/G/∞ QUEUE

Jorge Limón Robles, Wortman y H. Aylan • Campus Monterrey, Texas A&M University y Georgia Institute of Technology, EEUU

Conversational structure model: A view of organizational systems

Rodolfo Loyola Vera • Campus Querétaro

Language as a coordination mechanism in organisational systems

Rodolfo Loyola Vera • Campus Querétaro

Medición de las actitudes hacia la calidad utilizando un modelo de red neuronal dentro de un sistema de orientación del comportamiento

Eloísa Gurruchaga Rodríguez e Hilarión Muñoz Contreras • Campus Central de Veracruz e Instituto Tecnológico de Orizaba

Un Algoritmo de Búsqueda para un Problema de Diseño de Red Capacitada Multiproducto. José Luis González Velarde Centro de Sistemas de Manufactura, Campus Monterrey, ITESM, Ada M. Alvarez, Karim De Alba, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León.

El problema de diseño de redes capacitadas multiproducto consiste en una red con un conjunto de aristas potenciales en la cual se requiere enviar flujo con el objeto de satisfacer cierta demanda conocida entre parejas de nodos origen-destino. Al hacer esto, se incurre en un costo, llamado “costo variable”, por transportar flujo, así como un costo de construcción, llamado “costo fijo”, por el uso de cada arista que interviene en el diseño. Asociadas a cada arista existen cotas de capacidad que impiden un flujo infinito en esa arista. El objetivo es decidir cuáles aristas deben ser incluidas en el diseño de la red de forma que el costo total en que se incurre por construcción y operación de la red sea el menor posible. Actualmente no existen algoritmos que en tiempo razonable resuelvan instancias grandes, que son comunes en diversas aplicaciones. El problema de diseño que se aborda en este trabajo es formulado mediante un modelo entero mixto y para resolverlo se implementa un procedimiento heurístico de Scatter Search. Se condujeron pruebas computacionales preliminares que anticipan un buen desempeño del método, ya que se obtuvieron soluciones que difieren en un rango del 1 al 10 %, con una diferencia promedio de 3.35%, de las soluciones óptimas exactas encontradas con CPLEX 6.5.

ON THE TIME-DEPENDENT OCCUPANCY AND BACKLOG DISTRIBUTIONS FOR THE GI/G/∞ QUEUE.

Jorge Limón Robles. Depto. de mecatrónica y automatización, ITESM, Campus Monterrey.
M.A. Wortman, Texas A&M University.
H. Ayhan, Georgia Institute of Technology

We consider an infinite server queueing system. An examination of sample path dynamics allows a straightforward development of integral equations having solutions that give time-dependent occupancy (number of customers) and backlog (unfinished work) distributions (conditioned on the time of the first arrival) for the GI/G/∞ queue. These integral equations are amenable to numerical evaluation and can be generalized to characterize GI^X/G/∞ queue. Two examples are given to illustrate the results.

Journal of Applied Probability, 36, 558-569 (1999)

CONVERSATIONAL STRUCTURE MODEL: A VIEW OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS.

Rodolfo Loyola Vera, Tecnológico de Monterrey, Campus Querétaro.

This paper addresses conversations as a basis for organizational change. This paper delineates the major elements of a model labeled conversation structure model. In this approach, change moves from problem solving and efficiency planning toward a method focused primarily on conversations viewed not as a communication nor a symbolic or narrative device, but as a reality construction and action generator to reach the organization desired future. The model proposed is developed based on Maturana' s theory of observer, Echeverría' s ontology of language, and Cossette' s symbolic interactionist stance.

LANGUAGE AS A COORDINATION MECHANISM IN ORGANISATIONAL SYSTEMS.

Rodolfo Loyola Vera, Tecnológico de Monterrey, Campus Querétaro.

This paper addresses language as an organisational coordination strategy. This paper is based on the major elements of a model labeled conversation structure model which is used as a framework to discuss the coordination problems in organisational systems. Language, viewed not as a communication nor a symbolic or narrative device, but as a reality construction and action generator to transform an organisational system in a more effective one in terms of reaching its goals. The results of an implementation in a medium size university campus are discussed as a basis to a wider application in manufacturing organisations.

MEDICION DE LAS ACTITUDES HACIA LA CALIDAD UTILIZANDO UN MODELO DE RED NEURONAL DENTRO DE UN SISTEMA DE ORIENTACIÓN DEL COMPORTAMIENTO. Ma. Eloisa Gurruchaga R, Profesor de cátedra, Depto de Profesional, ITESM Campus Central de Veracruz; Hilarión Muñoz Contreras, Profesor Investigador, Depto de Posgrado Instituto Tecnológico de Orizaba

Este artículo plantea la posibilidad de medir las actitudes hacia la calidad, basándose en una analogía de la metodología de construcción de una red neuronal artificial para la evaluación de actitudes medidas mediante encuestas, las cuales contemplan tres aspectos: 1) la cultura existente tanto en el individuo como en la organización; 2) la valoración que cada individuo otorga a los valores y 3) la motivación que posee el individuo en su puesto de trabajo. Una vez realizada la evaluación se utiliza el resultado como un medio de diagnóstico para tomar mejores decisiones sobre si existe o no un clima propicio hacia la calidad tanto en el individuo como en la organización a la que pertenece el mismo, para en caso contrario, diseñar la capacitación y motivación del personal en las áreas marcadas como no propicias.

A hybrid approach to solve the global localization problem for indoor mobile robots considering sensor's perceptual limitations

Leonardo Romero, Eduardo Morales y L. Enrique Sucar • Campus Morelos

DQL: a new updating strategy for reinforcement learning

Eduardo F. Morales y Carlos E. Mariano • Campus Cuernavaca e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Solving conflicting situations within a distributed B2B decision-making framework based on soccer team strategies

Ma. De los Angeles Junco, Enrique Espinosa y Fernando Ramos Quintana • Campus Estado de México, Campus Ciudad de México y Campus Cuernavaca

Robot motion planning for model building under perception constrains

Benjamin Tovar, Rafael Murrieta y Claudia Esteves • Campus Ciudad de México

Sensor-based navigation in cluttered environments

Ricardo Swain Oropeza, Michel Devy y Seth Hutchinson • Campus Estado de México; LAAS-CNRS, Francia; Beckman Institute at University of Illinois at Urbana-Champaign, EEUU

Siiguiente

Fault detection and isolation applied to the supervision of adaptive control systems: A state observer - neural network approach

Fernando Valles Barajas y Ricardo A. Ramírez Mendoza • Campus Monterrey

Fault detection and isolation applied to the supervision of adaptive control systems: A neural network based scheme

Fernando Valles Barajas y Ricardo A. Ramírez Mendoza • Campus Monterrey

Evolving Turing machines for biosequence recognition and analysis

Edgar E. Vallejo y Fernando Ramos • Campus Estado de México y Campus Cuernavaca

Anterior

A Hybrid Approach to Solve the Global Localization Problem For Indoor Mobile Robots Considering Sensor's Perceptual Limitations, Leonardo Romero, Eduardo Morales, L. Enrique Sucar

Global localization is the problem of determining the position of the robot under global uncertainty. This problem can be divided in two phases: 1) given the sensor data (or sensor view), determine the set of locations where the robot can be; and 2) devise a strategy by which the robot can correctly eliminate all but the right location. The approach proposed in this paper is based on Markov localization. It applies the principal component method to get rotation invariant features for each location of the map, a Bayesian classification system to cluster the features, and polar correlations between the sensor view and the local map views to determine the positions where the robot can be. In order to solve efficiently the localization problem, as well as to consider the perceptual limitation of the sensors, the possible locations of the robot are restricted to be in a roadmap that keep the robot close to obstacles, and correlations between the possible local map views are computed. A greedy search determine the robot movements to eliminate some possible locations. This hybrid approach is tested using a simulated and a real mobile robot with promising results.

DQL: A NEW UPDATING STRATEGY FOR REINFORCEMENT LEARNING. Carlos E. Mariano, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Eduardo F. Morales, Departamento de Computación, Campus Cuernavaca, ITESM.

In reinforcement learning an autonomous agent learns an optimal policy while interacting with the environment. In particular, in one-step Q-learning, with each action, an agent updates its Q-values considering immediate rewards. In this paper, a new strategy for updating Q values is proposed. The strategy, implemented in an algorithm called DQL, uses a set of agents all searching the same goal in the same space to obtain the same optimal policy. Each agent leaves traces over a copy of the environment (copies of Q-values), while searching for a goal. These copies are used by the agents to decide which actions to take. Once all the agents reach a goal, the original Q-values of the best solution found by all the agents are updated using Watkins' Q-learning formula. DQL has some similarities with Gambardella's Ant-Q algorithm, however it does not require the definition of domain dependent heuristic and consequently the tuning of additional parameters. DQL also does not update the original Q-values with zero reward while the agents are searching, as Ant-Q does. It is shown how DQL's guided exploration of several agents with selected exploitation (updating only the best solution) produces faster convergence times than Q-learning and Ant-Q on several test-bed problems under similar conditions.

SOLVING CONFLICTING SITUATIONS WITHIN A DISTRIBUTED B2B DECISION-MAKING FRAMEWORK BASED ON SOCCER TEAM STRATEGIES. Ma. de los Angeles Junco, Departamento de Ciencias Computacionales, Campus Estado de México, ITESM; Fernando Ramos, Centro de Investigación en Tecnologías de Información y Telecomunicaciones, Campus Cuernavaca, ITESM; Enrique Espinosa, Departamento de Computación, Campus Ciudad de México, ITESM.

Due to the dynamic nature of business environments, a decision making process is frequently characterized by conflicting situations requiring the manipulation of large amounts of financial or political information. Continuous changes in dynamic domains difficult considerably the model of evaluation of interactions among the members of the business group, and consequently conflicting situations could take a long time to be solved. Traditional problem-solving methods take into account situations within static environments. In addition, these are not built within a distributed decision making framework. The above two considerations do not reflect real dynamic group situations. As an analogy, models belonging to soccer match strategies are typically dynamic and also full of conflicting situations. Therefore, offensive and defensive plays can be mapped into business activities by building an adequate characterization model. Negotiation among heterogeneous actors in both domains usually require bringing data and decision support procedures down to earth. A research of conflicts that occur during events in which business actors must get together and negotiate critical corporate issues is presented by implementing football team strategies in a Java-based simulator. As a result, we show a functional analogy between teamwork strategies in a soccer match and business-to-business processes.

ROBOT MOTION PLANNING FOR MODEL BUILDING UNDER PERCEPTION CONSTRAINTS

Benjamín Tovar-López, Rafael Murrieta-Cid, Claudia Esteves-Jaramillo, Electrical and Electronics Department, ITESM Campus Ciudad de México

Abstract of the paper presented in SIRS 2001, Toulouse, France.

The goal of this work is to develop techniques that allow one or more robotic observers to operate with autonomy while accomplishing the task of model building.

In this study we need to satisfy perception constraints while planning motions. Some of the questions that this work tries to answer are: Which locations must be visited by a robot to efficiently map a building? How must a robot move to explore an environment? To answer these questions we propose randomized motion planning techniques which take into account both geometrical and image analysis computation.

For the generation of the motion strategies the main problem to solve is to choose where the robot should move to get the next perception. We describe a planner that selects the next position from a set generated with uniform probability. The selection of the next position is based on the maximization of an utility function. The evaluation of this function uses the concept of robot information space. Analyzing this space, the utility function selects the next position using the following criteria:

- + Trajectories where the robot may identify objects (landmarks) that can be used to navigate are preferred.
- + The robot's localization uncertainty should be minimized.
- + Energy consumption should be minimized by exploring a minimum distance trajectory.
- + Motions should be performed in such a way that the robot perceived non-explored environments areas.

The implemented planner combines geometric calculations with an intensive use of information obtained by the perception algorithms, for instance scene recognition. The final result of the exploration is a multi representational map consisting of polygons, landmarks, and a road-map constructed from the trajectory followed by the robot.

Sensor-Based Navigation in Cluttered Environments

Ricardo Swain-Oropeza, CIITI Campus Estado de México ITESM, Michel Devy, LAAS-CNRS, Francia, Seth Hutchinson, Beckman Institute at University of Illinois at Urbana-Champaign, USA.

In this paper, we present a new approach to sensor-based navigation in cluttered environments. In our system, navigation tasks are specified in terms of a sequence of visual goals, and obstacles are detected by a laser range finder. We first apply a classical 2D visual servo controller based on point features tracked in the image sequence; to effect task performance, we introduce a new gain scheduling method. Our approach uses a diagonal gain matrix whose entries are adjusted during execution according to one of several proposed gain schedules. Obstacle avoidance is achieved by allowing the detected obstacles to generate artificial repulsive potential fields, which alter the motion of the mobile robot base. Since this motion affects the vision-based control, it is compensated by corresponding camera motions. Finally, we combine the obstacle avoiding and visual servo components of the system so that visual servo tasks can be performed as obstacles are avoided. We illustrate our approach with both simulations and real experiments using our experimental platform Hilare 2 Bis.

Fault Detection and Isolation applied to the Supervision of Adaptive Control Systems: A State Observer - Neural Network Approach. Fernando Valles Barajas & Ricardo A. Ramírez Mendoza, Mechatronics and Automation Department and Center for Artificial Intelligence, Campus Monterrey, ITESM.

This paper presents a novel approach to implement a supervisor, based on FDI techniques, for an indirect adaptive control system. The underlying supervisor is performed by using five neural networks; two of them were used to form the residual generation block and the other three were used to build the decision making block. Intensive simulations are carried out to emphasize the performance of the proposed supervisor. An experimental study case is examined for demonstrating the applicability of this paper.

Fault Detection and Isolation applied to the Supervision of Adaptive Control Systems: A Neural Network Based Scheme. Fernando Valles Barajas & Ricardo A. Ramírez Mendoza, Mechatronics and Automation Department and Center for Artificial Intelligence, Campus Monterrey, ITESM.

This paper presents a novel scheme to implement a supervisor for an indirect adaptive control system. The underlying supervisory is performed by using neural networks that heavily borrow from the artificial intelligence culture. Intensive simulations are carried out to emphasize the performance of the proposed supervisor. An experimental study case is examined for demonstrating the applicability of this scheme.

EVOLVING TURING MACHINES FOR BIOSEQUENCE RECOGNITION AND ANALYSIS. Edgar E. Vallejo Clemente. Departamento de Ciencias Computacionales, Campus Estado de México, ITESM. Fernando Ramos Quintana. Departamento de Ciencias Computacionales, Campus Cuernavaca, ITESM.

El artículo presenta un modelo de programación genética para el reconocimiento y análisis de biosecuencias. En nuestro modelo, una población de máquinas de Turing evoluciona la capacidad de reconocimiento de biosecuencias utilizando algoritmos genéticos. Se emplearon secuencias de VIH como ejemplo de trabajo. Los resultados experimentales indican que las máquinas de Turing evolucionadas son capaces de reconocer secuencias de VIH en conjuntos de entrenamiento. Adicionalmente, se muestra cómo puede emplearse el modelo para aproximar el problema de alineación de múltiples secuencias.

ROBUST FEEDBACK LINEARIZATION AND FUZZY CONTROL

Carlos F. Pfeiffer (ITESM), Thomas F. Edgar (UT Austin, TX.), Benito Fernández (UT Austin, TX.)

Three design techniques for global nonlinear controllers are discussed and linked together: feedback linearization, sliding mode control, and fuzzy heuristic control. It is shown how feedback linearization and sliding mode control can be combined to design a "robust feedback linearization controller", and how some properties of this kind of controller can be used to obtain guidelines for the application of fuzzy heuristic controllers. The techniques are applied to a stirred tank reactor system.

MODELING AND RECOGNITION OF HUMAN ACTIVITIES

Rocío Díaz de León Torres, L. Enrique Sucar Succar

We propose a human activity recognition model based on Bayesian networks. This model allows feedback among the different levels, in order to solve some difficulties such as occlusion. Each level has information that can help others and if they share it, the recognition rate can increase by making the process more noise tolerant and able to handle uncertainty. The model is based on a hybrid Bayesian network (static and dynamic). The dynamic Bayesian network provides a description of the limbs movement through time. The static Bayesian network realizes the classification of activities by associating the limb movements with different activities. This model can deal with activities performed with different limbs at the same time (compound actions).

Key words: Dynamic Bayesian networks, human activity recognition, compound actions.

Pitting corrosion of 6061Al reinforced with nitride particles, p/m processed

José Luis Ortiz, Juan José Carpio, Vicente Amigó y María Dolores Salvador •
Campus Querétaro, Universitat Jaume I, Castellón, España y Universidad
Politécnica de Valencia, España

Recuperación del acero refractario HP-40+Nb envejecido

Juan Oscar Molina Solís, Mario Alberto Martínez Hernández, Abraham Velasco
Téllez y Ricardo Viramontes Brown • Campus Monterrey e HYLSA

Medición de las constantes de difusión del ión Li⁺ para una familia de electrolitos diseñados para el uso de baterías recargables de litio

Marcelo Videva Vargas, Wu Xu y C. Austen Angell • Campus Monterrey y Arizona
State University, Tempe, EEUU

A new phenomenological model for stress-softening in elastomers

Alex Elias-Zuñiga y Millard F. Beatty • Campus Monterrey y University of Nebraska-
Lincoln, EEUU

Un elemento cascarón cuadrilateral estable

Sergio Gallegos y Guillermo Morán Guillaumin • Campus Monterrey

Siguiente

Forced vibrations of a body supported by viscohyperelastic shear mountings

Alex Elias-Zuñiga y Millard F. Beatty • Campus Monterrey, University of Nebraska-Lincoln, EEUU

Sistema de inteligencia tecnológica en materiales avanzados y sinterización

Maricela Rodríguez Salvador • Campus Monterrey

PITTING CORROSION OF 6061Al REINFORCED WITH NITRIDE PARTICLES, P/M PROCESSED. José Luis Ortiz, Profesor, Departamento de Ingeniería Mecánica e Industrial, ITESM Campus Querétaro; Juan José Carpio, Profesor investigador, Universitat Jaume I, Castellón, Spain; Vicente Amigó, Profesor investigador, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain; María Dolores Salvador, Profesor investigador, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

Metal Matrix Composites (MMCs) have been typically designed for superior mechanical properties and are composed of materials with different electrochemical potentials. Therefore, it can be expected a lower corrosion resistance with respect to the alloy matrix. A critical step in the processing of MMCs reinforced with ceramic particles is the insertion of these particles into the metal matrix alloy. This greatly influences the strength and corrosion behavior of the composite since it is controlled by the metal-particle interfacial bond.

The objective of this investigation was to analyze the role of the type and volume fraction of dispersoid phase on corrosion behavior of aluminum alloy composites in a common service environment, like 3.5% sodium chloride (NaCl) solution. Matrix selected was an 6061Al while dispersoids used for making the composites were Aluminum Nitride (AlN), Silicon Nitride (Si_3N_4) and Titanium Nitride (TiN) particles. After blending, powders of 6061Al and 6061Al-MMCs reinforced with nitride particles (AlN, Si_3N_4 and TiN) were uniaxially cold compacted, hot extruded for the final consolidation and cooled in still air at room temperature. The susceptibility to pitting of these materials was investigated in a 3.5wt% sodium chloride solution by potentiodynamic polarization measurement through determination of the corrosion, repassivation and pitting potentials. The morphology of the attack was determined using scanning electron microscopy (SEM).

Open Circuit Potential (OCP) was measured before potentiodynamic cyclic polarization (CP). After a 2 hours test, the measured OCP values minus 150 mV were used as starting potentials in the CP tests. The results show similar performance for the evaluated materials because of pitting potentials and passive behaviors of Al-MMCs have small variations with respects to 6061Al matrix.

Recuperación del acero refractario HP-40+Nb envejecido

Juan Oscar Molina Solís, Mario Alberto Hernández, ITESM Campus Monterrey; Abraham Velasco Téllez, Ricardo Viramontes Brown, HYLSA

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos del estudio para recuperar tubos del acero refractario HP-40+Nb envejecido por la vida en servicio. Se consideraron dos alternativas para lograr el objetivo: a) recuperar la soldabilidad del material, mediante un tratamiento térmico adecuado y b) buscar un procedimiento de soldadura que permita una buena soldadura sin importar la condición del material.

Se realizaron pruebas de tratamiento térmico de solución y de soldadura. Se encontró que un tratamiento a 1,200°C por 3 horas y seguido de un enfriamiento brusco con aire comprimido, restituye la soldabilidad perdida. También se encontró que los parámetros más importantes al soldar son: El calor de entrada (que se puede controlar con número de cordones) y la temperatura entre pases (que depende del tiempo entre cordón y cordón) siendo las mejores condiciones, aplicar el menor número de cordones posibles y no dejar enfriar entre uno y otro.

Medición de las Constantes de Difusión del Ión Li⁺ para una Familia de Electrolitos Diseñados para el Uso de Baterías Recargables de Litio Dr. Marcelo Videá Vargas, Departamento de Química, ITESM Campus Monterrey
Dr. Wu Xu y Dr. C. Austen Angell, Department of Chemistry and Biochemistry, Arizona State University, Tempe, AZ 85281 El presente trabajo de investigación consiste en la caracterización completa de una serie de sistemas electrolíticos de aplicación directa en baterías recargables de Litio. Los electrolitos son soluciones preparadas en solventes orgánicos, utilizando sales que poseen aniones tipo ortoborato [BO₄⁻], queladas con substituyentes orgánicos, preparada por uno de los autores. El átomo central de Boro es suficientemente electropositivo y deslocaliza la nube electrónica sobre los átomos de oxígeno que lo rodean, disminuyendo notablemente las interacciones electrostáticas entre estos aniones y los iones Li⁺, hecho que es evidente por la alta solubilidad de estas sales en solventes orgánicos de baja polaridad.

A través de una técnica de resonancia nuclear magnética, que hace uso de un gradiente de campo magnético (PFG-NMR) pueden determinarse las constantes de difusión de los iones Li⁺ y de los aniones, sin necesidad de polarizar las muestras con campos eléctricos, que muchas veces dan resultados poco satisfactorios. Así, hemos logrado hacer una caracterización más completa de estos electrolitos de lo que puede lograrse con simplemente medir la conductividad de estas soluciones, y que no revelan el comportamiento independiente de cationes y aniones, siendo el primero esencial para el funcionamiento de las baterías de Litio.

Reportamos en este trabajo las propiedades de transporte de los iones Li⁺ en estos electrolitos, cuyo desempeño es óptimo y se coloca muy por encima de los electrolitos utilizados comercialmente.

A NEW PHENOMENOLOGICAL MODEL FOR STRESS-SOFTENING IN ELASTOMERS. Alex Elías-Zúñiga, Department of Mechanical Engineering, Campus Monterrey, ITESM; Millard F. Beatty, Department of Engineering Mechanics, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE 68588-0526, U. S. A.

A new phenomenological model for stress-softening of isotropic, incompressible hyperelastic rubberlike materials is presented. For any specified virgin material constitutive equation, the stress-softened material response due to microstructural damage is characterized by an exponential softening function that depends on the current magnitude of strain and its maximum previous value in a deformation of the virgin material. The theory is illustrated for a neo-Hookean material; and it is shown that the results derived for two non-Gaussian molecular network material models compare most favorably with uniaxial extension data provided by others.

UN ELEMENTO CASCARÓN CUADRILATERAL ESTABLE. Sergio Gallegos Cázares, Dirección de carrera de ingeniería civil, Campus Monterrey, ITESM; Guillermo Morán Guillaumin, Departamento de ingeniería civil, Campus Monterrey, ITESM.

Se presenta un elemento bilineal plano de cuatro nodos para modelar el comportamiento de cascarones mediante el acoplamiento de un modelo de placa y un modelo de membrana. El desarrollo de cada parte se basa en una formulación mixta a partir de las ecuaciones de residuos pesados correspondientes. Para la formulación de membrana, se emplean interpolaciones que consideran las rotaciones fuera del plano como grados de libertad. Para la formulación de placa se ligan las rotaciones con la deflexión para aumentar la precisión. El elemento resultante es estable y preciso, pasando las pruebas de parcela y obteniendo buenos resultados al compararse con soluciones conocidas.

FORCED VIBRATIONS OF A BODY SUPPORTED BY VISCOHYPERELASTIC SHEAR MOUNTINGS.

Alex Elías-Zúñiga, Department of Mechanical Engineering, Campus Monterrey, ITESM; Millard F. Beatty, Department of Engineering Mechanics, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE 68588-0526, U. S. A.

The damped, finite-amplitude forced vibration of a rigid body supported symmetrically by simple shear springs and by a smooth inclined bearing surface is studied. The spring material is characterized as a compressible or incompressible, homogeneous and isotropic viscohyperelastic material for which the shear response function in a simple shear deformation is a quadratic function of the amount of shear. The trivial case of constant shear response is included. The equation for the damped motion of the load is a nonlinear, ordinary differential equation of the forced Duffing type with a constant static shift term due to gravity, and for which an exact solution is unknown. An approximate solution is obtained by the method of harmonic balance. Results for the motion of the load relate the system design parameters to the amplitude-frequency response and to the amplitude-driving force intensity response of the system. Regions of stable motion are identified in terms of the amplitude of the motion, driving-force intensity, driving frequency, and system design parameters. Geometrical characterizations of the motion are related schematically to certain cross-sections through the full three-dimensional solution surfaces for the amplitude and for the phase of the motion. A simple diagram maps the loci of all bifurcation points against the static shear deflection, which serves as the system design parameter for the inclined motion. An infinitesimal stability analysis shows that the bifurcation points of the inclined motion fall on the stability boundaries of the numerical solution of a three-parameter Hill equation. The solution provides information that illustrates how the system design parameters affect the motion of the load and how these may be chosen to control the amplitude of the oscillations and the stability of the system. The results are valid for all compressible or incompressible, homogeneous and isotropic, viscohyperelastic materials in the aforementioned class.

SISTEMA DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA EN MATERIALES AVANZADOS Y SINTERIZACIÓN. Dra. Marisela Rodríguez Salvador, Centro de Diseño e Innovación de Productos, Campus Monterrey, ITESM.

Se trata de la aplicación de un Sistema de Información Estratégica que sirvió para reforzar las actividades de planeación estratégica del Instituto de Ciencia de los Materiales de Barcelona y una empresa multinacional española. El objetivo consistió en identificar las tendencias científicas y tecnológicas en materiales avanzados y sinterización aplicando la metodología de mapeo tecnológico (de origen francés) que consiste en representaciones cartográficas que muestran campos tecnológicos emergentes, actuales y en declive. Los resultados muestran cómo a través del Sistema de Inteligencia Tecnológica propuesto es posible procesar grandes volúmenes de información (patentes, artículos, experiencias de expertos, etc.) y convertirlos hacia un producto que apoya la planeación estratégica de la innovación. Este trabajo fue publicado en Research Evaluation de Inglaterra (2000).

Identificación automática basada en relevador, un enfoque digital

Jorge Limón Robles y Ramiro César Tijerina González • Campus Monterrey e Industrias Alen

Discrete transition enabling properties applied to a hybrid automaton model

Antonio Favela y Braulio Cruz • Campus Monterrey

Comparación entre el control por lógica difusa y por controlador PI con desacoplador de un proceso multivariable

José de Jesús Rodríguez Ortiz y Rafael Ruiz León • Campus Monterrey

Analysis of the coupled linear hybrid automata dynamics

Antonio Favela, Hassane Alla y Jean-Marie Flaus • Campus Monterrey y Laboratoire d'Automatique de Grenoble (INPG-CNRS-UJF), Francia

AdCon Tech an advanced control techniques package

Fernando Valles Barajas y Ricardo A. Ramírez Mendoza • Campus Monterrey

Siguiente

High order modeling of overdamped continuous processes

Carlos Narváz Castellanos y Francisco Sánchez • Campus Monterrey

Control robusto de temperatura en un intercambiador de calor- líquido

José Francisco Briones de la Torre , Alejandro Ricardo Femat Flores, Ricardo Romero Méndez y • Campus Aguascalientes y Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Anterior

IDENTIFICACION AUTOMATICA BASADA EN RELEVADOR, UN ENFOQUE DIGITAL.

Jorge Limón Robles. Depto. de mecatrónica y automatización, ITESM, Campus Monterrey.

Ramiro César Tijerina González. Depto. de efectividad organizacional, Industrias Alen

El método del relevador, propuesto por Aström en 1984, ha sido ampliamente utilizado en la autosintonía de controladores PID durante los últimos años. Este método estima automáticamente la ganancia última K_u y el periodo último T_u del sistema. A partir de ellos, se obtienen los parámetros de sintonía del controlador usando las fórmulas clásicas de Ziegler y Nichols, los cuales han probado ser satisfactorios. Desde 1987, se han hecho varios esfuerzos para extender el método del relevador hacia la identificación automática de procesos de orden bajo. En particular, Luyben propone usar el método del relevador para obtener el par usual K_u y T_u además de un estimado del tiempo muerto L . A partir de ellos, se obtienen los parámetros de la función de transferencia de primer orden. Este método, al igual que varios otros, mantienen aproximaciones del método original, que si bien eran satisfactorias para propósitos de sintonización de controladores, no lo son para propósitos de identificación de procesos de primer orden. En este artículo, se analiza en particular el método de Luyben y se muestran, a partir de un ejemplo, los errores significativos que se introducen por mantener la suposición de que la respuesta del proceso ante el relevador es aproximadamente senoidal, así como por ignorar la naturaleza digital del proceso. Posteriormente, se propone un método alternativo que evita tales errores estimando mediante integración numérica, la amplitud y fase de la primera armónica presente en la oscilación de la respuesta. A partir de estos valores, se estima la función de transferencia de primer orden del proceso. Finalmente, el método propuesto es validado con un ejemplo.

DISCRETE TRANSITION ENABLING PROPERTIES APPLIED TO A HYBRID AUTOMATON MODEL. Antonio Favela Contreras, Braulio Cruz, Departamento de Mecatrónica y Automatización, Campus Monterrey, ITESM.

Hybrid systems are those that inherently combine discrete and continuous dynamics. This paper considers the hybrid system model to be an extension of the discrete automata associating a continuous evolution with each discrete state. In this work, we show how from previously established analytical conditions for discrete transition enabling, we can ensure the proper operation of a linear-continuous hybrid system. To illustrate this, a linear-continuous hybrid automaton model of a tank-conveyor system is conducted. *Copyright© 2001 IFAC.*

Keywords: automata theory, discrete event dynamics, transient analysis, transitions systems, model-based control.

Comparación Entre el Control por Lógica Difusa y por Controlador PI con Desacoplador de un Proceso Multivariable.

Dr. José de Jesús Rodríguez-Ortiz, MSc. Rafael Ruiz León, ITESM, Campus Monterrey

En el presente trabajo reporta sobre la comparación entre dos esquemas de control para procesos multivariables acoplados: Control por lógica difusa y control PI de del proceso con desacoplador. La comparación se hace utilizando los mismos índices de comportamiento. El proceso utilizado es un proceso multivariables 2X2. El desacoplador del proceso, es del tipo desacoplador parcial, se diseña basándose en el modelo del proceso y el controlador PI se ajusta para controlar el proceso desacoplado: dos procesos univariables. El método de ajuste, que se utiliza para el controlador PI, fue propuesto por [1]. El Controlador difuso utiliza dos entradas por cada salida del proceso: el error y el cambio del error. Se desarrollo una estrategia para el ajuste del controlador difuso basada en [2]. Los resultados, basados en simulaciones hechas en Mat Lab, muestran que el controlador difuso, ajustado por la técnica propuesta, resulta ser más robusto que los controladores PI del proceso desacoplado.

Analysis of the coupled linear hybrid automata dynamics. Antonio Favela Contreras, Departamento de Mecatrónica y Automatización, Campus Monterrey, ITESM, Hassane Alla, Jean-Marie Flaus, Laboratoire d' Automatique de Grenoble (INPG-CNRS-UJF)

Hybrid systems are dynamic systems where behavior is determined by interacting continuous and discrete dynamics. This paper considers the hybrid system models to be an extension of the discrete automata associating a continuous evolution with each discrete state. Such models are called hybrid automata. We introduce the coupled linear hybrid automaton and also present some results for the analysis of a coupled case. Next, we present an analytic formulation of its steady state behavior for the case where the discrete structure is a cycle. For the analyzed case, we establish sufficient and necessary conditions to attain a limit cycle. In addition to the above, we also present a geometric interpretation of the analytical results. Finally, some of these results are applied in a specific class of systems. *Copyright©ECC'99*

AdConTech An Advanced Control Techniques Package. Fernando Valles Barajas & Ricardo A. Ramírez Mendoza, Mechatronics and Automation Department and Center for Artificial Intelligence, Campus Monterrey, ITESM.

This paper describes a Computer Aided Control System Design (CACSD) package called AdConTech, A general description of this software is given. Intensive simulations have been carried out to emphasize the performance of the proposed package. An experimental study case has been performed for demonstrating the applicability of such package.

High Order Modeling of Overdamped Continuous Processes

Carlos Narváez y *Francisco J. Sánchez, ITESM, Campus Monterrey*

The dynamic response of continuous processes is a key issue for their control. To represent this response, first order models are used, mainly because of their simplicity and the lack of simple methods for parameter estimation of higher order models. Although first order models may be sufficient in many cases, there are times when a higher order model needs to be used to achieve good control. This paper presents a simple graphical procedure for the estimation of the two time constants, the gain, and the dead time of a second order linear model. The procedure uses only four readings from the step response curve of the processes, and very simple formulas to determine parameter values.

Control robusto de temperatura en un intercambiador de calor-líquido

R. Femat, R. Romero-Méndez, F. Briones-de la Torre

UASLP, ITESM, Campus Aguascalientes

El control de la temperatura en un intercambiador de calor líquido-líquido se lleva a cabo por a través la retroalimentación dinámica de la salida. Los problemas de servo-control y regulación son tratados vía retroalimentación dinámica MIMO. La retroalimentación MIMO es desacoplada y lograda por el controlador propuesto. Un intercambiador de calor (escala planta piloto) es caracterizado y usado para probar el controlador diseñado. Son estudiados dos arreglos de flujos: contracorriente y paralelo. Los resultados muestran que el controlador de temperatura es robusto frente a errores en el modelo dinámico, variaciones paramétricas y perturbaciones de carga.

In vivo purging of peripheral blood stem cells (PBSC) obtained by apheresis, using high-dose chemotherapy and G-CSF in chronic myelogenous leukemia patients

José R. Borbolla, Rosa María Arana, Alejandro Nájera, Manuel A. López Hernández, Yolanda Mendoza y Elvira Trueba • Campus Monterrey, Hospital General de México y Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”, ISSSTE, Cd. de México

Low-cost improvements in prehospital trauma care in a Latin American city

Carlos Arreola Rissa, Charles N., Mock, Luis Lojero-Wheatley, Oscar de la Cruz, Carlos García Etienne, Fernando Canavati Ayub y Gregory J. Jurkovich • Campus Monterrey y University of Washington, EEUU

Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis

José R. Borbolla, María T. Collados, Alberto Siller, Benjamín Rubio, Oscar Garcés, José Luis Delgado, Alejandro Nájera, Manuel A. López-Hernández y Mauricio González, • Campus Monterrey, IMSS Monterrey, IMSS Guadalajara, Hematology Department, Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”, ISSSTE, Cd. de México

Siguiente

Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)

José R. Borbolla, María T. Collados, Manuel A. López-Hernández, Mauricio González-Avante, José DeDiego Flores, Martha Alvarado, Elvira Trueba y Rosa M. Jiménez • Campus Monterrey, Hematology Dept. Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”, ISSSTE, Cd. de México

Endosonografía anorectal y su correlación con la manometría y defecografía en pacientes con trastornos de la defecación

Pedro Gutiérrez Jiménez, María Teresa Sánchez Avila, Luis A. Morales Garza, Miguel Angel Carrillo Martínez, David Aguirre Mar, Eduardo Giasi González y Clara Galindo Reyes • Campus Monterrey

Reeducación anorectal y terapia de piso pélvico en el paciente geriátrico

Eduardo Giasi González, María Teresa Sánchez Avila, Luis A. Morales Garza, David Aguirre Mar y Pedro Gutiérrez Jiménez • Campus Monterrey

Análisis morfométrico automatizado del ojo contralateral en queratopía bulosa pseudofáquica

Jorge E. Valdez García, Katja A. Pauli, Gloria Madrid Valero y Enrique Grawe Wiechers • Campus Monterrey e Instituto de Oftalmología “Fundación Conde de Valenciana”par

[Anterior](#) [Siguiete](#)

Hallazgos morfométricos endoteliales en cirugía de catarata: Estudio comparativo extracapsular vs. intercapsular

Jorge E. Valdez García, Leticia Márquez, César Rodríguez Valdés y Enrique Grawe- Wiechers • Campus Monterrey e Instituto de Oftalmología "Fundación Conde de Valenciana"par

Control de la inflamación intraocular e inducción de remisión con azatioprina en pacientes con el síndrome de Vogt-Koyanagi-harada

Consuelo Leal • Campus Monterrey

Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

Rafael Marín Medina, Francisco J. Orejuela, Robert E. Brannigan, Aaron Spitz, Michael R. Crone, Benjamín H. Lwentritt, Edward D. Kim, Dolores Lamb y Larry I. Lipshultz • Campus Monterrey y Baylor College of Medicine, Houston, Texas, EEUU

Anterior

IN VIVO PURGING OF PERIPHERAL BLOOD STEM CELLS (PBSC) OBTAINED BY APHERESIS, USING HIGH-DOSE CHEMOTHERAPY AND G-CSF IN CHRONIC MYELOGENOUS LEUKEMIA PATIENTS

José R. Borbolla, Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud, DCS, ITESM, Campus Monterrey; Rosa María Arana, Hystocompatibility Laboratory. Hospital General de México, México City; Alejandro Nájera, Manuel A. López-Hernández, Yolanda Mendoza and Elvira Trueba, Hematology Department. CMN “20 de Noviembre”, ISSSTE, México City.

Coexistence of normal and malignant progenitor cells in the bone marrow of CML patients has been described, and it is possible to obtain normal diploid cells after chemotherapy-induced marrow aplasia. In 3 CML patients we attempted to obtain ABL-BCR fusion-gene-expression-free cells for transplantation. Detection of ABL-BCR transcripts was done by “multiplex” and “nested” PCR techniques. Percentage of CD34+ cells was obtained by flow cytometry. Results of apheresis procedures, and results of ABL-BCR testing are shown below.

	Pre-procedure CD34+ count (µ L)	CD34+ cell harvest % (x10 ⁶ /k)	Multiplex PCR for ABL-BCR	Nested PCR for ABL-BCR
Case 1	21.8	10.3% (5.67)	Positive	Positive
	28	3.3% (2)	Positive	Positive
	38	4.8% (4.08)	Positive	Positive
	43	8.98% (8.09)	Negative	Positive
Case 2	67.8	3.31% (3.16)	Positive	Positive
	111	4.53% (6.98)	Positive	Positive
	172.2	3.75% (4.64)	Positive	Positive
Case 3	129.8	8.03% (17.9)	Positive	Positive
	171.5	8.46% (17.9)	Positive	Positive

Relapse after autologous transplant can be explained by the persistence of malignant cells in the patient’s body, the “reinfusion” of malignant cells, or both, therefore autografting ABL-BCR negative cells is very exciting. The expression of the fusion gene was found in all samples using “nested” PCR and in all but one sample using “multiplex” PCR, this probably due to the assay’s sensibility. One explanation for these results is that we might have started “too late” in the recovery phase after chemotherapy to obtain ABL-BCR transcript-free cells.

LOW-COST IMPROVEMENTS IN PREHOSPITAL TRAUMA CARE IN A LATIN AMERICAN CITY.

Carlos Arreola-Risa* (arissac@yahoo.com), Charles N. Mock, Luis Lojero-Wheatley, Oscar de la Cruz, Carlos García-Etienne, Fernando Canavati-Ayub, Gregory J. Jurkovich, *Profesor del curso de especialidad de cirugía, EGRAM, DCS, campus Monterrey y Departamento de Emergencias Hospital San José Tec de Monterrey, Cruz Verde Monterrey, Departamento de Cirugía, University of Washington, Escuela de Medicina Ignacio A. Santos, campus Monterrey ITESM.

Prehospital care is a critical component of efforts to lower trauma mortality. In less-developed countries, scarce resources dictate that any improvements in prehospital care must be low-cost. In one Latin American city, recent efforts to improve prehospital care have included an increase in the number of sites of ambulance dispatch from two to four and introduction of the prehospital Trauma Life Support (PHTLS) course. We evaluated the increase in dispatch sites by comparing response times before and after completion of the change. The effect of PHTLS was evaluated by comparing prehospital treatment for the 3 months before initiation of the course (361 patients) and the 6 months after (505). Response time decreased from a mean of 15.5 ± 5.1 minutes, when there were two sites of dispatch, to 9.5 ± 2.7 minutes, when there were four sites. Prehospital care improved after initiation of the PHTLS course. For all trauma patients, use of cervical immobilization increased from 39% to 67%. For patients in respiratory distress, there were increases in the use of oropharyngeal airways (16-39%), in the use of suction (10-38%), and in the administration of oxygen (64-87%). For hypotensive patients, there was an increase in use of large bore intravenous lines from 26 to 58%. The improved prehospital treatment did not increase the mean scene time (5.7 ± 4.4 minutes before vs. 5.9 ± 6.8 minutes after). The percent of patients transported who died in route decreased from 8.2% before the course to 4.7% after. These improvements required a minimal increase (16%) in the ambulance service budget. Increase in sites of dispatch and increased training in the form of the PHTLS course improved the process of prehospital care in this Latin American city which resulted in a decrease in prehospital deaths. These improvements were low cost and should be considered for use in other less developed countries

CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN SEVERAL HEMATOLOGIC PARAMETERS AND CD34+ CELL YIELD IN PERIPHERAL BLOOD STEM CELL (PBSC) HARVESTING BY APHERESIS

José R. Borbolla and María T. Collados, Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud, DCS, Campus Monterrey; Alejandro Nájera, Mauricio González and Manuel A. López Hernández, Hematology Department C.M.N. "20 de Noviembre", I.S.S.S.T.E. México city; Alberto Siller, Stem Cell Transplant Program H.R. 25, IMSS, Monterrey; Benjamín Rubio, Oscar Garcés and José Luis Delgado, Hematology Department C.M. Occidente, IMSS, Guadalajara.

One major practical issue to consider in the process of PBSC harvesting is when to start. A reasonable answer would be: "when the conditions are optimal to obtain the enough PBSCs with as few apheresis procedures as possible". In order to ascertain the best markers for an early and effective harvest, we studied 44 apheresis procedures in 23 patients undergoing PBSC harvesting for transplantation. Mobilization was done using a single dose of Cyclophosphamide followed by G-CSF 10 ug/kg daily. The variable that best correlated for harvested CD34+ cells was pre-harvest circulating CD34+ cells ($r=0.74$). Other variables showed very little correlation with harvested CD34+ cells. See table below.

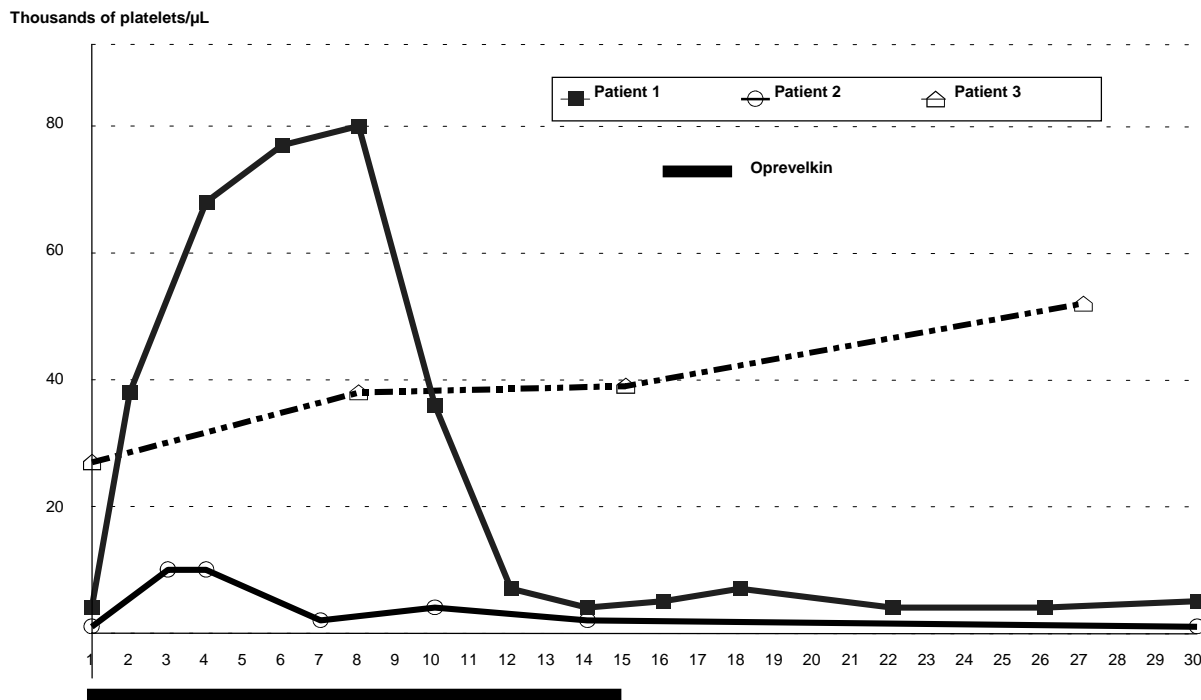
	Millions of CD34+ cells harvested per kilogram Mean: 12.18 Range: 0.39-246
Pre-harvest circulating Leukocyte ($\times 10^3/\mu\text{L}$) Mean: 26302 Range: 2400-71300	$r= 0.020$
Pre-Harvest hematocrit (%) Mean: 32.85 Range: 24.2-55.5	$r= 0.056$
Pre-harvest serum albumin (mg/dL) Mean: 2.95 Range: 2.6-4.4	$r= 0.21$
Pre-harvest mononuclear cells/ μL Mean: 2.87 Range: 0.15-10.35	$r= -0.108$
Pre-harvest platelets/ μL Mean: 112906 Range: 13000-462000	$r= -0.057$
Pre-harvest circulating CD34+ cells/ μL Mean: 626 Range: 21.8-5628	$r= 0.74$
Weight (kg) Mean: 59.85 Range: 20-80	$r= -0.045$

It appears clear that in order to obtain the highest yield of PBSC, it is better to start harvesting when the relative number of CD34+ cells in peripheral blood is relatively higher.

USE OF IL-11 TO INCREASE PLATELET COUNT AFTER AUTOLOGOUS STEM CELL TRANSPLANT (ASCT).

José R. Borbolla & Maria T. Collados, Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud, DCS, ITESM, Campus Monterrey; Manuel A. López-Hernández, José DeDiego, Mauricio González-Avante, Martha Alvarado, Rosa M. Jiménez, Elvira Trueba, Hematology Dept. CMN “20 de Noviembre”, ISSSTE, México City.

Interleukin-11 (IL11) is a thrombopoietic growth factor that stimulates hematopoietic stem cells as well as megakariocytes, resulting in increased platelet production. We report the results of the use of IL11 in three cases of ASCT. In all cases mobilization was performed using a single dose cyclophosphamide plus G-CSF and IL11 was administered subcutaneously for 15 days at a dose of 50 µg/k/day. Patient one had a very important increase in the platelet number, reaching a count of 80,000/µL by day 8, but although IL11 administration continued, the platelet count dropped to 4,000/µL by day 14. Patient two, had a very modest transient platelet increase, reaching 10,000/µL by day 2 and back to 1,000/µL by day 7, no further increase was seen. In patient three, a slow but maintained increase in platelet numbers was seen, reaching 38,000 and 52,000 platelets/µL by days 8 and 27 respectively. No patient showed increase in WBC or RBC counts. All patients complained of fleeting acute pain at the injection site. Although effective therapies are already in use to manage cytopenias, such G and GM-CSF or erythropoietin to shorten neutropenia and anemia respectively, management of severe life-threatening thrombocytopenia during ASCT still depends thoroughly on the use of platelet concentrates as well as rest on the patient’s part. Based on our experience, as well as our review of the literature show that there is no clinical benefit from the use of IL11 in stem cell transplant.



ENDOSONOGRAFÍA ANORECTAL Y SU CORRELACIÓN CON LA MANOMETRÍA Y DEFECOGRAFÍA EN PACIENTES CON TRASTORNOS DE LA DEFECACIÓN.

Gutiérrez-Jiménez Pedro¹, Sánchez-Ávila María Teresa², Morales-Garza Luis A.² (*lumorale@campus.mty.itesm.mx*), Carrillo-Martínez Miguel Ángel³, Aguirre-Mar David⁴, Giasi-González Eduardo¹, Galindo-Reyes Clara. ¹Depto. de Medicina Interna, ²Servicio de Gastroenterología, ³Depto. De Radiología, ⁴ Depto. de Cirugía, Escuela de Graduados de Medicina, División de Ciencias de la Salud. Campus Monterrey, ITESM. Hospital San José, Tec de Monterrey.

El estudio de las anomalías del esfínter anal se realiza convencionalmente con electromiografía y manometría, que proveen poca información sobre su morfología e integridad. La endosonografía anorectal (EA) identifica anomalías estructurales. Evaluamos beneficio diagnóstico de la EA y su correlación con la manometría y defecografía. Evaluamos 5 pacientes con trastornos de constipación e incontinencia, realizamos manometría de perfusión, videodefecografía y EA. Comparamos y correlacionamos hallazgos ecográficos, manométricos y defecográficos. Todos los pacientes tenían antecedente de trauma quirúrgico u obstétrico. La edad promedio fue 52.3 años (35-64). En conclusión, la EA es un estudio simple, eficaz y poco invasivo que identifica defectos anatómicos esfinterianos y en combinación con la manometría anorectal y la defecografía, ayuda a definir la conducta terapéutica.

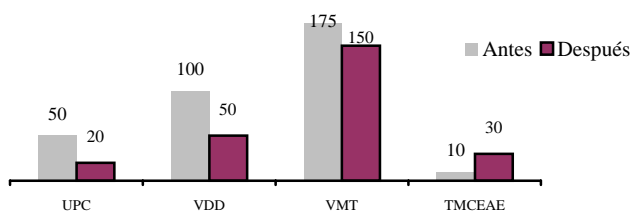
Sexo Edad	Síntomas	GDI	Antecedentes	U.S. ruptura	Manometría	Defecografía
M 64	INC fecal, disquezia, constipación	3	Hemorroidectomía	Doble AyP	EAE hipo., MMC EAE, EAI hipo, TSR, IAP	Disinergia puborectal, prolapso mucoso
F 62	INC fecal	4	HMR G6 P6 Episiotomía c/desgarro y reparación. Trauma sacrococcígeo Producto >3500	AyP en EAI	EAE Normal, BMC, EAI hipo, TSR, IAP	AAR abierto en reposo, procidencia mucosa, apertura const. Canal anal
F 52	INC anal	3	HMR ulcera RCE G5P2A2C1 Episiotomía s/ desgarros Producto >3500	Doble AyP	EAE hipo, BMC, EAI hipo	AAR abierto en reposo, intususcepcion rectal, rectocele, procidencia mucosa apertura const. Canal anal
F 51	Constipación crónica	3	RCE G2P2 Episiotomía s/desgarro producto>3500	Doble lateral y A.	EAE Normal, MMC, EAI hiper, disinergia, EAI, TSR	Rectocele, procidencia mucosa periné descendido, dif. Apertura canal anal
F 35	Disquezia trauma obst. Prolapso uterino	1	RCE G2P2 Episiotomía c/desgarro y reparación Producto >3500	Doble A	EAE Normal, EAI hiper, TSR	Rectocele anterior, periné descendente, enterocele, procidencia mucosal

A:Anterior, P:Posterior, MMC:Mal Mantenimiento de la Contracción, TSR:Trastorno de Sensibilidad Rectal, IAP:Incoordinación Abdominopélvica, BMC:Buen Mantenimiento de la Contracción, AAR:Angulo Anorectal, RCE:Rectocele. GDI:Grados de incontinencia. INC:Incontinencia

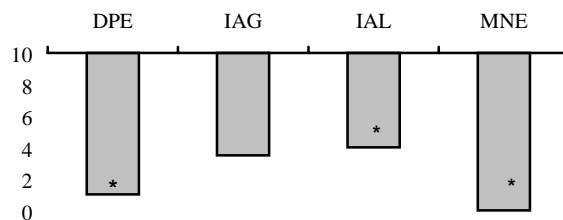
REEDUCACION ANORECTAL Y TERAPIA DE PISO PELVICO EN EL PACIENTE GERIATRICO.

Giasi-González Eduardo¹, Sánchez-Avila María Teresa², Morales-Garza Luis A.² (*lumorale@campus.mty.itesm.mx*), Aguirre-Mar David³, Gutiérrez-Jiménez Pedro¹. ¹Depto. de Medicina Interna, ²Servicio de Gastroenterología, ³Depto. de Cirugía. Hospital San José Tec de Monterrey. Monterrey, NL

Los trastornos funcionales digestivos tales como constipación, son enfermedades gastrointestinales comunes en los pacientes geriátricos y una causa importante del deterioro de la calidad de vida. Nuestro objetivo fue determinar la eficacia de la reeducación anorectal y terapia de piso pélvico como tratamiento coadyuvante en pacientes geriátricos con trastornos de la defecación. Las alteraciones manométricas por las que se sometieron a terapia fueron: hipotonía esfinteriana (HE), mal mantenimiento de contracción del esfínter anal externo, trastorno de sensibilidad rectal (TSR) e incoordinación abdominopélvica (IAP). Todos los pacientes se sometieron a reeducación anorectal (4 sesiones, 1 por semana, por 30 minutos c/u). Se incluyeron 13 pacientes (8 mujeres, 5 hombres) mediana de edad de 63 años (60-77). La mejoría y/o corrección de las alteraciones manométricas que justificaron la terapia se muestran en la Gráfica # 1. Los cambios en la puntuación de la escala visual análoga se muestran en la Gráfica # 2. De los 7 pacientes con IAP todos corrigieron posterior a la terapia (100%). En nuestro estudio el 100% de los pacientes mostraron mejoría manométrica y el 92.3% mejoría clínica, siendo ambas estadísticamente significativas lo que contrasta con el porcentaje descrito en la literatura (70%). Creemos que los resultados obtenidos se deben a una adecuada identificación de las alteraciones y al apego del paciente al programa. La reeducación anorectal puede ser considerada en este grupo de edad como una buena alternativa terapéutica que mejora su calidad de vida.



Grafica 1. Cambios manométricos posteriores a la reeducación, en la distensibilidad anorectal y tiempo de contracción del EAE. UPC= Umbral de percepción consciente (cc). VDD= Volumen de Deseo Defecatorio (cc). VMT= Volumen Máximo Total (cc). TMCEAE= Tiempo de Mantenimiento de Contracción del Esfínter Anal Externo. (seg.)



Grafica 2. Cambios en la puntuación de los síntomas de acuerdo a la escala visual análoga. *p< 0.05 DPE= Dificultad para evacuar, IAG= Incontinencia a gases, IAL= Incontinencia a líquidos, MNE= Mejoría en el numero de las evacuaciones 10 representa la molestia máxima.

Análisis morfométrico automatizado del ojo contralateral en queratopía bulosa pseudofáquica

Jorge E. Valdez-García. Profesor del Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Medicina "Ignacio Santos", campus Monterrey, ITESM. jvaldez@campus.mty.itesm.mx; Katja A. Pauli. Profesor del Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Medicina "Ignacio Santos", campus Monterrey, ITESM; Gloria Madrid-Valero. Profesor del Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Medicina "Ignacio Santos", campus Monterrey, ITESM; Enrique Grawe-Wiechers. Instituto de Oftalmología "Fundación conde de Valenciana".

Con el fin de caracterizar la presencia de alteraciones endoteliales que pudiesen facilitar el desarrollo de queratopatía bulosa después de una cirugía de catarata se estudiaron 12 pacientes con queratopatía bulosa pseudofáquica en un ojo, mientras que el contralateral se encontraba sano. Todos los pacientes fueron sometidos a microscopia especular de contacto con análisis morfométrico automatizado de las imágenes obtenidas. La edad promedio del grupo de estudio fue de 71.0 años (D.E. 11.9), mientras que la densidad celular media fue de 1090 células por mm² (D.E. 875), y el área promedio, 680 μm^2 (D.E. 392). El coeficiente de variación fue 7.7 teniendo una poligonalidad de 58 por ciento de células hexagonales. Se identificaron dos subgrupos: uno con valores cercanos a la media obtenida y otro con valores por debajo de la desviación estándar. La diferencia de medidas (t student) fue estadísticamente significativa para los dos subgrupos ($p < 0.05$). Consideramos que en un alto porcentaje de pacientes con queratopatía bulosa pseudofáquica existe una enfermedad endotelial subyacente, lo que ocasiona el desarrollo de esta entidad al someter al endotelio a un evento quirúrgico.

Hallazgos morfométricos endoteliales en cirugía de catarata: Estudio comparativo extracapsular vs. intercapsular

Jorge E. Valdez-García. Profesor del Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Medicina "Ignacio Santos", campus Monterrey, ITESM. jvaldez@campus.mty.itesm.mx; Enrique Grawe-Wiechers. Instituto de Oftalmología "Fundación conde de Valenciana". Leticia Márquez, Profesor del Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Medicina "Ignacio Santos", campus Monterrey, ITESM César Rodríguez-Valdés. Profesor del Departamento de Ciencias Básicas, Escuela de Medicina "Ignacio Santos", campus Monterrey, ITESM

Se realizó un estudio prospectivo de 60 pacientes con catarata senil, de los cuales a 30 se les practicó extracción intercapsular de catarata. El grupo control fue sometido a cirugía extracapsular para definir el daño ocasionado al endotelio corneal. En todos los casos se implantó LIO de cámara posterior y se utilizó hialuronato de sodio. El propósito es el de valorar el papel de protección que tiene la técnica intercapsular ya que se supone la cápsula anterior juega un papel protector durante la cirugía de catarata. Al analizar los dos grupos se observó que con la técnica intercapsular la pérdida celular fue de 7% mientras que aquellos sometidos a extracción extracapsular resultó en 17%. En ambos existe una pérdida pero la diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Tomando en cuenta lo observado, sería de gran utilidad el valorar a largo plazo el comportamiento de la morfología endotelial para analizar la permanencia del daño.

CONTROL DE LA INFLAMACIÓN INTRAOCULAR E INDUCCIÓN DE REMISIÓN CON AZATIOPRINA EN PACIENTES CON EL SÍNDROME DE VOGT-KOYANAGI-HARADA Consuelo Leal, Alumna de tercer año del programa de especialidad en Oftalmología, Escuela de Graduados de Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey (consuelo_elizabe@hotmail.com)

Nuestro objetivo fue el Investigar el control inflamatorio y la inducción de remisión en pacientes tratados con azatioprina con uveítis asociada al síndrome de VKH. Este fue un estudio prospectivo longitudinal para investigar el control del proceso inflamatorio y la inducción de remisión en pacientes tratados con azatioprina con el síndrome de VKH. Se estudiaron un total de X pacientes con el síndrome de Vogt-Koyanagi-Harada caracterizado por iridociclítis crónica bilateral, uveítis posterior, desprendimiento retiniano exudativo, hiperemia disco óptico, edema macular, signos neurológicos, tinnitus, cefalea, alteraciones en nervios craneales y sistema nervioso central, pleocitosis, signos cutáneos: vitiligo, alopecia, poliosis. X (%) pacientes fueron hombres; Y (%) pacientes mujeres con una edad al inicio promedio de X años (rango Y-Z años); la edad promedio de la presentación fue de X años (rango Y-Z); la mediana del seguimiento fue de X años (rango X-Y meses). Se analizaron los siguientes parámetros clínicos como indicadores de respuesta terapéutica: AV inicial/final,; células CA; vitritis: corioretinitis; papilitis; vasculítis retiniana: Se registraron además los efectos secundarios y las complicaciones del tratamiento previo y con azatioprina. Un total de X(%) de pacientes presentaron control inflamatorio absoluto representado por no células CA y/o inflamación posterior. De éstos Y(%) (N=Z pacientes) se logró inducir un estado de remisión con un tiempo promedio de X meses (rango Y-Z meses). El síndrome de Vogt-Koyanagi-Harada es una forma de panuveítis crónica frecuente en nuestra población que ha sido tradicionalmente a base de corticosteroides sistémicos. Los efectos adversos del uso prologado de esteroides pueden ser irreversibles (osteoporosis, úlcera péptica, síndrome de Cushing, diabetes secundaria, necrosis cabeza femoral, psicosis, predisposición a infecciones, etc.). La azatioprina es un antimetabolito, análogo de la purinas que suprime la acción de los linfocitos T y B, así como interleucina-2, IgM. Sus efectos colaterales como la mielosupresión, si son revisados periódicamente, son reversibles. Por lo que el control inflamatorio y la seguridad a largo plazo es más efectiva.

PREDICTORES DE LA PRESENCIA DE ESPECIES REACTIVAS DE OXÍGENO EN SEMEN (ERO)

*Francisco J. Orejuela, *Robert E. Brannigan, *Aaron Spitz, +Rafael Marín Medina, *Michael R. Crone, *Benjamín H. Lwentritt, *Edward D. Kim, *Dolores Lamb, *Larry I. Lipshultz.
*Baylor College of Medicine, Houston, Texas, USA.

+Residente de Primer año del programa de Especialidad en Ginecología y Obstetricia, Escuela de Graduados de Medicina, División de Ciencias de la Salud, ITESM, campus Monterrey, Hospital, San José – Tec de Monterrey (drrafael_marin@hotmail.com).

Los niveles de Especies Reactivas de Oxígeno (ERO) en semen en hombres subfértiles son más altas que en la de los normales. ERO pueden impedir la función adecuada de los espermatozoides. Este estudio se llevo a cabo para encontrar parámetros para predecir concentraciones de ERO en pacientes con infertilidad primaria basados en el análisis de semen y en factores clínicos relevantes. Fue un estudio prospectivo, en el que se incluyeron a 121 pacientes consecutivos que acudieron a la clínica de infertilidad. Se midieron las concentraciones de ERO en cada paciente. La relación entre la presencia de ERO y los resultados del análisis de semen y los parámetros clínicos se estudiaron con análisis univariable y multivariable. Se evaluó del semen: motilidad, densidad, morfología estricta, glóbulos blancos (WBC) >1 millón/cc, aglutinación, anticuerpos antiesperma. Las variables clínicas fueron edad, tabaquismo, presencia de varicocele, años tratando de concebir, y ocupación. Las ocupaciones fueron clasificadas de acuerdo a las guías del Departamento del Trabajo de EU. El análisis univariable reveló que solamente la presencia de WBC (>1 millón/cc) y la ocupación de los pacientes dentro de la categoría de procesamiento y máquinas (refinerías, gaseras, plantas químicas, mecánicos) fueron estadísticamente significativas ($p=0.02$ y $p=0.01$ respectivamente). Además, las mismas variables se confirmaron ser estadísticamente significativas como predictores independientes de la presencia de ERO en el análisis multivariable. ($p=0.031$ y $p=0.01$ respectivamente). Aunque estas dos variables son estadísticamente buenos predictores de concentraciones de ERO, la sensibilidad fue de solo 47%. A pesar de la habilidad de $WBC > 1$ millón/cc para predecir la presencia de ERO en el semen, se encontró que tiene baja sensibilidad. Por lo que se recomienda que todos los pacientes con infertilidad primaria, particularmente aquellos con ocupaciones en riesgo, se les mida ERO.

LAS RELACIONES INTERNACIONALES Y LA NEGOCIACION INTERNACIONAL

Seguridad regional y estrategias de negociación diplomática en el Asia Pacífico: El problema de Corea del Norte

Carlos Uscanga • Campus Ciudad de México



RELACIONES INTERNACIONALES: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Las relaciones México-Estados Unidos durante Zedillo

Miguel Angel Valverde Loya • Campus Ciudad de México

Desigualdad, crecimiento económico y regímenes latinoamericanos 1970-1995

Vidal Garza Cantú • Campus Monterrey

Seguridad regional y estrategias de negociación diplomática en el Asia Pacífico: El problema de Corea del Norte

Carlos Uscanga, ITESM, Campus Ciudad de México

El presente escrito tiene como primer objetivo presentar un diagnóstico sobre los problemas fundamentales de la seguridad regional, con un énfasis particular en esbozar las acciones tendientes a crear un sistema de pesos y contrapesos entre los diferentes actores regionales frente a un entorno de seguridad regional complejo y potencialmente contradictorio. Además, se analizarán las estrategias diplomáticas de Corea del Norte frente al problema de implicaciones regionales y globales la probable posesión de la opción nuclear.

La península coreana se ha mantenido como un foco rojo dentro de la estructura de seguridad regional desde 1950. Sin embargo, durante los momentos más álgidos de la guerra fría y las posteriores políticas de distensión, los crecientes incidentes entre Seúl y Pyongyang, así como con otros países vecinos, no derivaron, como ahora, en la existencia de un ambiente de incertidumbre ante las sospechas de que Corea del Norte ha logrado la opción nuclear. Esto aunado, al abierto desarrollo de sus sistemas de misiles de mediano y largo alcance han sido dos vectores cuyos puntos de contacto se ha traducido en el desarrollo de estrategias de negociación diplomática que han potenciado su capacidad para el cumplimiento exitoso de sus objetivos estratégicos.

La *diplomacia de la incertidumbre* representa un modelo de negociación en la que el actor central, cuya posición presenta un conjunto de vulnerabilidades estructurales y crecientes debilidades frente a sus contrapartes, despliega acciones o conjunto de ellas tendientes a aparentar o demostrar en forma limitada la posesión y/o evidenciar sus facultades de influencia cuyas consecuencias pueden afectar directamente a los puntos vitales de la seguridad de los demás actores, así como de su entorno regional y global en el que se encuentra inserto. Es decir, la capacidad de negociación se maximiza en ese ambiente de incertidumbre.

En este sentido, gobierno de Corea del Norte, desde una posición aparentemente de debilidad, han ejercido un proceso de negociación que le permita ampliar su margen de maniobra internacional para generar los recursos económicos y diplomáticos necesarios para su sobrevivencia.

“Las relaciones México-Estados Unidos durante Zedillo”

Por: Dr. Miguel Ángel Valverde Loya
División de Humanidades y Ciencias Sociales
Tecnológico de Monterrey
Campus Ciudad de México

Artículo aceptado para su publicación y de próxima aparición en la revista *Foro Internacional*, vol. XLI, no. 4 (El Colegio de México, octubre-diciembre, 2001).

“Resumen”

Durante el sexenio del presidente Ernesto Zedillo, las relaciones México-Estados Unidos no experimentaron cambios radicales. Tampoco se dio el surgimiento de una propuesta tan trascendente, como lo fue en su momento el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Por otro lado, el proceso de integración comercial y financiera continuó, dejándose sentir con mayor fuerza en México. Siguieron predominando en la agenda temas tradicionales de la relación bilateral, como migración y narcotráfico, que en momentos se convirtieron en fuentes de aguda tensión. Hacia finales del periodo, la atención de los estadounidenses (y de una buena parte del mundo) se centró en la democracia y las elecciones federales mexicanas del año 2000.

Este artículo aborda por “temas agregados”, la evolución de las relaciones bilaterales a lo largo del gobierno de Zedillo. El primero es la llamada “crisis del peso” de fines de 1994 y principios de 1995, que prácticamente borró cualquier otra consideración en la agenda del nuevo gobierno, tanto en el plano exterior como en el doméstico. El segundo apartado trata sobre las fricciones que ocasionó la llamada Ley Helms-Burton, el intento estadounidense por incrementar la presión económica sobre Cuba. El tercer tema es la migración, convertido en asunto prioritario por factores internos de Estados Unidos, sobre todo los ciclos económicos y el calendario electoral. El cuarto se refiere a la lucha contra el narcotráfico, centrándose en el controvertido proceso de certificación. Por último, se tocan la evolución de la relación comercial en el seno del TLCAN, y la expectativa estadounidense ante la insurgencia zapatista y los resultados electorales que definieron al sucesor de Zedillo.

Desigualdad, crecimiento económico y regímenes latinoamericanos, 1970-1995

Dr. Vidal Garza Cantú, ITESM, Campus Monterrey

Publicado en la Revista ESTE PAIS septiembre 2000 número 114 ISBN: 0188-5405

En este ensayo se intenta explicar las últimas tres décadas en América Latina como un solo bloque, mediante un análisis de la evolución, año con año, de la desigualdad salarial en el sector manufacturero en ocho de los principales países de América Latina y en un país del Caribe. Los países representados incluyen 394 millones de personas: esto es, 85 por ciento de la población regional y el 91.2 por ciento del PIB total de la región entre 1970 y 1994.

Además se compara, en cada país estudiado, esta medida del cambio en la desigualdad entre un año y otro con la del crecimiento del PIB real per cápita entre 1970 y 1995. Así, se puede presentar una boleta de calificaciones del desempeño de cada uno de los regímenes que han tenido estos países en su historia reciente

Encuentro que los cambios en la desigualdad de los salarios son un indicador sensible de las crisis económicas, la represión, los disturbios políticos, la guerra civil, los desastres naturales y, por el lado positivo, de ocasionales periodos de crecimiento y de estabilidad en América Latina. De hecho casi toda la historia reciente de esta región puede resumirse en la fluctuación de las estadísticas de desigualdad.

Este ensayo aborda la relación entre la desigualdad de los salarios industriales y la historia política de América Latina. Primero, se presentan los datos y el método utilizado para construir una medida de los cambios en la desigualdad de los salarios industriales para cada uno de los países estudiados. Segundo, se indaga la relación entre el crecimiento económico, la medida de la desigualdad propuesta y se reflejan ambos en la boleta de calificaciones para cada régimen de los países estudiados. El ensayo finaliza con conclusiones que hacen énfasis en las implicaciones políticas.

Nuevo ensayo de laboratorio “OVIA(MR)” para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

Carlos Humberto Fonseca Rodríguez, Rodolfo Villalobos Dávila, Adrián Castañeda, Guillermo Baker, Juan C. Sysmanski, Oscar M. Bustos, Pedro R. Sánchez, Gabriela Corzo • Campus Monterrey

Emisiones Contaminantes a la atmósfera de la combustión del biodiesel: La situación actual del petrodiesel en México

Gerónimo Coronado Escalante, Jerónimo Martínez Martínez • Campus Monterrey

Las diferencias en la calidad del aire de “Fin de semana” versus “Entre semana” en Monterrey

Nuria Arellano Briones, Jerónimo Martínez Martínez • Campus Monterrey

Analysis of feasibility of a water processing plant in a university through the life cycle analysis of treated water by a biological module and development of a software for the decision making in plants of water processing

Dante R.C., G,ereca L. P., Neri L., Aquino L., Caballero C. A. • Ciudad de México

Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Roberto C. Dante, José Celis, Luis Neri, José Escamilla, Vicente Madrigal, Thomas Theuss, Juan de Dios Calderón, Omar Solorza, Rubén Rivera • Ciudad de México

Simulación Numérica del Flujo de Escape de una Turbina de Vapor de Baja Presión

Carlos Alberto Mario López, J.Asunción Zárate García • Campus Monterrey

La calidad en el Sector Público

Francisco Demetrio Fernández Escamilla • Campus Monterrey

Siguiente

Sistema Opto-Electrónico para Reconocimiento de Patrones

Alfonso Serrano-Heredia, Patricia Hinojosa, Ramón Rodríguez-Dagnino, Jorge García y Rodolfo Briones • Campus Monterrey

Verificación de la identidad de las personas utilizando imágenes de la mano

Sofía Gabian D, Miguel Angel Reyes A, Alejandro Vaquez Morín, Josué Alarcón Paniagua, Patricia Rayón Villela. • Campus Ciudad de México

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Ing. Gabriel Servín, Lic. Sergio Avelar, Ing. Javier Zapata, Claudia Pérez, Georgina Hurtado, Paulina González, Analía Pérez, Jessica Soria, Paola Vergara, Luis Rodríguez, Ricardo Mayoitia, Salvador Velázquez. • Campus Guadalajara

The Pragmatics Action Maze

Tom Salsbury, Rafael Ayala, David Campo. • Campus Ciudad de México

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

Líder de Proyecto: Lic. Alicia Sánchez Pérez,

Asistente: Lic. Nurya Hernández Bibriesca

Alumnos: Ana Isabel Ceceña, LEM, Luis Guy Ricaud, LEM, Anahí Quezada, LEM, Juan Pablo Ramírez, IIS, Jessica Fernández, LAE, César Fernando Morales, LEM, Christiane Villanueva, LEM, Alejandra Padilla, LCC • Campus Guadalajara

Programa Táctico de Manejo y de Rehabilitación del Sistema de Humedales del Tobarí, en los Municipios de Cajeme, Benito Juárez y Etchojoa, Sonora, México

M.C. Manuel Muñoz Viveros, M.C. María Esther Cruz Colín, Arq. Ana Guadalupe Alonso Hernández y Carlos Enrique Padilla Ramos • Campus Guaymas

Basureros interactivos

Teodoro Delgado, Fausto Jasso, Mario Covarrubias, Luisandro de la Cruz, Jesús Mireles
• Campus Monterrey

Planeación de trayectorias para un vehículo autónomo con evasión de obstáculos en el seguimiento

Elizabeth Guevara Martínez, Luis Fernando Hernández Camacho, Manuel Arjan Ruiz Arvizu
• Campus Monterrey

Estimación del coeficiente de transferencia de calor por convección en álabes de turbinas de gas

Alfonso Campos Amezcua y J. Asunción Zárate García • Campus Monterrey

Implantación de un Sistema de Mantenimiento Total Productivo

Gerardo Mauricio Cienfuegos Molina, Carlos Domínguez González, Marisela Avilán Murillo, Alfredo Guedea González, Jorge Iván Jaloma, Ing. Lino Alejandro García Ayala • Campus Gualajara

Integración visual de aplicaciones en sistemas de comercio electrónico de negocio a negocio

Lic. Guillermo Jiménez, Nayeli Juárez Lara • Campus Monterrey

Modificación de Extractos de Antocianinas Simples y Aciladas para Aplicaciones en la Industria Alimentaria.

Adán Francisco Covarrubias Nuño, Carmen Hernández Brenes, David del Pozo Insfran Lara • Campus Monterrey

Sistema de adquisición de datos basado en Java para el control en-línea del polarímetro transversal del *storage ring hera*.

Eden V. Figueroa Barragán, Jenny Boehme, Stefan Schmitt • Campus Monterrey y DESY, Alemania

Activación de la polimerización de la e-caprolactma sobre la superficie de *Fibras de Carbono Formadas a partir de Vapor*

Carlos Cárdenas Daw • Campus Monterrey

Characterization, Isolation, and Purification of Citrus Limonoid Aglycones

Mireya Rodríguez González, Carmen Hernández Brenes, Bhimu Patil • Campus Monterrey, Texas A&M University Kingsville-Citrus Center, USA

Ultraestructura Estomática en *Agave tequilana Weber (Amaryllidaceae)*

Dra. Rosamaría López Franco, Dr. Adalberto Benavides Mendoza, Q.B.P. José Ruiz Ordúñez, M.C. Rosa Elia Margarita Hernández Valencia • Campus Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Agraria Antonio Narro

Uso eficiente de la energía en el alumbrado público

Raúl Ceceña Ponce, Agustín Pando Delgado, Salvador Eduardo Ramírez Brambila, Octavio César Rangel Gil, Luis Rosas Cobos • Campus Monterrey

Análisis de riesgo por exposición a plomo proveniente de una fuente industrial

Jerónimo Godínez González, Porfirio Caballero Mata (asesor), Gerardo M. Mejía Velázquez (sinodal) y Enrique Cázares Rivera (sinodal) Cobos • Campus Monterrey

Estudio de la Etapa Final de los Vehículos Después de su Vida Util

Maryna Fedrigo, Ma. Eugenia Pérez Duarte, Rosario Rivera Carmona, Julio López Meza, Ernesto Treviño Garza • Campus Monterrey

Determinación de las propiedades antimicrobianas de pigmentos naturales estabilizados

Ing. David Del Pozo-Insfran, Dra. Carmen Hernández-Brenes, Q.F.B. Hortensia Cantú Peña, Ing. Adán Francisco Covarrubias Nuño • Campus Monterrey

Disminución del contenido de zinc en el Polvo de Colector generado en el Alto Horno para su reutilización como Materia Prima

Ing. Edith Beltrán Valencia, Ph.D. Belzahet Treviño Arjona • Campus Monterrey

Desarrollo de una estufa desarmable

Ing. Rodrigo Niz Campogarrido, Ing. Yisell Aceves, Daniela Corona, Alexey Alberto Valdivia, José Marcial Velásquez, Juan Pablo Ruiz, Susana Anaya, Guillermo González, Maria Mater Martínez, Yurko A. Oleynick • Campus Guadalajara

Anterior

RESUMEN.**NUEVO ENSAYO DE LABORATORIO “OVIA®” PARA ENVEJECER CEMENTO ASFÁLTICO Y EVALUAR SU DURABILIDAD.**

Dr. Carlos Humberto Fonseca Rodríguez, Departamento de Ingeniería Civil y Centro de Diseño y Construcción, ITESM Campus Monterrey; Ing. Rodolfo Villalobos Dávila, ASFALTECS, S.A. de C.V.; Adrian Castañeda, Guillermo Baker, Juan C. Sysmanski, Óscar M. Bustos, Pedro R. Sánchez y Gabriela Corzo, alumnos de Ingeniería Civil participantes del PADS realizado a la empresa ASFALTECS, S.A. de C.V.

Un aspecto muy importante en la duración de los pavimentos asfálticos es la calidad del cemento asfáltico que se emplee en la fabricación de sus capas. La calidad de los cementos asfálticos puede ser evaluada de acuerdo a la capacidad del mismo de resistir al proceso de oxidación. En este trabajo se presentan resultados de un nuevo proceso de envejecimiento del cemento asfáltico desarrollado en conjunto por la empresa ASFALTECS, S.A. de C.V. y el ITESM, Campus Monterrey, el cual se conoce como método de ensayo de laboratorio OVIA®, Oxidación Vía Inyección de Aire. Mediante este nuevo método se han ensayado cementos asfálticos convencionales y modificados con polímeros SBS y SBR. El proceso de oxidación se ha realizado para diferentes duraciones en un mismo cemento asfáltico tratando de evaluar el comportamiento del mismo en diferente periodos de tiempo. Los cementos asfálticos oxidados son evaluados mediante las pérdidas de desgaste al Cántabro y se comparan con la parte del envejecimiento del Método UCL. Las pérdidas de masa de los cementos asfálticos por el Método OVIA se comparan con valores especificados para métodos normalizados que persiguen el mismo fin como son el Método PAV (SUPERPAVE) y otros como el Preassure Oxygen Vessel, POV, (Vaso de oxígeno a presión) y Rolling Thin Film Oven Test, RTFOT (Ensayo del Horno de Película Delgada Rolada). De acuerdo a los resultados obtenidos de Penetración y Punto de Reblandecimiento Anillo y Bola se puede concluir la importancia que tiene el polímero SBS y SBS en la durabilidad de los cementos asfálticos, características que se transmite a las capas de pavimentos asfálticos.

EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMOSFERA DE LA COMBUSTION DEL BIODIESEL.

LA SITUACION ACTUAL DEL PETRODIESEL EN MEXICO. Gerónimo Coronado Escalante, Maestría de Sistemas Ambientales, Campus Monterrey, ITESM; Jerónimo Martínez Martínez, Departamento de Ingeniería Química / Centro de Calidad Ambiental, Campus Monterrey, ITESM.

El desarrollo económico de México se sustenta en fuentes energéticas que impulsan los sistemas para transportar la población, mover bienes de consumo y realizar actividades agrícolas, industriales y de la construcción. El motor diesel y su combustible; el petrodiesel, juegan un papel primordial debido a las ventajas en eficiencia de combustión, bajo costo y mayor durabilidad comparandolo con el motor de gasolina. El petrodiesel ha experimentado un continuo incremento del precio. Sin embargo, el consumo del petrodiesel en México es mayor debido en parte al aumento de los vehículos, creciendo alrededor del 25% de 1999 al 2000.

La combustión petrodiesel genera emisiones contaminantes al aire provocando efectos adversos en la salud humana. Algunos de los componentes de los hidrocarburos (aromáticos y dioxinas) y partículas (metales pesados) emitidos han sido identificados como sustancias tóxicas con el potencial de generar respuestas alérgicas y empeorar enfermedades respiratorias. En comparación con los máquinas de gasolina, las de diesel emiten mayores niveles de óxidos de nitrógeno (NOX) y partículas (PM), y menores niveles de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC). Las altas emisiones de NOX con las de HC pudieran incrementar la formación del ozono troposférico.

Entre los combustibles alternativos al petrodiesel, se tiene al biodiesel, un ester elaborado a partir de aceite vegetal o animal, cuya combustión pudiera reducir las emisiones de PM, NOx, HC y CO. El estudio para la tesis de posgrado tiene como objetivo general el de medir y comparar las emisiones de la combustión de biodiesel y petrodiesel bajo las mismas condiciones. Para avanzar en las bases del estudio, se realizó una investigación de la situación actual del petrodiesel en México analizandola con detalle y documentandola. En el poster se mostrarán los resultados de la investigación exhaustiva en medios impresos, consultas electrónicas y anuarios estadísticos reportados por instituciones como el Instituto Nacional de Ecología (INE), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Petróleos Mexicanos (PEMEX).

Las diferencias en la calidad del aire de “Fin de semana” versus “Entre semana” en Monterrey Nuria Arellano Briones, Maestría en Sistemas Ambientales, Campus Monterrey, ITESM; Dr. Jerónimo Martínez Martínez, Departamento de Ingeniería Química / Centro de Calidad Ambiental, Campus Monterrey, ITESM.

Antecedentes y Descripción

El Área Metropolitana de Monterrey, al igual que un número creciente de ciudades en el mundo, experimentan el problema de excedencias en los estándares de calidad del aire. Esto ha motivado a las administraciones municipales y estatales a diseñar programas que controlen y reduzcan la contaminación. Esto ha sido con poco éxito debido, principalmente, a deficientes estudios previos al diseño, a una sesgada toma de decisiones y al inadecuado control de todos los factores involucrados en esta situación.

En otros países se han documentado las situaciones que participan en este fenómeno tratando de definir el mayor número de factores que permitan tener una supervisión de esta problemática; existe evidencia que en EUA hay estudios sobre patrones y tendencias de la contaminación que han tomado en cuenta factores como ‘ mañana-tarde’ , ‘ entre semana’ , ‘ fin de semana’ , ‘ factor sábado’ , ‘ factor domingo’ , a fin de ser más sensitivos en el proceso de diseño de estrategias.

En este estudio se presenta la variación regional de las diferencias entre semana (ES) contra fin de semana (FS) en las concentraciones de los principales contaminantes atmosféricos en el área metropolitana de Monterrey. Estas diferencias entre las concentraciones proporcionan información relevante sobre las fuentes emisoras en tipo, cantidad y calidad permitiendo establecer estrategias con mayores fundamentos para lograr una reducción de la contaminación urbana.

Para determinar el comportamiento de las concentraciones ES contra concentraciones FS, se utilizaron las mediciones reportadas hora a hora de CO, NO_x, SO₂, PM₁₀ y O₃ de las 5 estaciones de monitoreo del programa SIMA para los años 1998, 1999 y 2000. Estas estaciones representan las regiones Suroeste (SO), Noroeste (NO), Centro (C), Noreste (NE) y Sureste (SE).

Metodología

Para el análisis de cada región geográfica, se obtuvieron perfiles promedio del ciclo diario de las concentraciones de cada uno de los contaminantes para los días de entre semana y los días del fin de semana, donde se observan las distribuciones de concentración (diurna y nocturna).

Una vez que se obtuvieron los perfiles, se procedió la comparación entre ellos y al análisis estadístico para periodos similares durante FS y ES.

Los cambios en los perfiles diarios indican cómo los contaminantes primarios juegan un papel importante en la formación del ozono para cada día de la semana. Por otra parte, el análisis de los resultados puede brindar elementos para una mejor toma de decisiones en cuanto al diseño de estrategias de control y reducción de la contaminación del aire en zonas urbanas. De igual manera, la

comparación entre perfiles permitirá conocer la manera como se ve afectado el AMM por las emisiones industriales y por las emisiones vehiculares. A mayor detalle, las razones de algunos contaminantes (por ejemplo CO/NO_x, o CO/SO₂) permitirá inferir qué fuentes (tipos) tienen mayor influencia en la calidad del aire. Al comparar relaciones de concentraciones de los contaminantes, se tiene información sobre la densidad industrial para cada regiones y su participación integrada en la contaminación.

Discusión de Resultados

Entre los resultados preliminares se encuentra que los perfiles de PM₁₀, NO_x y CO para entre semana tienen niveles más altos que los que presenta fin de semana, sin embargo, presentan también diferencias, en mayor o menor grado, en cuanto al factor ' mañana-tarde' . Los perfiles de SO₂ son similares durante cualquier día de la semana, aunque las concentraciones van aumentando conforme pasan los años.

Se observa que la región Centro, de ser la más alta en cuanto a la concentración de algunos contaminantes (CO, SO₂ y NO_x), va descendiendo en el tiempo, cediéndole el sitio a la zona NE.

Las diferentes zonas de monitoreo indican que conforme pasa el periodo de estudio, SO, SE y C se ven afectadas por las emisiones industriales, tanto entre semana como en fin de semana. Por su parte, las zonas SO, NO y SE son afectadas, principalmente, por las emisiones vehiculares, para fin de semana, y entre semana. También se observa que los niveles de concentraciones van en aumento conforme pasa el tiempo.

Para el caso específico del Ozono, los resultados preliminares permiten concluir que sólo durante 1999 los niveles de concentración excedieron las 50 ppb en contraparte con 1998 y 2000 que se ubican apenas por encima de las 40 ppb. Además, para estos mismos años, NO resulta ser la que presenta el pico más alto tanto ES como FS; en 1999 es SE.

En cuanto a las horas en las cuales se dan picos de concentración, en el caso de ES por lo común las curvas presentan sus crestas más temprano (mañana y tarde, con respecto a FS, esto para CO, NO_x y PM₁₀).

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 en circulación para casi todas las regiones es menor para los fines de semana, mientras la operación industrial es más uniforme en cualquier día de la semana.

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.

ANALYSIS OF FEASIBILITY OF A WATER PROCESSING PLANT IN A UNIVERSITY THROUGH THE LIFE CYCLE ANALYSIS OF TREATED WATER BY A BIOLOGICAL MODULE AND DEVELOPMENT OF A SOFTWARE FOR THE DECISION MAKING IN PLANTS OF WATER PROCESSING.

Dante R.C.^a, Güereca L. P.^a, Neri L.^a, Aquino L.^a, Caballero C. A.^a

*Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de Mexico
Calle del Puente 222, Col. Ej. De Huipulco, c.p. 14380, Mexico City, Mexico*

ABSTRACT

This paper shows the feasibility' analysis of a water processing plant in Tecnológico of Monterrey, Campus Mexico City. The reaches of the LCA starts since with the waste water generation in the campus until the final disposition, which is the irrigation water.

It's consider as impact categories: CO₂ emissions, Biologic Contamination and Water's use.

CO₂ Emissions: The total of CO₂ emitted is 1832.73 kg daily by the wastewater treatment plant. If there were no plant, the CO₂ emissions will be just 33.07 kg daily as a result of the natural degradation process, however, the treated water is used for the green areas irrigation and, by means of photosintesis, capture 113.83 kg of CO₂ daily. For this reason the net emissions are 1718.88 kg of CO₂ per day..

Biologic water's contamination: The wastewater treatment plant degrades 4.8E+09 coliforms, approximately, in contrast, using the natural process it could be degraded 4.6E+09 daily. In accord with this, the benefits of the wastewater treatment plant is not significant.

Water' use: Due to 155,520 lts daily of water are treated and totally used to gardens irrigation, waste water is not emitted to the public drainage, helping with that to recharge the aquifer mantle in the zone.

It's mentioned that the stabilized mud resulted of this biological process, its used to fertilize the crops of plants.

As a conclusion the treatment wastewater plant generates an important negative impact in the CO₂ emissions. Nevertheless, when we considered the treated water'uses, we found a positive impact.

In accord with this case it's developed a software that will help to support to the decisions making in the treatment wastewater' plant.

Fractional Factorial Design of Experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Roberto C. Dante^{1A}, José Celis^{1B}, Luis Neri¹, José L. Escamilla¹, Vicente Madrigal¹, Thomas Theuss¹, Juan de Dios Calderón¹, Omar Solorza², Rubén Rivera².

¹ Instituto Tecnológico de Monterrey, Mexico City Campus (ITESM CCM)

^{1A} rdante@campus.ccm.itesm.mx

^{1B} 00953596@academ01.ccm.itesm.mx

² Department of Chemistry
Center of Advanced Research (CINVESTAV)

Key words: Fuel cells, PEM fuel cells, Design of Experiments, fuel cell prototype.

Abstract: Two levels and four factors fractional experimental design 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 a stable power output with the considered hydrogen pressure, but 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 High School, Mexico City Campus (ITESM CCM).

Introduction.

Since the 90's the groups of researchers of ITESM CCM, CINVESTAV at National Polytechnic Institute, Electric Research Institute (IIE) and Materials Research Institute at National University of Mexico began studies on PEM fuel cell; each group with different objectives and interests.

CINVESTAV carried out relevant research on oxygen reduction catalysis; IIE on global projects about PEM fuel cells, Materials Research Institute on alternative protonic exchange membranes.

ITESM CCM developed collector and bipolar plates formulations as well as design of the whole PEMFC, moreover doing manufacture and engineering solutions for PEM fuel cells.

The work of ITESM-CCM resulted in fuel cells prototypes completely manufacturable. The objective of this study was to find the best operation conditions for a fuel cell system performances and to compare the results of a

commercial research fuel cell stack with one of our prototypes.

Methodology.

In order to achieve the objective of this study, we utilized the experimental design methodology, because the fuel cell system is a complex one; indeed there are several factors too difficult to analyze exactly as flow fields, catalyst distribution, electrical circuits, etc..

The full factorial design required 2^k experiments, where k is the number of factors.

The number of factors considered in our work is 4 and so the number of runs is 16 (2^4) (Table1) for a full factorial design, while using the suitable fractional factorial design it is possible to reduce the runs to 8 (2^{4-1}) with the design generator D=+ABC (Table 1) [1, 4, 5].

The Experiments were carried out previously with a reference fuel cell stack for research purposes in order to improve the outputs of the fuel cell system, therefore a comparison of

performances with one of our prototypes was fulfilled.

Experimental results.

The experimental design was applied to the reference fuel cell (FC50-03SP); then the conclusions were used for our prototype (DG01) to compare output power of the two systems. The technical specifications of the two fuel cells are reported in table 2. The considered fuel cell system is composed by tanks of hydrogen gas, oxygen gas, flowmeters, a fuel cell, and other assemblies (Figure 1).

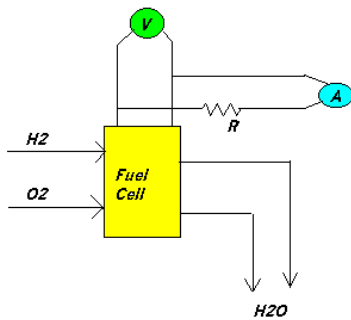


Figure 1: Fuel cell system.

The resistance of the electrical device indicated in figure 1 as R is 2.3 Ω, with a dissipative maximum power of 50W. The array is conformed by 8 parallel resistances, each resistance of 4.73 Ω with a dissipative power of 5W. The experimental design factors considered are: A: pressure of hydrogen (PH2), B: pressure of oxygen (PO2); C: flow rate of hydrogen (QH2) and D is the flow rate of oxygen (QO2); the response is the output power. The eight experiments of the chosen design (Table 1) were carried out and consequently new estimates of the factors were determined starting from the analysis of effects (Table 4) and from the Analysis of Variance (ANOVA) (Table 3) for the FC50-03SP [2, 3]; indeed ANOVA shows that the interaction between PH2 and QH2 is the principal contributor to the total variance (Table 4). The

new levels determined for a Final Experiment were: PH2: 10 Pa; PO2: 20 Pa; QH2: 4.1E-5 m3/s, and QO2 is 1.2E-4 m3/s.

The results of the “Final Experiment” for FC50-03SP are reported in figure 2. Finally the best responses resulted to be at higher pressure and flow rate of oxygen than hydrogen ones.

The experiment with DG01 was carried out, at the same pressures of the “Final Experiment “, but with different flow rates (QH2 2.7E-7 m3/s, and QO2 is 8.0E-7m3/s) keeping constant the ratio $\rho = QH2/QO2=0.33$.

The density of power (δ) is the ratio between power and effective volume, where the effective volume is given by the addition of each area per thickness. With this information, we appreciate the power produced by each volume unity (Figure 3).

$$\delta = \frac{Power_{total}}{V_{effective}}$$

$$V_{effective} = \sum_i A_i \sum_j d_j$$

The total area for the FC50-03SP is 350 cm2 and total thickness is 15 cm; for DG01 the total area is 18 cm2 and thickness 0.6 cm.

Apart from the direct fuel cell performances the DC/AC conversion is also important for many applications. The result of the use of a suitable inverter developed by ITESM CCM for Final Experiment conditions with DG01 is shown in figure 4.

Discussion

The analysis of effects and ANOVA allows to establish that for all cases the lowest hydrogen pressure and flow rate are the best choice in order to stabilize the output power, however high oxygen pressure and flow rate are needed to increase the latter. The flow rates of both gases were reduced in the case of DG01, because it is a monocell and thus it needs lower

flow rates than the FC50-03SP that is composed by 7 cells. We chose to reduce the flow rates keeping the ratio ρ at the value $\rho = 0.33$ as we did in the reference fuel cell, in order to maintain the test conditions similar to those for the FC50-03SP. The pressures of both gases had to have the same values of the best experiment of the FC50-03SP, as pressure defines the potential of the cell, while flow rates are related to the amount of reagents that must be less in a monocoil than in a stack. We can notice that DG01 gave better results than FC50-03SP at the given conditions, showing that our efforts were in the right direction.

Our main assumption is that we can change the flow rates without affecting the results determined in the experimental design executed with the reference fuel cell, if we keep ratio ρ constant.

The waveform of the AC current obtained in the conditions reported above is quite similar to a sinusoidal wave, this is an important fact because it indicates that the potential obtained is acceptable for use in any application without causing damage in the fed equipment.

Conclusion.

The Experimental Design methodology is suitable for the improvement of fuel cell systems, as it has been demonstrated by our study. This methodology allowed us to quickly develop a fuel cell system, knowing the principal factors and effects that affect the fuel

cell performances. This information was the basis of our design of fuel cell parts. Nowadays, the development of fuel cell has reached an advanced stage worldwide. The present challenge is to improve manufacturing techniques and to lower costs, realizing that this two issues are strongly linked.

At ITESM CCM, where the most advanced technologies for design and development are used, the engineering and research phase has reached the stage of standardized manufacture process in which both cost levels and performance have the same relevance.

References

- [1] N. Frigon, D. Mathews, Practical guide to Design of Experiments, John Wiley & Sons Inc. 1997, USA.
- [2] S. F. Simpson, J. Ferrell, The effect of pressure on an air-reformate proton exchange membrane (PEM) fuel cell system, Battery Conference on Applications and Advances, 1999. The Fourteenth Annual, 15 – 17.
- [3] A. Abtahi, Design and implementation of a hierarchical control strategy for proton exchange membrane fuel cells, Proceedings of the 37th IEEE conference on decision and Control, 1998, 461 –462.
- [4] R. Mason, Statistical design and analysis of experiments, Wiley, 1989.
- [5] D. Montgomery, Design and analysis of experiments, John Wiley & Sons, 1983.

	A	B	AB	C	AC	BC	ABC	D	AD	BD	ABD	CD	ACD	BCD	ABCD
1	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+
2	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
3	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-
4	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
5	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-
6	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+
7	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+
8	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
9	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-
10	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+
11	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+
12	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
13	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+
14	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-
15	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+

Table 1: Full factorial format for four factors. The L8 (2^{4-1}) matrix of the fractional factorial design is indicated in black. The generator is $D=+ABC$

Specifications	Reference fuel cell	Fuel cell prototype
Nominal power output	50 W	0.0729 W
Electrode assembly	50 cm ² (350 cm ² total, 7 MEAs)	9 cm ² (1 MEA)
Type	Solid Polymer Electrode	Solid Polymer Electrode
Dimensions	15 cm X 15 cm X 15 cm overall	9 cm X 9 cm X 0.6 cm
Operating temperature	Up to 100°C	Up to 100°C
Graphite plates	8	2
Manufactured by	ElectroChem Inc.	ITESM CCM
Item Number	FC50-03SP	ITESM DG 01
Component description	50-cm ² PEM fuel cell hardware, 7 MEAs, 8 graphite plates, fittings, copper current collectors, banana jacks on each plate and two banana plugs.	9 cm ² PEM fuel cell hardware, 1 MEA, 2 graphite plates, copper current collectors.

Table 2: Technical specifications for two different types of fuel cells

	Grades of freedom	Mean squares	F ratio	Pure sum	% contribution	Critical F 90% conf.
H2	1	0,0035	0,0012	-2,8827	-7,8849	3,78
O2	1	1,3955	0,4835	-1,4906	-4,0773	3,78
QH2	1	1,2083	0,4186	-1,677	-4,5894	3,78
QO2	1	3,6829	1,2760	0,7966	2,1790	3,78
Interactions						3,78
H2O2	1	0,01828	0,0063	-2,8679	-7,8445	3,78
H2QH2	1	12,2891	4,2578	9,4028	25,7190	3,78
O2QH2	1	0,64457	0,2233	-2,2416	-6,1315	3,78
Error	6	2,8862			41,5738	
Total	7					

Table 3. Analysis of Variance for Design of Experiments L8 with the reference fuel cell.

	PH2		PO2		QH2		QO2	
	10	14	25	40	5	10	5	10
Effects Potential	0.234		-0.299		-0.276		0.503	
Effects Current Intensity	0.138		-0.410		-0.370		0.547	

Table 4: Effects given by FC50-03SP

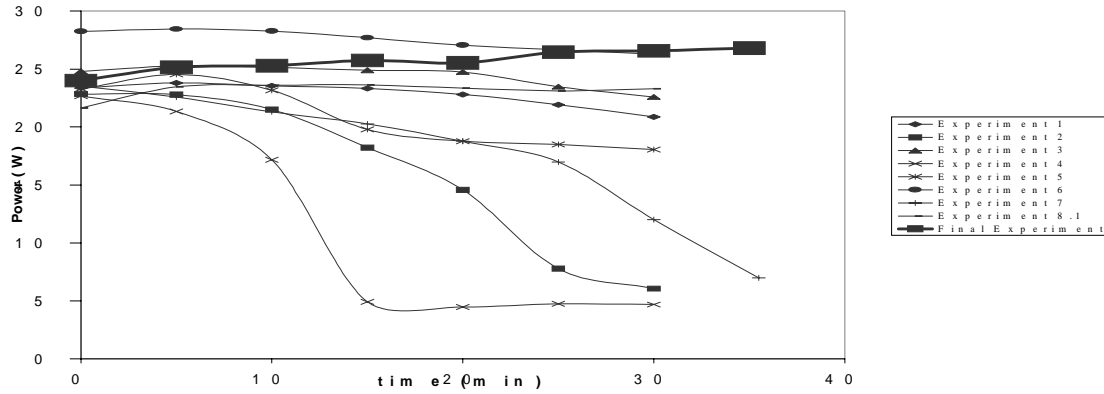


Figure 2: L8 Design Experiments.

Power density (δ)

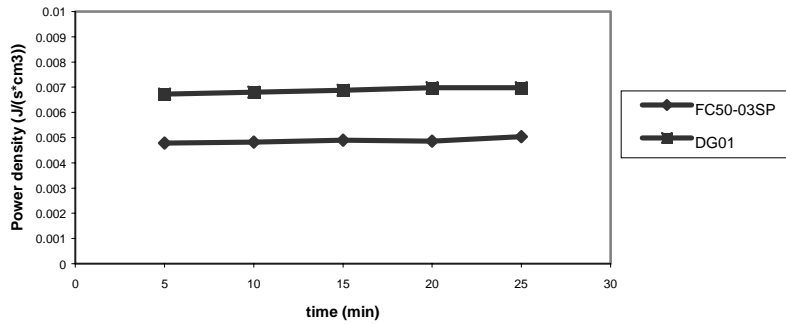


Figure 3: Power density produced by two different fuel cell stacks.

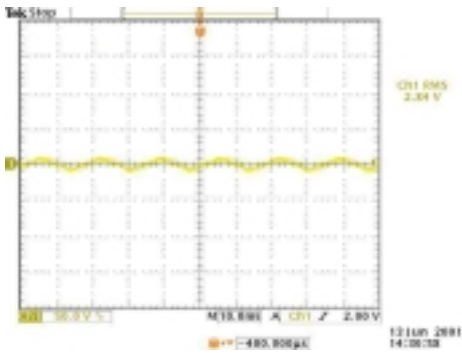


Figure 4: AC current for DG01 in Final Experiment.

SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL FLUJO DE ESCAPE DE UNA TURBINA DE VAPOR DE BAJA PRESIÓN. Carlos A. Mariño López, Maestría en Ingeniería Energética, Campus Monterrey, ITESM; J. Asunción Zárate García, Centro de Energía Solar, Campus Monterrey, ITESM.

En las turbinas de vapor de baja presión, la zona de escape es importante debido a que tiene una influencia significativa en la eficiencia de la turbina, por lo tanto merece especial atención el estudio del campo de velocidades que se presenta en esta zona. En el presente trabajo se reportan los resultados obtenidos de la simulación numérica del flujo a la salida de una turbina de vapor de baja presión. Las simulaciones se realizaron utilizando el paquete computacional de CFD STAR CD. Se simuló el flujo a través del difusor de escape de la turbina. Los resultados reportados incluyen los perfiles de velocidad y el campo de presión para una condición de operación dada. De los resultados se observa la existencia de zonas locales de recirculación y turbulencia. Es conocido que estas características originan una reducción en la energía cinética del fluido la cual pudiera ser aprovechada en la última etapa de la turbina. Con este estudio se sugieren estrategias para reducir las zonas de recirculación.

LA CALIDAD EN EL SECTOR PÚBLICO. Francisco Demetrio Fernández Escamilla, Maestría en Sistemas de Calidad y Productividad, Campus Monterrey, ITESM.

Tomando en cuenta el actual entorno social, político y económico que impera en estos tiempos de libre mercado, apertura de fronteras comerciales, globalización y el auge de las telecomunicaciones como herramienta de participación en los sucesos del mundo, el Estado y su función deben ser replanteados, como facilitador en el auspicio y fomento industrial, comercial y demanda de servicios a la sociedad, ya que una estructura arcaica y obsoleta en el escenario del presente, no contribuye en ninguna medida al mejoramiento de las condiciones de oferta y demanda social. El rol del gobierno en el presente siglo nos da una pauta para evolucionar y mejorar los procesos que se llevan a cabo en las instituciones, así mismo redefinir el concepto de cliente del servicio (o proceso) y el compromiso con los empleados del sector público. La principal directriz de los nuevos administradores del gobierno ya sean estos federales, estatales o municipales, es la tendencia utilizada en el sector privado, cuya productividad se ve estratégicamente planeada en bases técnicas y conceptos desarrollados por expertos en el área de la Calidad Total, en la que su principal premisa es el factor humano alentándolo en base a educación, capacitación y recompensa, con la finalidad de explotar las cualidades y potencialidad en donde alienta la creación de un ambiente de trabajo que propicie la mejora continua. En el mundo esta tendencia no es nueva y se tiene a países tales como Reino Unido, Canadá, Estados Unidos, Japón, etc, que han hecho uso de las bondades que esta filosofía ofrece. Por tanto se propone el uso de un método auxiliar en la evaluación e implementación de los conceptos del Total Quality Management y del New Public Management.

SISTEMA OPTO-ELECTRONICO PARA RECONOCIMIENTO DE PATRONES. Alfonso Serrano-Heredia, Depto. de Física y Centro de Optica, Campus Monterrey, ITESM; Patricia Hinojosa, Ramón Rodríguez-Dagnino, Centro de Electrónica y Telecomunicaciones, Campus Monterrey, Jorge García y Rodolfo Briones, Maestría en Sistemas Electrónicos, Campus Monterrey, ITESM.

El procesamiento óptico de información se ha ampliado enormemente en años recientes, abarcando tópicos como el reconocimiento de patrones, restauración de imágenes, holografía generada por computadora, interconexiones ópticas, etc. La mayoría de estos procesos se basan en la propiedad que tiene una lente convergente para realizar la transformada de Fourier bidimensional de un objeto, este sistema es llamado procesador óptico de Fourier. El mérito esencial de estos procesadores son su gran capacidad de procesar señales ópticas realizando complicadas operaciones en paralelo, a gran velocidad e interconexión masiva. Diversas operaciones de procesamiento de información son muy eficientes empleando métodos ópticos, como transformadas de Fourier, convoluciones, correlaciones e interconexiones espaciales. Por otra parte, los sistemas electrónicos cada vez han ido evolucionando más a tal grado que operaciones de procesamiento digital de imágenes y señales son realizadas a gran velocidad. Algunos de estos dispositivos electrónicos son los DSP (Digital Signal Processing). En este proyecto se construye un sistema óptico-electrónico para reconocimiento de patrones, el cual es una combinación de los clásicos procesadores ópticos de Fourier con un dispositivo electrónico DSP, empleando una cámara digital (CCD) para realizar la interfase opto-digital. Con esto se logrará por una parte, aprovechar la gran capacidad de procesar información con los procesadores ópticos y a la vez aprovechando la flexibilidad y programabilidad de la tecnología electrónica. Se muestran resultados experimentales.

VERIFICACIÓN DE LA IDENTIDAD DE LAS PERSONAS UTILIZANDO IMÁGENES DE LA MANO.

Alejandro Vaquez Morán, Josué Alarcón Paniagua, y Patricia Rayón Villela.

Actualmente existen diferentes métodos que nos permiten verificar la identidad de las personas, como son: el iris, rostro, huella dactilar, voz, firma y mano. Uno de los más conocidos es el reconocimiento de personas utilizando imágenes del rostro; sin embargo, a diferencia del rostro, el método de verificación de la identidad de las personas con la imagen de la mano, presenta pocas variaciones, y esto permite que el problema sea menos complejo; sin embargo se deberá seleccionar un conjunto de características que permitan discriminar lo suficiente entre diferentes personas, para llevar a cabo el éxito en el reconocimiento.

En este trabajo se presenta un método que nos permite identificar la identidad de las personas utilizando imágenes de la mano. Como cualquier método de verificación, es necesario que las características que describen a cada una de las manos de las personas, se obtengan de manera automática. En este trabajo se presenta el proceso de selección y extracción de características para un conjunto pequeño de personas, así como los resultados obtenidos mediante un perceptrón multicapa.

Implantación de mejoras en Producción en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Ing. Gabriel Servín, Lic. Sergio Avelar, Ing. Javier Zapata, Claudia Pérez, Georgina Hurtado, Paulina González, Analía Pérez, Jessica Soria, Paola Vergara, Luis Rodríguez, Ricardo Mayagoitia, Salvador Velázquez

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Tecnológico de Monterrey por medio de su modelo de Clínicas Empresariales ofrece al empresario consultoría por medio de equipos profesionales, multi e interdisciplinarios que buscan apoyar a las micro, pequeñas y medianas empresas para la solución de algunos de sus problemas o detección de áreas de mejoras así como la implantación de soluciones.

En este marco se llevó a cabo un proyecto denominado “Clínica Empresarial” en Tejidos Modelag S.A. de C.V. ubicado en Hidalgo # 510 en Tesistán, Jalisco. Tejidos Modelag reconoció la necesidad de determinar indicadores de producción, pronósticos de ventas, bitácoras para la producción así como un procedimiento para cuantificar corte y desperdicio.

El estudio incluye cinco apartados principales donde cada uno de ellos fue realizado por un subgrupo de alumnos

INTEGRANTES

El presente proyecto se llevó a cabo por alumnos de diferentes carreras que se imparten en el Tec de Monterrey - Campus Guadalajara.

LAF Claudia Pérez, Georgina Hurtado, Paulina González

LAE Analía Pérez, Jessica Soria

IIS Paola Vergara, Luis Rodríguez, Ricardo Mayagoitia, Salvador Velázquez

Asistentes Lic. Sergio Avelar, Ing. Javier Zapata

Líder Ing. Gabriel Servín

METODOLOGÍA

La metodología seguida fue definida por cada equipo de trabajo siguiendo una secuencia lógica dependiendo del tipo del subproyecto. A continuación se engloban los pasos seguidos en general por todos los equipos:

- Establecer objetivos y cronograma por subproyecto
- Definir resultados esperados y validar datos anteriores con Empresario
- Definir indicadores a utilizarse
- Definir las unidades de medida y variables a medir
- Realizar trabajo de campo

- Desarrollar bitácoras para recabar la información requerida
- Validar los datos recabados y hacer las propuestas de cambios pertinentes para cada área
- Implantar propuestas
- Realizar Reporte Final y Presentación Final

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En cada uno de los subproyectos, se realizaron conclusiones, recomendaciones y se presentaron resultados finales.

Curso de Calidad

- Impartición del curso a 15 participantes del área de Producción.
- Aplicación de Test / Cuestionarios para conocer el nivel de compromiso y clima organizacional. Realización de Dinámicas para despertar el interés de trabajar con calidad. Proyección de videos para ilustrar casos.

Corte y Desperdicio

- Cursos de motivación y capacitación para la determinación de tolerancias
- Cursos de motivación y capacitación para planchado. Análisis y diseño de experimentos para eliminar, o en su defecto disminuir la variación

Pronósticos

- Establecer mínimos de ventas para futuras temporadas. Captura de datos de 3 años atrás
- Elaboración del modelo de Pronósticos y pronóstico de ventas para 1 año en el futuro

Bitácoras e Indicadores de Productividad

- Definición de Indicadores y Unidades de Medida
- Desarrollo de Bitácoras (Orden de Salida, Producción por máquina, Corte, Mantenimiento, Etiqueta, Defectos). Prueba de Bitácoras, validación y cambios
- Desarrollo de un Sistema de Información en Access

Estudio de pérdida de Calor

- Se tomaron temperaturas y presiones de las líneas de vapor en caldera y en las vaporizadoras. Se consiguió un estimado de la cantidad de vapor que utilizan las vaporizadoras
- Con el poder calorífico del gas LP y su costo, se calculó la pérdida económica de las líneas de vapor y se cotizó el aislamiento de las líneas de vapor

CONCLUSIONES GENERALES

En este proyecto se aplicaron varios conceptos, desde Ingeniería Industrial, Finanzas, Termodinámica, Calidad hasta Recursos Humanos. El trabajo en piso de Producción fue muy enriquecedor y trabajar con gente de la línea dio un valor agregado a los alumnos. El tener la oportunidad de aplicar los conocimientos dentro de una empresa real es muy motivante y a la vez, enfrenta al alumno a la realidad.

The Pragmatics Action Maze Tom Salsbury, Rafael Ayala, David Camps

El proyecto que desarrollamos, el cual esta siendo apoyado por el Fondo de Investigación del CCM, es un programa diseñado a ayudar a los estudiantes de inglés como segunda lengua o lengua extranjera en su competencia pragmática. El término competencia pragmática se refiere a la adquisición del conocimiento apropiado del estudiante de un idioma bajo ciertas circunstancias (Bardovi-Harlig, en prensa; Kasper y Schmidt, 1996). La competencia pragmática se demuestra en el éxito cuando el alumno hace peticiones, expresa desacuerdos, da saludos y cierra pláticas y sugerencias y demás actos del habla. Aunque a menudo se le iguala con cortesía, la competencia pragmática se describe mejor como el saber qué decir en una situación determinada (Bardovi-Harlig, comunicación personal).

Nuestro proyecto desarrolla un laberinto pragmático. La computadora funciona como una plataforma desde la cual las situaciones, participantes y las palabras reales de las peticiones son presentadas. Utilizando la información presentada a ellos, los alumnos llegan a un consenso en grupos pequeños en cuanto a un curso de acción apropiado. Es decir, los estudiantes acuerdan lo que tienen que hacer después y entonces oprimen un ícono para llevarlos a la siguiente pantalla. La acción que los estudiantes toman puede involucrar el momento particular de la petición, el medio de petición (por correo electrónico, por teléfono, en persona) y las palabras utilizadas para la situación pragmática particular. Los estudiantes se ayudan navegando en el laberinto de acción por el aviso del Foquito: Un ícono en cada página que proporciona estrategias de educación específica para cada una de las situaciones con las que se encuentran los estudiantes.

El laberinto pragmático está siendo programado en Java. Hemos implementado un diseño que utiliza módulos interconectados de aproximadamente ocho turnos conversacionales cada uno. El usuario será llevado hacia otro módulo dependiendo del resultado del módulo anterior. El beneficio de este diseño de programa reside en que es dinámico (desde la perspectiva del usuario) y los objetos en Java son reutilizables.

Algunos elementos del diseño son: (1) Múltiples caminos por el laberinto. No queremos dictar a los alumnos cómo deben hablar. La gente puede ser exitosa en su lenguaje pragmático de muchas formas por lo que buscamos acomodar varias personalidades tanto directamente como indirectamente. Es decir, la gente que es más directa por naturaleza debe también poder con éxito navegar en el laberinto de acción. (2) Definiciones claras de éxito. El formato de computadora permite a los alumnos analizar el lenguaje, recibir dirección, y reflejar su uso del idioma como también el éxito o fracaso de una interacción en particular. Claros resultados para cada situación serán proporcionados a los alumnos. Por ejemplo, si están involucrados en hacer una petición, el resultado más deseable es que los alumnos reciban lo que ellos han pedido mientras se mantiene el respeto entre ambos interlocutores y ellos mismos. El resultado menos deseado de una petición es ofender o lastimar al interlocutor y que la petición permanezca sin cumplirse. (3) Guía y retroalimentación. A los estudiantes se les da guía contextualizada en lenguaje pragmático, como se ilustra con el Foquito en el prototipo del programa. (4) Texto imprimible o visible de la ruta escogida a través del laberinto. Las palabras o contenido de cada decisión tomada a través de laberinto incluye reactivos que serán registrados de una manera visible y que pueden imprimirse para que los estudiantes puedan repasar la interacción en sus grupos, discutir lo que salió bien o mal y compartir la interacción con otros grupos y el instructor.

A través de esta sesión de pósters esperamos obtener valiosa ayuda de nuestros colegas. Tenemos un buen prototipo de programa en Java y una visión más clara de lo que queremos para progresar en nuestro diseño de programa. Creemos que las situaciones pragmáticas que presentamos a nuestros usuarios son dinámicas e interesantes, y que las posibilidades para generar nuevos laberintos son virtualmente ilimitadas.

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de Imagen Corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

Líder de Proyecto: Lic. Alicia Sánchez Pérez, Tec de Monterrey, Campus Guadalajara. **Asistente:** Lic. Nurya Hernández Bibriesca. **Alumnos:** Ana Isabel Ceceña, Luis Guy Ricaud, Anahí Quezada, César Fernando Morales, Christiane Villanueva (LEM); Juan Pablo Ramírez (IIS); Jessica Fernández (LAE); Alejandra Padilla LCC

POSTERS

1. Descripción del Proyecto

Mazatan es una empresa dedicada a la fabricación de mangueras para riego y transporte de fluidos tanto para uso doméstico como para uso industrial. Nace en 1980 con otro nombre que posteriormente cambiaría en 1998 a Mazatan Mangueras y Perfiles S.A. de C.V. de C. V. por razones fiscales. La sociedad se compone de tres socios o accionistas por partes iguales. Actualmente la industria de las mangueras ha entrado a una etapa de madurez, donde la competencia se ha vuelto muy reñida provocando una caída en los márgenes de contribución, aunado a esto se tiene detectada una ciclicidad en las ventas, provocando picos y valles en la producción, por lo cual se tienen periodos en donde existe capacidad de producción ociosa por lo cual aumentan los costos de mantener la maquinaria sin producir. Con base a lo antes mencionado, nace la inquietud por desarrollar un proyecto de Tubo/Manguera con Grado Médico y el cual se requiere de una búsqueda de mercados competitivos y clientes altamente potenciales, lo cual da pie a la razón de ser de este proyecto que es realizar una investigación de mercados que le permita al empresario tomar las mejores decisiones comerciales del nuevo producto desarrollado.

2. Metodología

Se dividió el proyecto en varios episodios para poder llevar a cabo la investigación de la mejor forma posible. A continuación se ofrece una breve descripción de estos.

- Búsqueda de información con todas aquellas persona que tuvieran una relación directa con el uso, manejo, comercialización y producción del Tubo/Manguera de grado Médico. En este punto se entrevistó a médicos, pacientes, biomédicos, intermediarios y vendedores del producto.

- Modelos y Herramientas Utilizadas. Para la obtención de información por parte de los consumidores directos, se pensó básicamente, en la utilización de un cuestionario- guía,

que permitiera obtener información concreta en poco tiempo; por otra parte también se realizaron Focus Group para profundizar y obtener mayor información.

■ Investigación Bibliográfica. Dentro de la investigación bibliográfica se buscó conocer las diferentes publicaciones de las cuales se pudiera obtener información tal como la Internet y el mismo PLM.

3. Presentación de Resultados

Un mercado altamente potencial para la empresa Mazatan se encuentra en la ciudad de México, ya que esta ciudad concentra a las matrices o productoras que se encargan de proveer a todo el país de material médico. Un punto importante, fue el saber que estos productores están interesados en gran medida en sólo tener proveedores nacionales debido a los beneficios de costo y distribución que esto conlleva; por lo cual Mazatan con esto tiene una excelente oportunidad de mercado y posibilidades de aceptación de su nuevo producto en el mercado nacional.

Otro resultado obtenido en la investigación de mercados fue saber que existen hospitales que se encuentran interesados en comprar el tubo a “granel”, es decir, suelto, sin la necesidad de ningún aditamento extra para ser utilizado. Los consumidores de este tubo lo compran en diferentes presentaciones, algunos en caja de 30 ó 15 metros, otros empaquetados en bolsa de plástico.

4. Conclusiones Generales

Las recomendaciones para la empresa son, que se forme un equipo de ventas muy bien capacitado, dirigido por los líderes del proyecto o los encargados del desarrollo del nuevo producto, y que se hagan visitas personales a los principales productores encontrados en la investigación, para que con esto se ofrezcan los servicios de Mazatan como posible proveedor de manguera o tubo médico.

Es importante mencionar que este equipo de ventas debe tener la capacidad de entender especificaciones técnicas del producto, para que entre otras cosas, pueda dar recomendaciones inmediatas al cliente potencial en cuanto a qué tipo de producto le sería más útil, o simplemente entender si lo que está requiriendo el cliente es un producto

especial personalizado. Este equipo además, debe de tener la capacidad de negociación para llegar a acuerdos comerciales de ganar-ganar.

Proyecto Tóbari

“Programa Táctico de Manejo y de Rehabilitación del Sistema de Humedales del Tóbari, en los Municipios de Cajeme, Benito Juárez Y Etchojoa, Sonora, México”

M.C. Manuel Muñoz Viveros , M.C. María Esther Cruz Colín, Arq. Ana Guadalupe Alonso
Hernández y Carlos Enrique Padilla Ramos.

Descripción del Proyecto:

La Bahía del Tóbari, ubicada a 60 kms. al sur de ciudad Obregón, Sonora, con una población de cerca a 10,000 habitante que se dedican a la pesca de camarón, presenta áreas de manglar, planicies fangosas, bajos de arena, pastos marinos y algas que constituyen ambientes adecuados para el reposo, refugio, reproducción y crianza de diversas especies de fauna silvestre, particularmente para las aves acuáticas migratorias y residentes. Por esta razón se considera como un lugar de importancia para aves residentes y migratorias como los patos, gansos y pelícanos blancos.

Esta bahía de 10,498 hectáreas de extensión, se encuentra afectada por las descargas de 14 drenes agrícolas, porcícolas y urbanos que descargan directamente sobre ella y aunado a la escasa circulación del agua debida al establecimiento de un camino de terraplén de 4.7 km. que une al continente con la Isla Huivulai, ha propiciado la formación de planicies lodosas a ambos lados de la bahía y posible eutroficación.

Se construyó un puente ecológico sobre el terraplén que une a la Isla Huivulai con el continente, para permitir el paso de agua y activar la circulación para permitir la recuperación del hábitat de vida silvestre, incluyendo aves acuáticas y peces. La rehabilitación corregirá la creciente pérdida de humedales que afecta al sistema Tóbari.

El presente proyecto de conservación forma parte de un esfuerzo conjunto de 30 instituciones académicas, del gobierno federal, estatal y municipal en coordinación con ONG's y el sector productivo de la Bahía del Tóbari. En base a la información cartográfica, tabular y bibliográfica generada de la bahía, se realizará la zonificación con el fin de caracterizar unidades ambientales con las estrategias de manejo con apoyo de la comunidad de Bahía del Tóbari.

Metodología

El proceso estuvo enmarcado de acuerdo a cuatro principales componentes que fueron:

- Involucramiento público y mediación
- Rehabilitación del sistema lagunar

- Sistema de información georeferenciada
- Evaluación y seguimiento

Presentación de Resultados

- La eliminación de 62 mts. de terraplén y construcción del puente sobre la misma área para permitir el paso de agua a fin de facilitar la circulación de agua y permitir la recuperación del hábitat de vida silvestre, incluyendo aves acuáticas y peces.
- El estudio de caracterización hidrodinámica permitió realizar un modelo actual de circulación para definir el mejor lugar para la construcción del puente.
- Los 6 talleres participativos de sensibilización ambiental permitieron el involucramiento de las comunidades y actores principales en la búsqueda de soluciones para la rehabilitación de los humedales de la Bahía del Tóbari
- La formación de Comité de Ecología facilitará el seguimiento a los asuntos relevantes para el desarrollo sustentable de la Bahía.
- Se identificó pérdida de bosque de manglar en un 40% por impacto de la actividad humana.

Conclusiones Generales

La iniciativa de las comunidades afectadas por la contaminación de la Bahía propició la creación e impulsó a buen término el proyecto. La disminución en pesca de camarón, peces y caza de aves presionó a las instancias gubernamentales a gestionar un proyecto de rehabilitación en colaboración con el Centro de Conservación para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales del (CECARENA) ITESM Campus Guaymas.

Este centro estimuló el esfuerzo conjunto de las comunidades a través de talleres y difusión de información por medio de trípticos sobre la conservación de áreas críticas como mangle y conservación de aves, entrevista a nivel estatal, artículos en revistas y periódico regional para orientar sus actividades de manera sustentable.

El puente de 62 mts. de largo sobre el pedraplen que une a la Isla Huivulai se inauguró el día 6 de Abril del año en curso y se creó un sistema de información geográfica actualizada de la zona que se utilizará como base para la creación de nuevos pasos de agua y toma de decisiones respecto a la planeación de uso de suelo y estudios de riesgo ambiental entre otros.

Basureros Interactivos

Teodoro Delgado, Fausto Jasso, Mario Covarrubias, Luisandro de la Cruz, Jesús Mireles

En el presente trabajo se describe la implementación de un prototipo de bote de basura en forma de un personaje de gusto infantil que reforzará la conducta de los niños para depositar la basura en él, pretendiendo de esta manera crear un hábito de limpieza en los menores. Para lo anterior se analizó la problemática de la basura en la ciudad de Monterrey y su área metropolitana y más específicamente de los desechos sólidos urbanos como papel, cartón, botellas, etc. Se describen además conceptos de motivación y cambios de conducta en especial cambios de conducta en menores por medio de reforzamiento positivo para cultivar en ellos una conducta de limpieza y respeto al medio ambiente.

El objetivo del presente proyecto es el desarrollo de un prototipo de basurero con un dispositivo electrónico que detecte el movimiento que se genera al depositar basura y emita una señal. Esta señal se producirá en forma de voz que contendrá un mensaje que reforzará la conducta en los niños para depositar la basura en ese recipiente.

PLANEACION DE TRAYECTORIAS PARA UN VEHICULO AUTONOMO CON EVASION DE OBSTACULOS EN EL SEGUIMIENTO

Elizabeth Guevara Martinez, Luis Fernando Hernandez Camacho
Manuel Arjan Ruiz Arvizu

Descripción del proyecto

En las últimas décadas los robots móviles han ido remplazando a los seres humanos en algunas tareas que se llevan a cabo en lugares donde las personas no pueden estar presentes físicamente debido al peligro que involucran, como puede ser en ambientes radioactivos, en campos minados, en la superficie de otros planetas, etc. En este trabajo se busca implementar un sistema de planeación de trayectorias, que le permita al vehículo moverse de un punto inicial a un punto final sin colisiones. Adicionalmente, el vehículo debe detectar obstáculos que no se encontraban en el ambiente al momento de hacer la planeación, evadirlos y continuar con el seguimiento de la trayectoria.

Metodología

La metodología del presente trabajo consta de los siguientes puntos:

- Definir la problemática, los alcances y limitaciones del trabajo.
- Llevar a cabo la investigación de los resultados presentados por diferentes autores con el fin de obtener datos que puedan servir como base para la elección del método específico más adecuado para resolver el problema que se plantea.
- Implementar el sistema elegido en el vehículo del laboratorio de robótica del Centro de Inteligencia Artificial, ITESM, Campus Monterrey.
- Realizar pruebas con el algoritmo implementado. En esta etapa se realizan pruebas para determinar la eficiencia del sistema y hacer las depuraciones necesarias.
- Reporte escrito. El reporte escrito debe contener los resultados obtenidos a lo largo de la investigación por lo cual se realizará de manera simultánea con las etapas anteriores.

Presentación del resultado

El desarrollo del presente trabajo está basado en los trabajos previos realizados en el laboratorio de robótica del Centro de Inteligencia Artificial para la construcción de un vehículo autónomo [6]. Las aportaciones específicas de este desarrollo son el diseño e implementación de un sistema de planeación de trayectorias y evasión de obstáculos. El ambiente que se utilizó para las pruebas experimentales es el área del Laboratorio de Manufactura.

De acuerdo con los datos obtenidos de la investigación, se definió la planeación de la siguiente forma:

- Selección del punto inicial y final de la trayectoria
- Identificación de los obstáculos en el ambiente.

- Elaboración del espacio de configuración del vehículo.
- Aplicación de un algoritmo para la búsqueda de la trayectoria.
- Mapeo de la trayectoria virtual a la trayectoria en el ambiente real.
- Asignación de la ruta a realizar por el vehículo y seguimiento de la misma.

Se consideró que el vehículo no es capaz de pasar por áreas ocupadas por "obstáculos" en el trayecto de un punto inicial a un punto final. La planeación de trayectorias está basado en el trabajo realizado en [3]. Asimismo se utiliza el algoritmo de Minkowski [5] para la elaboración del espacio de configuración. La integración de toda la etapa de planeación se desarrolla en Java.

Por otro lado, se considera que entre el momento de la planeación y el seguimiento de la trayectoria el ambiente pudo haber cambiado de estado. Con esto se tiene la necesidad de realizar un sistema de evasión de obstáculos durante la navegación. Bajo esta necesidad se está implementado también un sistema de evasión de obstáculos basado en sonares [1]. El procedimiento de detección y evasión consta de las siguientes etapas:

- Detección de obstáculo por medio de sonares.
- Determinar si es posible realizar la evasión dependiendo de la distancia a la que se encuentre el obstáculo y a la velocidad del vehículo, o bien, si éste se detendrá para evitar colisiones.
- Replaneación de la trayectoria.
- Ejecución de ruta incluyendo la evasión.

Conclusiones generales

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos concluir que el vehículo autónomo es capaz de realizar una detección de obstáculos de diferente largo mediante el uso de sonares, así como incorporar puntos en su secuencia de seguimiento para evadir el obstáculo y continuar su trayectoria hacia la posición final. Por otro lado, en la planeación de trayectorias se tienen restricciones para la realización de trayectos muy cercanos debido a las características cinemáticas del vehículo autónomo. Adicionalmente se está trabajando para mejorar la precisión del seguimiento de la trayectoria, lo cual todavía es un área de oportunidad para el desarrollo de futuros trabajos de investigación.

Referencias

- [1] González Herrero, Angel. "*Traducción Fundamentos y práctica del radar*". Ed. Aguilar. 1983.
- [2] Latombe J. C. "*Robot Motion Planning*". Ed. Kluwer Academic Publishers. Boston. 1993.
- [3] Mckerrow Philip John "*Introduccion to Robotics*" Ed. Addison-Wesley. 1993.
- [4] Milliken, William F. "*Race Car Vehicle Dynamics*". Ed. Warrendale, P.A. Society of Automotive Engineers, 1995.
- [5] O' Rourke Joseph "*Computacional Geometry in C*" Ed. Cambridge University Press. 1994.

- [6] Palacios Garza, Gerardo J. “*Control de Dirección de un Vehículo Autónomo*”. Tesis MAT-I ITESM, Campus Monterrey. 2000.

Estimación del coeficiente de transferencia de calor por convección en álabes de turbinas de gas

Alfonso Campos Amezcua, J. Asunción Zárate García

1. Descripción del proyecto

Este trabajo se enfoca a predecir cuantitativamente los coeficientes de transferencia de calor por convección (h) en la superficie de los álabes de turbinas de gas. Este coeficiente es considerado como la mayor incógnita en el diseño de sistemas de enfriamiento de álabes de turbinas de gas, su importancia radica en que de él depende la distribución de temperaturas en el álabe, la cantidad mínima de aire de refrigeración, así como la configuración del sistema de enfriamiento.

2. Metodología

La metodología utilizada se basa principalmente en la aplicación de la dinámica de fluidos computacional, mejor conocida por sus siglas en inglés (*CFD*, *Computational Fluid Dynamics*). Esta técnica permite obtener una solución numérica aproximada a problemas que, debido a su complejidad, sería imposible obtener una solución analítica. Los pasos seguidos para su aplicación fueron:

- a) Analizar el sistema físico a representar y definir el dominio computacional a ser modelado.
- b) Crear la malla computacional con la densidad adecuada de acuerdo a las necesidades del problema.
- c) Establecer las condiciones de frontera apropiadas.
- d) Seleccionar las ecuaciones de gobierno y constitutivas que se utilizarán en el análisis de flujo y transferencia de calor respectivamente.
- e) Seleccionar el modelo de turbulencia adecuado para el flujo principal, y el tratamiento en las zonas cercanas a las superficies de los álabes.
- f) Elegir el algoritmo de solución correspondiente
- g) Evaluar las técnicas computacionales a través de la calibración y la validación de resultados
- h) Considerar la revisión del modelo en función de los resultados obtenidos.

Para resolver las ecuaciones diferenciales y encontrar una solución aproximada, se utilizó el método de volumen finito, el cual se basa en el concepto de volumen de control, y las simulaciones se realizaron utilizando el paquete computacional de CFD STAR CD Ver. 3.1.

3. Presentación del resultado

Los resultados obtenidos de la simulación numérica del flujo y transferencia de calor en un canal de álabes en cascada, incluyen los perfiles de velocidad y, los

campos de presión y temperatura para una condición de operación, así como la distribución del coeficiente de transferencia de calor por convección sobre la superficie de los álabes. Esto datos están representados en las figuras 1 a 4 respectivamente.

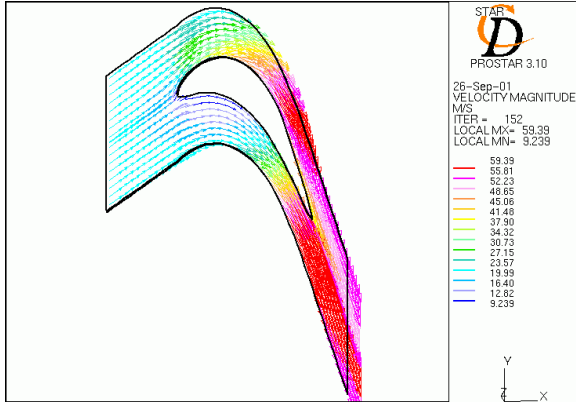


Fig. 1. Perfiles de velocidad

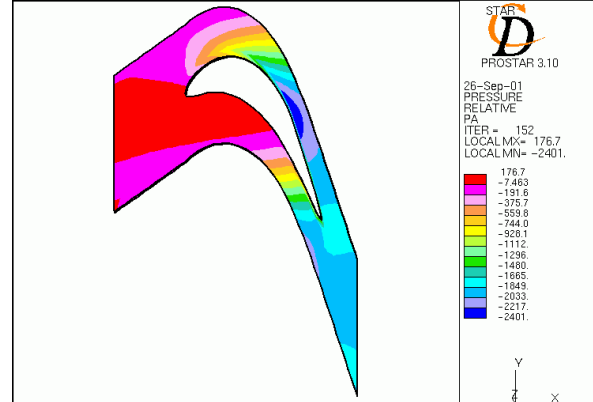


Fig. 2. Contornos de presión

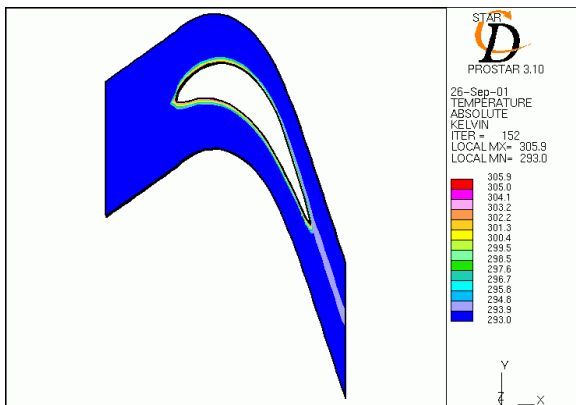


Fig. 3. Contornos de presión

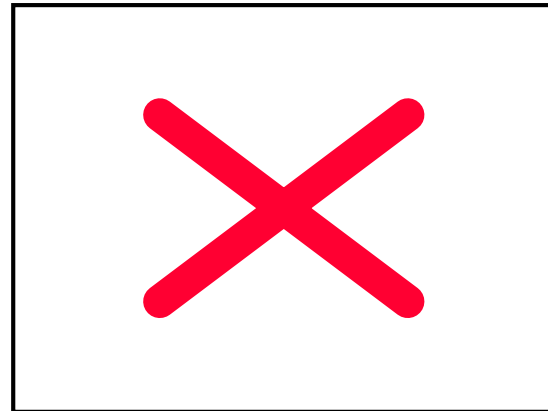


Fig. 4. Distribución del coeficiente de transferencia de calor.

4. Conclusiones generales

- La CFD es una buena herramienta para predecir la distribución del coeficiente de transferencia de calor en álabes de turbinas de gas, teniendo como ventajas una relativa simplicidad a bajos costos, si se considera que es posible realizar variaciones de los parámetros del problema así como de sus condiciones de frontera en un rango bastante amplio, que incluso no se pueden llevar a cabo de forma práctica en forma experimental.
- El coeficiente de transferencia de calor depende fuertemente de la geometría del elemento donde está actuando y de las propiedades termofísicas del fluido, así como la velocidad y el tipo de flujo que se presenta: laminar o turbulento.

- Con este trabajo se genera información para estudios complementarios como son: distribución de temperaturas en el cuerpo del álabe, análisis de fallas, estimación de vida residual, etc.

Implantación de un Sistema de Mantenimiento Total Productivo

Gerardo Mauricio Cienfuegos Molina, Carlos Domínguez González, Marisela Avilán Murillo, Alfredo Guedea González, Jorge Iván Jaloma, Lino Alejandro García Ayala

Descripción general del proyecto

El proyecto fue realizado en la empresa Mavel y CIA. Este consistió en implantar la metodología de TPM (Mantenimiento Total Productivo), en base a un software de mantenimiento que la empresa había comprado. La metodología aplicada se enfocó en la maquina Bolseadora #2, debido a 2 razones:

- 1) El deseo de dejar una maquina modelo, de manera que sirva como base para poder desarrollar el sistema de TPM en el resto de la empresa.
- 2) La ventaja de que al desarrollar esta maquina, y tomando en cuenta que la empresa cuenta con tres bolseadoras similares, los resultados que se obtuvieron de la implantación de la metodología aplican a éstas.

Metodología

Aquí se desarrollo un sistema de certificación para las maquinas, de manera que al cumplir con los requerimientos de esta certificación, se llevaba un control y una metodología especifica para implantar el TPM.

La certificación consistía de los siguientes puntos:

Certificación TPM

Layout de la empresa y área de almacén	Desarrollo del sistema de mantenimiento predictivo
Información de maquina	Análisis de Fallas
Aplicación de Orden y Limpieza en el almacén y la maquina	Requisitos de instalación de la maquinaria
Desarrollo de ordenes de Mantenimiento Preventivo	Lubricación de la maquina
Desarrollo de ordenes de Mantenimiento Correctivo	Sistema de capacitación a operarios
Mantenimiento Basado en el Operador	Catalogo de Partes criticas de la maquina
Efectividad Total del Equipo	

Así mismo, esta informaciones iba capturando directamente al software de mantenimiento, para poder ir cimentando las bases de su aplicación.

Es importante recalcar, que esta certificación fue basada en el modelo de TPM desarrollado por el creador del software de mantenimiento, el Ing. Luis Socconini.

Presentación de Resultados

- 1) Se logro la implantación del sistema de TPM en la maquina bolseadora # 2.
- 2) El software de mantenimiento quedo instalado.

- 3) Se capacito al personal de la empresa para que no solamente se aplique el TPM a las demás maquinas, sino para que se le de seguimiento a estas.
- 4) Se ordeno y limpio el almacén y la oficina de mantenimiento, así como se desarrollo un catalogo de localización marcación de las piezas en el almacén.

Conclusiones generales

Al finalizar este proyecto, se puede concluir que para que se logren ver los beneficios reales en un plan de TPM. se debe dar seguimiento a la metodología que se ha implementado y para esto se requiere de un cambio de actitud y de hábitos en todo el personal involucrado.

INTEGRACION VISUAL DE APLICACIONES EN SISTEMAS DE COMERCIO ELECTRÓNICO DE NEGOCIO A NEGOCIO

Descripción del proyecto.

Hoy en día, para muchas compañías, la realidad de los sistemas de información es una mezcla de viejas y nuevas tecnologías, las cuales pueden ser independientes, es decir, que no comparten información entre algunas de ellas. Actualmente, una necesidad de las empresas es compartir datos y procesos entre los sistemas legados (sistemas existentes construidos de manera aislada) y las aplicaciones actuales sin tener que desarrollar nuevamente esos sistemas legados o bien sin hacer cambios significativos a la estructura de datos o a las aplicaciones (si es que se cuenta con el código fuente), sin embargo, esto puede ser costoso y algunas veces riesgoso. Por lo anterior, surge la necesidad de integrar los sistemas legados y las aplicaciones actuales para poder compartir tanto procesos como recursos de datos de una manera transparente.

Una alternativa para lograr la integración entre aplicaciones es mediante el uso de tecnologías y las técnicas de la Enterprise Application Integration (EAI) que permiten el intercambio de información entre diferentes aplicaciones y procesos de negocios en las organizaciones.

En general, las tecnologías de EAI ofrecen interfaces de programación para la integración de las aplicaciones. Para realizar la integración, los desarrolladores deben efectuar dos actividades:

- Determinar la estructura de la información, sus formatos y fuentes (aplicaciones, bases de datos, etc.)
- Implementar el código que permita extraer y actualizar los datos de las aplicaciones y bases de datos que así lo requieran.

Ambas actividades se efectúan manualmente. Sin embargo, conciliar las diferentes fuentes de datos de manera correcta requiere un trabajo considerable y meticuloso por parte de los desarrolladores. Como consecuencia, durante el proceso se pueden cometer numerosos errores.

Este trabajo proyecto consiste en analizar la posible automatización de las tareas más tediosas asociadas a una integración de aplicaciones, culminando en el desarrollo de una herramienta simple de utilizar. La herramienta computacional sería utilizada de la siguiente manera: el desarrollador indica las fuentes de datos (aplicaciones y bases de datos), la herramienta extrae los metadatos de las fuentes de datos, el desarrollador utiliza un ambiente visual para especificar los datos concretos de su interés para las diferentes consultas y accesos a las fuentes de datos. Por último, la herramienta genera el código necesario para hacer efectiva la integración especificada por el desarrollador.

Las necesidades de integrar aplicaciones se extienden a muchos ámbitos de aplicación. Sin embargo, con el propósito de validar la idea, el presente proyecto se limitó a los requerimientos propios del contexto del comercio electrónico, en su modalidad empresa-empresa. Más concretamente, el trabajo que aquí se describe, se limita a la generación de código para SINCOe que es un Sistema Integrador para Comercio Electrónico, enfocado a las pequeñas y medianas empresas de nuestro país.

Metodología.

Para el desarrollo de este proyecto se procedió como sigue:

- Definición del contexto. Consistió en la definición exhaustiva de las características necesarias para una integración de aplicaciones mediante una herramienta visual.
 - Análisis. Definición de requerimientos y especificación de la arquitectura para un ambiente visual con capacidades de generación de código.
 - Diseño. Especificación detallada de los modelos que definen la arquitectura de la herramienta visual.
-

- Implementación y validación. La implementación fue elaborada en el contexto del comercio electrónico para SINCOe y su validación consistió en verificar que se satisfacen todas sus demandas de información.

Resultados.

- Mediante el análisis realizado, se logró desarrollar una herramienta para la integración visual de aplicaciones.
- Se encontró que una herramienta de integración permite integrar tanto fuentes de datos como aplicaciones (bases de datos y aplicaciones montadas sobre CORBA).
- Otro aspecto es constatar que la integración visual reduce el tiempo y el número de errores en que se incurre en una integración de aplicaciones.
- Un aspecto relevante es que el código generado es más eficiente en tiempo de ejecución que el que se produce a mano en otros esquemas de integración guiados por directivas.

Conclusiones.

- Se validó la idea de integración automática de aplicaciones mediante una herramienta visual con capacidades de generación de código.
 - Si bien la validación del concepto fue en el ámbito de una herramienta específica para eBusiness, no vemos limitantes impidan aplicarla con éxito en otros contextos en los que se requiera la integración.
 - Similarmente, no vemos limitantes por las cuales la idea pueda ser implementada en distintos lenguajes de programación. En nuestro caso utilizamos Java, por ser el lenguaje que se utilizó en la implementación de SINCOe.
-

Modificación de Extractos de Antocianinas Simples y Aciladas para Aplicaciones en la Industria Alimentaria

Covarrubias-Nuño, A.F., Hernández-Brenes, C. y Del Pozo-Insfrán, D.

Descripción del Proyecto :

Este estudio se llevó a cabo con el propósito de incrementar la intensidad de color de dos pigmentos naturales, y de obtener nuevos matices para ser utilizadas en la industria de alimentos y bebidas. En los tratamientos de optimización se utilizaron antocianinas simples comerciales de uva (*Vitis vinifera*) y aciladas de zanahoria morada (*Daucus carota*), las cuales fueron co-pigmentadas con compuestos fenólicos de extracto de hojas de romero (*Rosmarinus officinalis*)

Metodología:

Las antocianinas comerciales y extracto de romero fueron purificados por medio de una extracción en fase sólida de C-18 con la finalidad separar los compuestos fenólicos de otros componentes de la matriz como azúcares y aminoácidos, entre otros. Una vez obtenidos los extractos, se cuantificó la concentración molar de las antocianinas mediante el método del pH diferencial descrito por Wrolstad (1976) y se determinó la relación molar de extracto de romero a utilizar como co-pigmento.

La co-pigmentación se llevó a cabo a temperatura ambiente en buffer de citrato-NaOH pH 3.5 utilizando una relación molar de co-pigmento/ antocianina de 0, 1, 25, 50, 100, 200 y 400. Una vez llevada a cabo la modificación del pigmento se evaluaron los cambios hipercrómicos y batocrómicos utilizando el método espectrofotométrico descrito por Mazza (1990). El porcentaje de antocianinas monoméricas y poliméricas fué determinado por el método descrito por Wrolstad (1976). Los cambios de color aparente fueron determinados mediante colorimetría de triestímulos.

Todos los estudios se realizaron por triplicado y el análisis de datos se llevó a cabo por medio de un análisis de varianza (ANOVA), utilizando la prueba LSD ($p < 0.05$) para la separación de medias. Este análisis se realizó mediante el paquete estadístico JMP[®] (Versión 4.0, SAS Institute Inc.)

Presentación del resultado:

Para el caso de las antocianinas de uva se observaron incrementos de absorbancia de 5,10,14,11 y 27 % para relaciones molares de co-pigmento de 25, 50, 100, 200 y 400 respectivamente. Para las antocianinas de zanahoria morada se observaron incrementos de absorbancias del 1, 3, 7, 5 y 15 % para relaciones molares de 25, 50, 100, 200 y 400, respectivamente.

Los cambios batocrómicos para las antocianinas de uva fueron mayores de 7 nm para la relación molar de 100 mientras que para la zanahoria morada fueron mayores a 8 nm. Dichos cambios espectrales permitieron obtener tonalidades similares a las de los colorantes sintéticos

FD&C rojo # 3 en el caso de la zanahoria morada y FD&C rojo # 40 para las antocianinas de uva. En adición a los cambios en las propiedades espectrales, la copigmentación incrementa la estabilidad del pigmento al procesado térmico.

El porcentaje de antocianinas monoméricas y poliméricas para ambos tipos de pigmentos mostraron la misma tendencia con respecto al incremento en la concentración del copigmento, el porcentaje de antocianinas monoméricas disminuyó inversamente con el contenido de antocianinas poliméricas.

Para los valores de colorimetría de triestímulos la luminosidad de ambos pigmentos mostró una tendencia a disminuir a medida que se incrementó la relación molar de co-pigmento, lo que es indicador del incremento en la intensidad de coloración del pigmento.

Conclusiones:

La co-pigmentación entre las antocianinas simples de uva con extracto de romero mostraron mayores incrementos de absorbancia que las antocianinas aciladas de zanahoria morada, esto puede deberse a la estereoquímica de las moléculas de las antocianinas aciladas que impide el apilamiento de los compuestos fenólicos.

El tinte y la cromaticidad de las soluciones de antocianinas co-pigmentadas están relacionados con la cantidad de extracto de romero agregado lo que lleva a tener una gama de colores rojizos en solución similares a colorantes sintéticos.

El aumento de absorbancia en las antocianinas co-pigmentadas con compuestos fenólicos de extracto de romero incrementa la intensidad de color en la solución lo que hace que estas puedan tener un mejor rendimiento en la industria de alimentos y bebidas.

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.

**Sistema de adquisición de datos basado en JAVA para
el control en-línea del polarímetro transversal del
HERA storage ring**

**Eden Valentín Figueroa Barragán
ITESM Campus Monterrey
Departamento de Física/Laboratorio Complementario de Física
DESY Summer Student Program**

2 de noviembre del 2001

Objetivo

Desarrollar herramientas computacionales basadas en JAVA para el sistema de monitoreo de la adquisición de datos de un polarímetro para un haz de electrones de alta energía.

Introducción

Polarización de un haz de electrones y positrones

La polarización de un haz de electrones brinda un medio efectivo de controlar los efectos del Modelo Estándar en el análisis experimental. Sabiendo esta polarización la relación de varios backgrounds provenientes del Modelo Estándar pueden ser estudiados.

La polarización de un haz es también una herramienta indispensable para la identificación y el estudio de nuevas partículas y sus interacciones. La observación del fenómeno de polarización proporciona nueva información de las propiedades elementales de las partículas y las interacciones.

En TESLA, el futuro colisionador electrón-protón de 500 GeV en DESY, la polarización es posible, entonces, se tiene como objetivo desarrollar un polarímetro para TESLA.

Como una prueba para ese objetivo, ahora está en uso el polarímetro del HERA storage ring, el cual después de las mejoras realizadas puede medir una polarización de hasta 80 por ciento. [1]

Medición de la polarización con el polarímetro transversal de HERA

La polarización se calcula de la asimetría espacial de fotones retro-dispersados. Los fotones iniciales se toman de un láser de 10W. La frecuencia de muestreo va de los 50-100KHz, dependiendo de las corrientes de HERA.

El detector TPOL

El polarímetro transversal consiste doce capas de tungsteno y plástico scintilador, además de dos mitades ópticamente aisladas.

También cuenta con una lectura de fotomultiplicadores y canales electrónicos para la medición de la energía y la posición vertical.

Formato de los datos del sistema de adquisición

Los datos son histogramas guardados en una base que cambia cada minuto, incluyendo todos los datos de monitoreo y calibración.

Los histogramas vienen en dos versiones: elementos que colisionaron y no colisionados, además de histogramas en dos dimensiones energía vs. asimetría que se almacenan para cada elemento de corriente. [2]

Trabajo y resultados

Se dispuso de un proceso de comprensión del medio de programación en JAVA disponible para la física de altas energías como el JAS (JAVA Analysis Studio) y la aplicación FORTE.

Se desarrollaron algunas aplicaciones basadas en las librerías de JAS, usando las variables (por ejemplo Histogram), objetos, métodos y constructores definidos en la aplicación.

Uso de los métodos programados convenientes para acceder los datos de cada evento, en este caso hbook files provenientes de la aplicación PAW++.

Generar gráficas Polarización vs. tiempo usando JAS para la lectura de un archivo fuente hbook.

Una vez entendido el proceso de lectura de datos, el siguiente paso fue desarrollar rutinas computacionales que hicieran uso de datos verdaderos de polarización tomados por el TPOL en agosto de 2000.

Entre las variables que se analizaron se encuentran: Tiempo, Energía del haz de electrones, Energía del haz de protones, Posición del haz de electrones, Tamaño del haz de electrones, Número de elementos de corriente, Polarización por elemento y Ganancia en el fotomultiplicador.

El objetivo fue obtener histogramas que cambiasen con el tiempo, con el fin de simular el comportamiento de datos de salida reales en-línea. Para ello fue necesario desarrollar un proyecto computacional en JAVA.

Conclusiones

Como parte del trabajo realizado en la estancia de verano en Hamburgo, Alemania, se pu-

do participar en un proyecto de un grupo internacional de investigación. Esto demuestra la posibilidad de una vía de apertura para futuros nexos entre instituciones.

También pone de manifiesto la necesidad de apoyo e intercambio entre el ITESM e Instituciones de Investigación Científica de gran renombre como DESY.

Dentro del trabajo como estudiante de verano se pudieron descubrir formas de trabajo diferentes y la forma como un proyecto internacional debe realizarse.

Para el proyecto en particular se apreció el vínculo entre las comunicaciones de alta electrónica con la toma de datos para futuras revisiones. De la misma forma se localizó a los programas en JAVA como una versión confiable para la manipulación de datos provenientes de los sistemas de adquisición.

Bibliografía

[1] *TESLA: Technical design report Part IV*
March 2001 DESY

[2] *Polarisation at HERA: meeting September 21, 2000* DESY

[3] D.P. Barber et al: The HERA polarimeter and the first observation of electron spin polarization at HERA. *Nuclear Instruments and Methods in physics research* October, 1992 DESY

Activación de la polimerización de la caprolactama sobre la superficie de Fibras de Carbono Formadas a partir de Vapor.

Carlos Cárdenas Daw
Resumen ejecutivo

Descripción del proyecto

Los materiales compósitos son aquellos que resultan de la mezcla de dos o más materiales, siendo uno de ellos la matriz y los demás las cargas, presentando una interfase identificable entre ellos. Esto se hace con la finalidad de mejorar el desempeño, ya que las propiedades finales del compósito son resultado de las características de sus componentes.

Las aplicaciones en ingeniería de los polímeros son en lo general en forma de compósitos. A su vez, los refuerzos más comunes son de tipo fibroso, ya que estas presentan propiedades físicas deseables. Entre éstas, se encuentran las Fibras de Carbono Formadas a partir de Vapor, conocidas como VGCF por sus siglas en inglés (Vapor Grown Carbon Fibers). Las VGCF's presentan dimensiones nanométricas. Su diámetro promedio es de 200 nm, y presentan un valor L/D de 40 a 200. Su estructura consiste en varios planos de grafito cilíndricos ordenados de forma concéntrica. Esto les da excelentes propiedades mecánicas, además de conductividad térmica y eléctrica.

Por sus características, las VGCF's son excelentes candidatos para la elaboración de compósitos avanzados de matriz polimérica, útiles principalmente en el desarrollo de naves aéreas, espaciales, y artículos deportivos de alto desempeño. Diversos estudios se han realizado en la elaboración de dichos compósitos, sin embargo los resultados han estado por debajo de lo esperado a partir de las cualidades de la carga. Se cree que los resultados han estado limitados principalmente por dos aspectos:

Dispersión de la carga en la matriz: Tras su fabricación, las fibras se encuentran enredadas, lo cual dificulta su dispersión adecuada.

Interacción entre la carga y la matriz: Este aspecto es sumamente importante ya que determina de transferencia de esfuerzos y por lo tanto el efecto de una carga de refuerzo. La interacción más deseable entre la matriz y la carga es un enlace covalente ya que este presenta la mayor energía de enlace.

El objetivo general de este proyecto es modificar las VGCF tras su proceso de producción, de manera que estas no estén enredadas y además presenten en su superficie cadenas poliméricas unidas por enlaces covalentes. De manera particular, el proyecto se enfoca en la policaprolactama (Nylon 6).

Metodología

En este estudio se utilizaron fibras de carbono VGCF tipo Pyrograph III, producidas por Applied Sciences. Su dispersión se logró al someterlas a un baño de ultrasonido en presencia de una mezcla de ácidos sulfúrico y nítrico 3:1.

Para asegurar la unión covalente de cadenas de Nylon 6 a la superficie de la fibra, se decidió activar la polimerización con la superficie de las fibras. Para ello se trataron fibras previamente dispersadas y purificadas. El tratamiento fue el siguiente: reflujo en SOCl_2 durante 72 hrs. El producto se hizo reaccionar con caprolactama a temperatura de 160°C . Posteriormente se añadió ión caprolactamita, el cual se produjo al reaccionar caprolactama con metóxido de sodio. Finalmente, el monómero no reaccionado fue extraído con cloroformo.

Presentación de resultados

Debido a que la polimerización bajo estas condiciones es solo posible en presencia de monómero N-acilado, las cadenas de polímero en caso de formarse lo harían estando unidas por enlaces covalentes a la superficie de las VGCF tratadas.

Para comprobar la presencia de VGCF, se realizaron pruebas de suspensión. Se observó que el producto es fuertemente hidrofílico, formando suspensiones estables que no sedimentaron en períodos mayores a 20 días. Esto es indicativo de la presencia de Nylon 6 ya que este polímero es hidrofílico y las fibras por si solas no lo son.

Para corroborar la hipótesis, se realizaron análisis termogravimétricos. En éstos se observaron pérdidas de peso de entre 10 y 20% justo en los rangos de temperatura que corresponden a la volatilización de Nylon 6 en las mismas condiciones.

Conclusiones generales

Es posible activar la polimerización de la caprolactama sobre la superficie de VGCF. Esto se logró obteniendo fibras tratadas que presentan hasta un 20% en peso de Nylon 6. Las implicaciones de este trabajo son en el área de materiales compósitos avanzados. Las fibras tratadas, al presentar cadenas de Nylon 6 enlazadas covalentemente a su superficie, serán compatibles y fácilmente dispersables en una matriz de Nylon 6, resultando en un material con propiedades ampliamente mejoradas.

Cabe señalar que a la fecha no ha sido reportado en ningún lugar del mundo el desarrollo de VGCF capaces de formar suspensiones estables en agua.

CHARACTERIZATION, ISOLATION, AND PURIFICATION OF CITRUS LIMONOID AGLYCONES

M. Rodríguez¹, B. Patil², and C. Hernández¹

¹Monterrey Tech, Monterrey Metropolitan Area Campus, Monterrey, N.L., Mexico

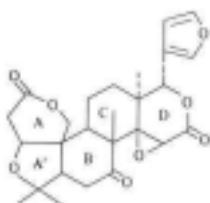
²Texas A&M University Kingsville-Citrus Center, Weslaco, Texas, U.S.A.

INTRODUCTION

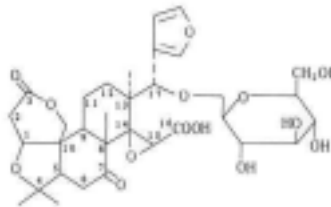
Statistics from the National Cancer Institute show that approximately 8.4 million Americans have a history of cancer. In addition, about 1.2 million new cancer cases will be diagnosed and 553,400 Americans will die of cancer this year, which is more than 1,500 people a day. However, as the American Cancer Society states, "cancer risk can be reduced by an overall dietary pattern that includes a high proportion of plant foods" amongst the most important factors.

Recently, epidemiological studies have shown that certain compounds present in citrus, called limonoids, can prevent several types of cancer (Lam et al., 1994; Miller et al., 1994; Hasegawa et al., 2000), like mouth, throat, lung, stomach, colon, skin, liver, and breast cancers.

The limonoids are a group of chemical substances present in *Meliaceae* and *Rutaceae* plants, which include fruits such as oranges, lemons, limes, or grapefruit. They are highly oxidized triterpenoids that contain a furan moiety substituted at the three position of a D-ring lactone. Limonin (1) was the first compound characterized from this group and is the main substance responsible for the bitter taste in citrus fruit (Hasegawa et al., 2000). In citrus, aglycones and their corresponding glucosides are present; the limonoid glucosides are modified aglycones with a glucose attached to C-17 by a β -glucosidic linkage (Hasegawa et al., 1989; Miller et al., 1994), like limonin 17- β -D-glucopyranoside (2).



Limonin (1)



Limonin 17- β -D-Glucopyranoside (2)

One of the greatest obstacles in determining the exact anticarcinogenic properties of the limonoids is the small quantities of pure compounds available (Miller et al., 1994). Therefore, the purpose of this study was to optimize a procedure that could allow the characterization, isolation, and purification of citrus limonoid aglycones in sufficient quantities that can later be used in bioavailability studies.

MATERIALS AND METHODS

The main steps followed for the purification of limonoid aglycones are based on established procedures (Emerson, 1948; Rouseff and Nagy, 1982; and Hasegawa et al., 2000). For this study, a total of 101 kg of ground, air and convection oven dried orange (*Citrus sinensis*) seeds were used. In the solvent extraction step the ground seed material was passed through three different solvents, (hexane,

acetone, and ethanol) in a giant soxhlet apparatus. The acetone and ethanol extracts recovered from the soxhlet extraction were filtered and rotoevaporated to remove the solvent.

The next step involved separating limonin from the rest of the aglycone mixture present in the acetone extract through fractional crystallization in dichloromethane. Limonin crystals were recovered in 3 batches. After the separation of limonin, the remaining aglycone mixture was passed through a 35-60 Mesh Silica Gel Column with a Bio-Rad Econo Pump at a constant flow rate of 1ml/min; the solutions employed for this separation were mixtures of ethyl acetate and methanol in different concentrations and 50-ml fractions were collected.

These fractions were rotoevaporated in order to concentrate the sample and were sent for NMR analysis at the UT Pan-American University facility (results still not available). The rest of the crystals obtained during this process were analyzed in an analytical HPLC and compared to those of the known standards, Limonin, Nomilin, and Obacunone (Sigma). The column used was a ODS-2 4.6X250 mm Alltech column. The conditions set for the separation were 2000 psi, room temperature, flow rate of 1ml/min with a linear gradient of 10-50% acetonitrile in water with 0.035% phosphoric acid.

RESULTS

Limonin crystals obtained during the purification process were identified and confirmed by available standards. A single, sharp, well defined peak around 45 minutes elution time appeared in all of them, confirming the presence of limonin. Some of the aglycone mixtures showed three peaks that correspond to limonin, nomilin and obacunone, and it is expected that they were isolated during the silica gel column separation step.

To calculate the effectiveness of this separation procedure, the yield of one batch consisting of 10-seed thimbles was calculated. A total of 111.47 g of limonin was obtained from 13,178 g of seed material, which represents an 0.84589% of total dried seed weight. Compared to the results reported by Rouseff and Nagy in 1982, the concentration obtained from this research was 4.731 times higher.

CONCLUSIONS

The aglycone isolation and purification process was successfully optimized to produce higher limonin yields. The compounds purified in this research will be later used in bioassays. Further studies are needed to optimize other aglycones present in citrus in lower concentrations.

REFERENCES

- American Cancer Society. 2001. <http://www.cancer.org>
Emerson, O.H. 1948. *J. Am. Chem. Soc.* 70:545-549
Hasegawa, S; Berhow, M. 2000. *ACS Symposium Series* 758 31-39
Hasegawa, S; Berhow, M; manners, G.D. 2000. *ACS Symposium Series* 758 1-8
Lam, L.K.T.; Zhang, J; Hasegawa, S. 1994. *Food Technol.* Nov.:104-108. Miller, E.G.; Gonzalez-Saders, A.P.; Couvillon, A.M; Binnie, W.H; Hasegawa, S.; Lam, L.K.T. 1994. *Food Technol.* Nov.:110-114. Rouseff, R.L, and A. Nagy. 1982. *Phytochem.* 21:85-90

Ultraestructura Estomática en *Agave tequilana* Weber (Amaryllidaceae)

M.C. Rosa Elia Margarita Hernández Valencia^{1, 2}, Dra. Rosamaría López Franco², Q.B.P., José Ruiz Ordóñez³, Dr. Adalberto Benavides Mendoza¹

1 Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

2 Centro de Biotecnología. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México.

3 Departamento de Histología. Facultad de Medicina . Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León México.

INTRODUCCIÓN

Las hojas de *Agave tequilana* Weber, tienen una gruesa cutícula cerosa y en particular los estomas (estructuras localizadas en la superficie de la hoja) abren durante la noche para asimilar el bióxido de carbono, mientras que durante el día, permanecen cerrados para evitar pérdida de agua por las condiciones ambientales adversas. Los estomas representan una entrada natural para agroquímicos (fertilizantes, reguladores de crecimiento y biocidas) así como patógenos. Recientemente el cultivo del *Agave* utilizado en la elaboración del tequila se ha visto amenazado debido a las enfermedades de esta planta. Ello ha provocado considerables daños parciales o totales, mermando la densidad de individuos por hectárea.

JUSTIFICACIÓN

El conocimiento sobre las funciones fisiológicas y de protección de los revestimientos de la cutícula y del complejo estomático de *Agave tequilana* es relevante para diseñar estrategias de prácticas de cultivo como la internalización eficiente de agroquímicos foliares.

OBJETIVO

Estudiar la morfología de la epidermis foliar y las diferentes estructuras características del complejo estomático, cutícula y células epidérmicas en plantas jóvenes y adultas de *Agave tequilana* Weber.

METODOLOGÍA

La selección del material vegetal se obtuvo en plantaciones de Tequila, Jalisco, México. Se tomaron muestras de hojas localizadas en la parte media de la roseta de *A. tequilana*. Las muestras se fijaron *in situ* en glutaraldehído al 2.5% en amortiguador de fosfatos 0.1M, pH 7.2. El procesamiento se realizó para microscopía óptica (MO) (Olympus-VANOX), microscopía electrónica de transmisión (MET) (Zeiss EM-109), microscopía electrónica de barrido (MEB) (Leo-4000) y análisis de imágenes. Para MO, los cortes semifinos se tiñeron con azul de toluidina. Para los estudios de MET, las muestras se postfijaron con tetraóxido de osmio al 0.5% y se incluyeron en resina Spurr[®], los cortes finos se contrastaron con acetato de uranilo y citrato de plomo. Para MEB, las muestras se deshidrataron en soluciones crecientes de acetona, se desecaron y recubrieron con oro-paladio. Para el secado final se empleó el desecador de punto crítico (Balzers Union CPD-020)

RESULTADOS

Características de la epidermis. En plantas adultas de *A. tequilana*, el revestimiento cuticular es de forma irregular: Presenta protuberancias, grietas o depresiones, además de una capa de cera y cristales de oxalato de calcio. En la epidermis de las plantas jóvenes, se presentan protuberancias del tipo tubérculo (similares a papilas epidérmicas) que en las plantas adultas desaparecen por la acumulación de los depósitos irregulares de cutina.

Células epidérmicas y parenquimáticas. Las células epidérmicas son isodiamétricas en las plantas jóvenes y adultas. Las células del parénquima esponjoso son vacuoladas, es decir tienen una vacuola grande que desplaza al citoplasma hacia la periferia.

Complejo estomático.. El complejo estomático está conformado por células oclusivas; ostíolo; células adjuntas; oquedad entre células adjuntas, por la cámara supraestomática y subestomática. La superficie del complejo estomático se haya cubierto por depósitos considerables de cera y de cristales de oxalato de calcio. En la oquedad entre las células adyacentes tanto la cera cuticular como cristales tipo estiloides bloquean casi por completo el acceso a las células oclusivas. El aparato estomático está distribuido en grupos alineados. La morfología del complejo estomático corresponde al tipo tetracístico (Gentry & Sauck, 1978) que se refiere a la presencia de cuatro células adjuntas a las células oclusivas. Las células oclusivas se encuentran en depresiones formadas por la confluencia de las cuatro células adjuntas.

Cristales. En la superficie de la cutícula de plantas jóvenes y adultas de *A. tequilana* se observan cristales tipo estiloides, rafidios y drusas. Los cristales también están presentes en interior de las células de corcho, epidérmicas y parénquima esponjoso, hasta la región de los haces vasculares.

Conclusiones

A través del análisis de microscopía óptica, electrónica de transmisión y de barrido, se determinó la organización y agrupación de los estomas sobre la hoja. También se determinó el tipo de estoma que posee *A. tequilana* así como la organización y morfología de las células oclusivas, ostíolo, cámara supraestomática y subestomática así como de las células adjuntas. Hasta donde se sabe, este es el primer registro que describe las características ultraestructurales del aparato estomático de *Agave tequilana*, en donde además, se ha logrado conocer la organización de las células adjuntas que conforman a su vez la cámara supraestomática, que está casi por completo cubierta por depósitos considerables de cera y cristales ubicados en la oquedad que comunica a las células oclusivas de *Agave tequilana* Weber

Uso eficiente de la energía en el alumbrado público

Raúl Ceceña Ponce, Agustín Pando Delgado, Salvador Eduardo
Ramírez Brambila, Octavio César Rangel Gil, Luis Rosas Cobos

1. Descripción del proyecto

La electricidad es la transformación de la energía más importante en nuestra sociedad debido a sus numerosas aplicaciones, la mayoría de los dispositivos que utilizamos en nuestra vida cotidiana requieren de energía eléctrica para funcionar, así como las herramientas tecnológicas que nos proporcionan comodidad y servicios. El creciente aumento en la población mundial obliga a las plantas generadoras de energía a mantener el abastecimiento de la misma, para mantener el desarrollo económico, desgraciadamente la mayoría de las plantas utilizadas en la generación de energía son altamente contaminantes, y en su mayoría explotan los recursos naturales de nuestro planeta. La generación de energía eléctrica en grandes escalas está rebasando los límites de nuestro planeta, esa situación nos compromete como profesionistas a no escatimar esfuerzos en la lucha por un mejor futuro sostenible.

La idea de nuestro proyecto surge al observar que por las mañanas el sistema de alumbrado público se mantiene encendido cuando ya existe luz solar, de igual forma sucede por las tardes al encenderse antes que oscurezca, eso se traduce en un desperdicio de energía, una vez analizado ese problema se decidió enfocar nuestro proyecto exclusivamente al área de ahorro de energía en el alumbrado público. Se decidió emprender nuestra investigación en el Municipio de Monterrey, donde se comenzaron a analizar las variables inherentes al problema del ahorro de energía, este análisis nos permitió visualizar el problema desde un enfoque sistémico dando como resultado el cuestionamiento a responder en nuestra investigación: *¿La tecnología utilizada para el ahorro de energía en el sistema de alumbrado público, es la más adecuada en eficiencia, mantenimiento y funcionalidad?*

2. Metodología

- Búsqueda de un área de oportunidad
- Definición del problema
- Enfoque desde el nivel municipio
- Descripción del problema
- Planteamiento de objetivo
 - Evaluación de tecnología existente
 - Estudio en campo
- Aporte de resultados
- Factibilidad
- Presentación de resultados
- Presentación de soluciones alternas
- Conclusiones finales

3. Presentación de resultados

- La tecnología actual es funcional, presenta un ahorro del 24.5%
- Se encontraron áreas de oportunidad en:
 - Mantenimiento
 - Reducción de 0.88hr de consumo de energía a carga completa
 - Control supervisorio
- Elaboración de propuestas alternas con distintos costos

PROYECTO	INVERSIÓN PESOS	AHORRO ANUAL Kilowatt-hora	TIEMPO DE RECUPERACIÓN
Control integral. Radios y monitoreo	\$2,175,110.00	366,195.38	6 años y 6 meses
Control integral. Cableado	\$4,800,530.00	366,195.38	6 años y 3 meses
Fotocelda y Reloj de precisión.	\$1,528,500.00	366,195.38	2 años y 7 meses
Fotocelda	\$867,300.00	366,195.38	1 año y 7 meses

4. Conclusiones

Por medio de una investigación de campo y conceptual, hemos determinado que en el sistema de alumbrado público de la ciudad de Monterrey se cuenta con una herramienta de ahorro de energía, la cual puede ser mejorada obteniendo un beneficio equivalente a 0.88 horas de consumo a plena carga. Este consumo por lámpara puede parecer insignificante, pero si consideramos que en el Municipio de Monterrey existen más de 20 000 luminarias el consumo alcanza un millón de Kilowatt – hora al año. Además evaluamos otras áreas de oportunidad como la optimización y reducción del mantenimiento.

La propuesta tecnológica sugerida en nuestro estudio, así como las propuestas alternas, tienen una base firme en los principios del desarrollo sostenible, se ha cuidado que cada componente a utilizar no cause desperdicio de energía o contaminación. La decisión de aplicar o no algunas de las soluciones queda como opción del Municipio de Monterrey, aunque en caso de que ninguna de ellas cumpla con las expectativas deseadas por parte del gobierno, entonces por lo menos esperamos que el estudio realizado, sirva como una base para fomentar la búsqueda de nuevas y mejores soluciones sostenibles al problema energético.

Las experiencias y el conocimiento adquirido durante la elaboración de este proyecto, han sido un valor agregado importante en la asimilación de los principios del desarrollo sostenible. Nuestro mayor deseo es que la

investigación realizada sirva como base para fomentar una cultura en nuestra sociedad, que forme una conciencia sobre el valor y los límites del planeta que heredamos a nuestros hijos.

ANÁLISIS DE RIESGO POR EXPOSICIÓN A PLOMO PROVENIENTE DE UNA FUENTE INDUSTRIAL

Jerónimo Godínez González, Porfirio Caballero Mata (asesor), Gerardo M. Mejía Velázquez (sinodal) y Enrique Cázares Rivera (sinodal)

El análisis de riesgo ambiental tiene sus orígenes en la preocupación por los efectos que los diferentes contaminantes pueden causar en la salud. Estudios epidemiológicos en comunidades han ligado la concentración de partículas suspendidas totales (PST) en el ambiente con efectos adversos en la salud según el Documento del Criterio de la Calidad del Aire (*Air Quality Criteria Document, AQCD*) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (*Environmental Protection Agency, EPA*) de 1996. Estos estudios son indicativo de la reducción de las funciones pulmonares, del incremento en síntomas respiratorios e ingreso a hospitales y centros de emergencia, así como el incremento en la mortalidad asociada en ambientes con niveles de $PM_{2.5}$ (partículas menores a 2.5 μm) y PM_{10} (partículas menores a 10 μm).

Aunado a las características del medio físico de transporte, las PST pueden llegar a convertirse en contaminantes importantes, ya sea por su naturaleza química, su geometría, su tamaño, o bien porque son capaces de adsorber elementos adicionales y/o xenobióticos que pueden incrementar su efecto tóxico. Tal es el caso del plomo, el cual se encuentra adherido a las partículas de acuerdo a las características de emisión de la fuente industrial bajo estudio. Durante este trabajo se presenta un análisis de riesgo por exposición crónica a plomo asociado a partículas provenientes de una fuente industrial en México de acuerdo a una metodología de estimación de riesgo codificada por la EPA. La empresa en la que se llevará el análisis de riesgo cuenta con un sistema de combustión que representa una fuente potencial de generación de PST, así como de algunos metales pesados que se encuentran asociados a estas partículas. De entre estos metales el plomo destaca por su toxicidad.

Para llevar a cabo este análisis fue preciso desarrollar un modelo conceptual de riesgo para las PST, el cual se supuso es el mismo para el plomo, ya que este contaminante permanece adherido a las partículas. Las rutas de exposición identificadas fueron las de inhalación, ingestión inadvertida de suelo y contacto dérmico. Al hacer un análisis de sensibilidad se determinó que sólo las primeras dos contribuyen principalmente al riesgo global por lo que la ruta por contacto dérmico no fue utilizada. Posteriormente se aplicó un modelo de calidad de aire, el ISCST3, para estimar las concentraciones en aire ambiente de los contaminantes a diferentes distancias a partir del punto de emisión. También se modelaron los flujos de deposición totales de las partículas para, posteriormente, estimar las concentraciones en suelo mediante un modelo de primer orden. En base a estas concentraciones (aire y suelo) se estimaron los niveles de plomo en la sangre de una población infantil utilizando el modelo IEUBK desarrollado por la EPA. Los

resultados de la dispersión, deposición, concentración en suelo y concentración de plomo en sangre fueron desplegados y visualizados en mapas mediante Sistemas de Información Geográfica.

En el caso del plomo, los valores de concentración en aire ambiente no alcanzaron a registrar algún valor de concentración de plomo en sangre. Posteriormente, al alimentar el archivo de concentraciones de plomo en suelo al modelo IEUBK se lograron registrar valores de 0.1 a 0.2 $\mu\text{g Pb/dL}$. En base a estos resultados podemos inferir que la ruta por ingestión de suelo contribuye casi en su totalidad a los niveles de plomo en sangre de la población infantil. Sin embargo, los niveles registrados se mantienen muy por debajo del límite de 10 $\mu\text{g Pb/dL}$ publicado por la *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR) de los Estados Unidos.

Por otra parte, se estima que las contribuciones de la planta a las concentraciones en aire ambiente de PST y plomo son de 0.22 y 0.32% aproximadamente. Para ello, se utilizó un estudio perimetral en donde se presentan estas concentraciones en 12 puntos situados en el interior y sobre la periferia de la planta, así como la modelación computacional de las emisiones de la fuente industrial. En base a los resultados se concluye que la exposición crónica a plomo proveniente de la fuente industrial bajo análisis afecta de forma mínima a la población expuesta a lo largo de su vida.

Se recomienda evaluar la exposición cuantificando biomarcadores químicos con el objeto de certificar la absorción de los contaminantes en la población expuesta. Es recomendable que en caso de requerirse una selección, primero se estudien los niños que habiten o entren en contacto con los puntos de exposición más contaminados.

Estudio de la Etapa Final de los Vehículos Después de su Vida Útil

Presentan:

Maryna Fedrigo
Ma. Eugenia Pérez Duarte
Rosario Rivera Carmona
Julio López Meza
Ernesto Treviño Garza

Asesor del Proyecto:

Dra. Elisa Cobas Flores

1. Descripción del proyecto

La globalización de los mercados mundiales aunados a una seria preocupación por el cuidado del ambiente, han llevado a la industria automotriz a realizar cambios en los componentes con los cuales se construyen los automóviles y a pensar además en el ciclo de vida que tienen los autos al llegar al final de su vida útil.

Al parecer, en nuestro país este tipo de preocupaciones todavía no ha cobrado auge, y se desconoce cuál es el ciclo de vida de los autos fuera de uso, el tiempo de vida útil que tienen, si existen empresas que se dediquen al reciclado de materiales de automóvil en nuestro país, la cantidad de dichas partes que se encuentran en el mercado negro, si existen regulaciones para el manejo de la chatarra, el porcentaje de partes que son reciclables cuando los autos se encuentran fuera de uso, las ganancias que este tipo de actividad le genera a los propietarios de estas empresas o incluso, el lugar en el que terminan los automóviles al final de su vida.

Por esta razón, se ha decidido realizar una investigación no sólo documental sino también de campo al respecto, y elaborar así un modelo que permita definir el rumbo de la industria automotriz nacional en los próximos años en base a los actores que intervienen en el ciclo de vida de los automóviles, el grado de desarrollo que se tendrá en el futuro, los posibles cambios a las legislaciones, los factores del mercado y las políticas de recaudación de ingresos, de tal forma que se pueda contar con resultados aproximados a la realidad que nos permitan hacer las recomendaciones pertinentes para los próximos 30 años.

2. Metodología

Basados en el estudio realizado por Cobas-Flores et. al (1998) respecto al Vehicle End of Life en EU, se realizó una investigación de campo en aquellas entidades

que ya habían sido identificadas en ese país, y se completó con aquellas descubiertas en México y que participaban en el ciclo de vida. Con base en ello y a fuentes primarias respecto de corralones, robos de vehículos, vehículos abandonados, mercado negro, etc. se procedió a elaborar el ciclo de vida de los vehículos en México cuando llegan al final de su vida útil. Posteriormente, se empleó la metodología propuesta por la Modelación Dinámica de Sistemas para generar un modelo causa-efecto de Forrester y un diagrama de bloques con sus respectivas ecuaciones, de tal forma que a través de una simulación en el software Ithink se pudieran plantear tres escenarios del problema (el real, uno optimista y uno pesimista) para los próximos 30 años.

3. Presentación del resultado

El resultado se presentará a través de gráficas y explicaciones con la interpretación de los escenarios antes mencionados y en los cuales se especifican los cambios que tendrán el resto de las entidades cuando se efectúe una modificación en un punto clave del sistema modelado. Además, se presentarán las recomendaciones pertinentes que permitan mejorar la situación del problema en el futuro.

4. Conclusiones generales

Una vez realizado el estudio se pudo observar que México se encuentra muy atrasado con respecto a EU o Europa en lo que se refiere a la disposición de los vehículos al final de su vida útil, y no solamente a nivel de legislaciones como las de reciclado o uso de suelo, sino también de cultura popular, de visión de negocio y de tecnología que apoyen a la disminución del problema ambiental y mejoren la calidad de vida de las personas, favoreciendo con ello el desarrollo sustentable del país.

Referencias:

Cobas-Flores, Elisa; Bustani, Alberto; Mackay, Patrick W.; Ramírez Berenice; Yester, Susan G., Sullivan, John L., Williams, Ronald L. (1998). An Analysis of the Vehicle End-of-Life in the United States. Society of Automotive Engineers. pp 1 – 8.

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE PIGMENTOS NATURALES ESTABILIZADOS

Del Pozo-Insfran D., Hernández-Brenes C., Cantú H., Covarrubias A.F.

Descripción del Proyecto

Según la WHO y la FAO las enfermedades debidas a alimentos contaminados son “los problemas de salud más ampliamente esparcidos en el mundo contemporáneo” (FAO/WHO, 1984). Entre los años 1993 y 1997 un total de 2,751 brotes de enfermedades relacionadas con los alimentos fueron reportados en E.U. y como resultado de los mismos, 86,058 personas enfermaron, donde el mayor porcentaje de estas enfermedades fueron causadas por bacterias patógenas. Un comportamiento similar se observa en los países de Latinoamérica y el Caribe en los que se estima que anualmente, entre un 5 y un 10 % de la población padece enfermedades relacionadas con los alimentos cuyos efectos en la salud son gastroenteritis, diarrea, enfermedades no intestinales y enfermedades crónicas (FAO, 2001). Actualmente el mercado alimentario está enfocando sus expectativas en el descubrimiento de productos naturales, como las antocianinas y flavonoides, con propiedades antimicrobianas que paralelamente presenten la ventaja de aportar un valor nutricional y nutracéutico al producto. El objetivo específico de esta investigación fue el analizar las propiedades antimicrobianas de las antocianinas provenientes de la zanahoria morada (*Daucus carota*) y del pericarpio de la uva (*Vitis vinifera*), y de los flavonoides provenientes del romero (*Rosmarinus officinalis* L.), y de la salvia (*Salvia officinalis*).

Metodología

Se realizó la extracción de cuatro fuentes naturales de fenólicos obtenidos comercialmente por medio de un proceso de extracción exhaustiva de la biomasa. El extracto obtenido se filtró y se purificó por medio de una columna cromatográfica de microextracción en fase sólida. El extracto eluido resultante se concentró por destilación, recuperándose el extracto puro de compuestos fenólicos. Posteriormente, se realizó la caracterización y cuantificación de los diferentes tipos de compuestos fenólicos presentes en las fuentes de flavonoides utilizando el método de Glories descrito por Mazza (1990). La concentración de fenólicos totales en ambos extractos se determinó por el método del pH diferencial descrito por Wrolstad (1976). Se utilizaron cepas de *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella thyphimurium* (ATCC 14028) y *Candida albicans* (ATCC 14053). La densidad óptica de los cultivos fue determinada a 625 nm. El crecimiento se detuvo después que se obtuvo una absorbancia de 0.8-1.0, se diluyeron a una absorbancia de 0.1 para ser utilizadas en los estudios. Se realizó un estudio de optimización de los rangos de actividad antimicrobiana por el método de difusión en agar utilizando diferentes concentraciones de extractos fenólicos, utilizando tres unidades experimentales y determinando la zona de inhibición microbiana al término de incubación. La cinética de inhibición de crecimiento para *E. coli* y *S. thyphimurium* se llevó a cabo por medio del método de dilución en agar utilizando extractos de romero y salvia en los rangos de concentraciones optimizadas en el primer estudio.

Presentación del resultado

Los resultados de las pruebas de rangos de inhibición microbiana fueron clasificados en base al tamaño del diámetro de inhibición como: actividad antimicrobiana nula (AN), actividad antimicrobiana reducida (AR), actividad

antimicrobiana moderada (AM) y actividad antimicrobiana fuerte (AF). El extracto de romero presentó AF de 20,000 ppm contra *E. coli* y *C. albicans* y de 15,000 ppm frente a *S. thyphimurium*. En el extracto de salvia la AF se presentó desde 15,000 ppm para *E. coli* y a una concentración menor (7,500 ppm) para *S. thyphimurium*. Este mismo extracto presentó una AM sobre el crecimiento de *C. albicans* a 15,000 ppm. El extracto del pericarpio de uva presentó una AM contra *E. coli* a 100 ppm y una AM contra *S. thyphimurium* desde 200 ppm. Este mismo extracto presentó una AM contra *C. albicans* a 300 ppm. El extracto de zanahoria morada presentó resultados similares a los de uva, una AM contra *E. coli* desde 50 ppm y una AM contra el crecimiento de *S. thyphimurium* desde 100 ppm. La acción del pigmento de zanahoria únicamente presentó una AM contra *C. albicans* a 300 ppm.

Los datos de la cinética de inhibición mostraron que el extracto de romero logra inhibir el crecimiento de *E. coli* en un 87% desde 10,000 ppm, e inhibe su crecimiento casi por completo ($\approx 99\%$) a 20,000 ppm. Este extracto logra inhibir el crecimiento de *S. thyphimurium* en un 87% desde 15,000 ppm, y logra una inhibición máxima de crecimiento del 90% a 20,000 ppm. La acción inhibitoria del extracto de salvia se observó a concentraciones menores de compuestos fenólicos, el crecimiento de *E. coli* se inhibió en un 90% a concentraciones de 10,000 ppm y superiores, inhibiendo casi por completo el crecimiento desde 15,000 ppm. Este logra inhibir el crecimiento de *S. thyphimurium* en un 85% desde 10,000 ppm y logra una inhibición máxima de 93% a 20,000 ppm. Según los resultados obtenidos, la acción antimicrobiana de la salvia por medio de sus compuestos fenólicos (luteolina 7-O- β -glucoronido, luteolina 7-O- β -glucuronosil-glucoronido y apigenina-7-O- β -glucoronido) que difieren a los presentes en el romero, logran tener de alguna manera una mayor efectividad en la inhibición antimicrobiana.

Conclusiones

Los resultados muestran que los extractos de fenólicos estudiados muestran una clara actividad antimicrobiana potencial mayor al 85% para ambos patógenos. Este desarrollo representa una oportunidad para nuevas aplicaciones en alimentos que puedan ayudar a mejorar la salud pública en México por medio de las reducciones en enfermedades gastrointestinales, un área de gran interés para la seguridad interna del país y en muchos casos una barrera significativa para el comercio internacional de los productos nacionales. Además, la introducción de compuestos naturales con propiedades antioxidantes y nutracéuticas en la dieta mexicana también representa una oportunidad para el mejoramiento de la salud pública.

Bibliografía

- Baranac, J., Petranovic, N., Dimitric-Markovic, J. (1996). Spectrophotometric Study of Anthocyan Copigmentation Reactions. *J. of Food Chem.*, 5 (44), pp 1333.
- Beuchat, L. y Golden, D.(1989). Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technology* pp137-138.

- Kabuki, T. Nakajima, H. Arai, M. Ueda, S. Kuwabara, Y. Dosako, S. Characterization of novel antimicrobial compounds from mango (*Mangifera indica* L.) kernel seeds
- FAO Center For food Quality, Safety and Nutrition (2001). Improving the safety and quality of fresh fruit and vegetables: A training manual for trainers. Institute of Food Science and Engineering. University of Arkansas. Arkansas, USA. pp 15- 18, 113-114,
- Wrolstad, R.E. 1976. Color and pigment analysis in fruit products. Bull N° 624. Oregon Agricultural Experiment Station, Corvallis , OR.
- Wrolstad, R. (2000). Characterization and measurement of anthocyanins by UV- visible spectroscopy. Currents protocols in food analytical chemistry Disponible en: <http://www.does.org/masterli/facsample.htm>

Disminución del contenido de Zinc en el Polvo de Colector generado en el Alto Horno para su reutilización como Materia Prima

Ing. Edith Beltrán Valencia, Ph. D. Belzahet Treviño Arjona

Descripción del Proyecto

La presente investigación está basada en el reuso como materia prima del polvo de colector generado en los Altos Hornos, durante el proceso de producción de arrabio en las industrias siderúrgicas. Este polvo contiene altas cantidades de fierro para ser recuperado, logrando con ello, la disminución del confinamiento del mismo y un fuerte ahorro económico en el consumo de materia prima de las minas. El inconveniente de su reutilización radica en que este polvo contiene zinc, en cantidades que exceden el límite establecido por The Iron & Steel Society (ISS) para el buen funcionamiento de los Altos Hornos.

El zinc dentro del Horno se incrusta en las paredes formando una costra en forma de muérganos en el tragante del Alto Horno. Conforme aumenta el tamaño de la costra, disminuye el diámetro del tragante dificultando la salida de los gases desestabilizando las condiciones de temperatura y de descenso de la materia prima en el Alto Horno, además de incrementar el consumo de combustible para que se logre la fusión de la materia prima para producir el arrabio.

Para eliminar el zinc de los polvos se utilizó un proceso de solubilización con ácido nítrico, evaluando diferentes concentraciones para lograr recuperar un polvo de colector con una concentración de zinc muy parecida al de las materias primas.

Metodología

Se reunió la información disponible de la empresa siderúrgica al que pertenecen estos polvos de colector para conocer el problema, así como la caracterización del mismo. Como complemento a la información proporcionada, el mismo polvo se analizó en laboratorios externos para comparar estos resultados con los de la empresa siderúrgica.

Se establecieron valores constantes de parámetros como masa de polvo de colector a tratar, volumen de ácido nítrico, agua de lavado, tiempo del experimento, rango de temperatura y pH.

El siguiente paso fue realizar experimentos con ácido nítrico a diferentes concentraciones para encontrar aquella en la cual se lograra la concentración deseada de zinc y evitar desperdicios del mismo. Para evaluar la concentración de fierro y de ácido nítrico en cada uno de los experimentos se aplicó una marcha analítica y se elaboraron las soluciones correspondientes, mientras que para evaluar la concentración de zinc, se enviaron las muestras a otra empresa para análisis en equipo de difracción en rayos X.

Presentación del resultado

Se obtuvo un polvo de colector con concentración de zinc de 0.04% y fierro 38.38%, características similares en concentración al zinc de las materias primas. La recuperación global del fierro en el proceso es de 88.91 %, y como complemento se elaboró un análisis económico en base a la reutilización del polvo en la Planta de Sinterización de la empresa AHMSA, y su objetivo es sustituir la compra de materia prima externa, específicamente en una empresa de Durango y Monterrey, con resultados no alentadores para su implementación.

Se recomienda en trabajos posteriores implementar un proceso secundario para recuperar el ácido sucio del proceso principal y de esta manera, disminuir el costo de adquisición del mismo.

Además, es importante señalar que esta evaluación económica tomó datos que se manejan dentro de la asociación a la que pertenece la empresa siderúrgica, eliminando otros precios de mercado internacional.

Conclusiones generales

Se logra alcanzar el valor de 0.04 % de zinc en la muestra recuperada, deseable para reciclar el polvo como materia prima, pero se enfatiza que esto es a partir de una muestra con 0.81 % de Zinc inicial. La recuperación del fierro es alcanzada, con un valor de 88.91 %, evitando la compra de materia prima a otras empresas y/o dando mayor tiempo de vida a las minas de la propia empresa.

DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE UNA ESTUFA DESARMABLE Ing. Rodrigo Niz Campogarrido, CDPYME, Campus Guadalajara, ITESM; Ing. Yisell Elisa Aceves Sánchez, Campus Guadalajara, ITESM
Daniela Corona, Alumno, Campus Guadalajara, ITESM; Alexey Alberto Valdivia, Alumno, Campus Guadalajara, ITESM; José Marcial Velásquez, Alumno, Campus Guadalajara, ITESM; Juan Pablo Ruiz, Alumno, Campus Guadalajara, ITESM; Susana Anaya, Alumno, Campus Guadalajara, ITESM; Guillermo González, Alumno, Campus Guadalajara, ITESM; Maria Mater Martínez, Alumno, Campus Guadalajara, ITESM; Yurko A. Oleynick, Alumno, Campus Guadalajara, ITESM;

Definición del proyecto.

Este proyecto tiene como finalidad Ofrecer a los directivos de la empresa DEPSA un nuevo producto (estufa desarmable) que permita satisfacer las necesidades de sus clientes en calidad y precio, al mismo tiempo de permitir reducir los costos de producción, empaque y transporte. El principal beneficio está estrechamente relacionado con el costo de producción y el costo de embarque - exportación del producto. El ofrecer un producto que permita reducir estos costos se verá reflejado en las utilidades de la empresa. Asimismo, se busca la mejora en la calidad del producto y la reducción del costo del mismo.

Para el presente proyecto se utilizó una metodología que consta de 4 fases que se explican a detalle en el presente trabajo:

1. Diseño Conceptual

- Planeación del Proyecto.
- Obtención de la Información del Problema.
- Obtención de las Especificaciones del Problema.

2. Diseño de Configuración

- Bosquejos de Solución del Problema.
- Selección de Componentes.
- Análisis de Configuraciones para Seleccionar la mejor.

3. Diseño de Detalle

- Selección de Materiales.
- Dibujo de Ensamble.

4. Diseño para Manufactura

- Dibujos de las Partes.
- Manual de uso y empaque.
- Costo General.

Resultados del Proyecto

Dibujos de Ingeniería:

El dibujo de partes está compuesto por todas las piezas que conforman el diseño, dimensiones y cotas, especificaciones en troqueles, dobleces y armado de

cada una de las partes de la estufa. Para esta fase, se apoyó del Autocad para desarrollar estas piezas.

Manual de operación

El manual de operación le muestra al usuario el camino que deberá recorrer para poder armar su estufa; así como posibles fallas y solución a las mismas. Así mismo se entrega un manual de empaque le indica al operador las actividades a realizar con la finalidad de incrementar la productividad para guardar los componentes de la estufa en la caja.

Costos de fabricación

El objetivo de realizar un análisis de costos es el mostrar un análisis comparativo del costo de fabricación del diseño actual contra el costo del nuevo diseño. Para la realización de este análisis, se hizo una evaluación comparativa de los componentes de ambos diseños, tomando en cuenta los rubros de materiales, mano de obra, y gastos indirectos de fabricación. Así mismo, para efectos de simplicidad de dicho análisis se optó por dividir el mismo en 5 partes: estufa, gabinete, empaque, accesorios (tornillos, remaches, pijas, etc.) y gastos varios (maquila, maquinado, etc.).

Tomando en cuenta los cinco apartados anteriormente detallados, encontramos que el costo del gabinete desarmable es de \$381.98. A continuación se muestra una tabla comparativa del costo de cada diseño en cada uno de los rubros mencionados.

	Diseño Previo	Diseño Desarmable
Estufa	\$ 84.44	\$ 84.44
Gabinete	\$ 196.45	\$ 112.60
Empaque	\$ 18.41	\$ 50.00
Accesorios	\$ 1.41	\$ 8.33
Gastos varios	\$ 84.54	\$ 51.43
	\$ 385.24	\$ 306.80
Embarque	188 piezas por contenedor	492 piezas por contenedor

Conclusiones Generales

La obtención del diseño de una estufa desarmable que puede significar grandes ahorros, como se ve en el análisis de costos. Además se da el rompimiento de paradigmas en cuanto a la manera de producir estufas por parte de la empresa, y el aprendizaje de nuevas técnicas de diseño para futuras aplicaciones.

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

A

Aca, Joaquín

**Desarrollo de una metodología para determinar la factibilidad de manufactura de nuevos productos
Experiencias en el desarrollo de clusters virtuales industriales y su impacto en la MiPyME mexicana
Explotación de oportunidades de negocios: Experiencias del broker de negocios virtuales**

Acevedo, Joaquín

Síntesis de un proceso ecoeficiente para la remoción del molibdeno en la elaboración de filamentos para lámparas incandescentes

Acevedo, Salvador

Filtro de armónicas en núcleo de hierro para hornos de arco eléctrico

Aceves, Yisell

Desarrollo de una estufa desarmable

Agudelo, María Mercedes

**El carnaval de Barranquilla: Simbolismo y formación cultural en el caribe colombiano.
Siglo XX.**

Aguilar, Ismael

Política urbana regional en México: Algunas reflexiones sobre la agenda pendiente

Aguirre, David

**La historia obstétrica, el tiempo de evolución de disquezia y la disfunción del piso pélvico
Endosonografía anorectal y su correlación con la manometría y defecografía en pacientes con trastornos de la defecación
Incompetencia del esfínter esofágico inferior y dismotilidad esofágica en reflujo gastroesofágico
Reeducación anorectal y terapia de piso pélvico en el paciente geriátrico**

Ahuett-Garza Horacio

The effects of heat released during fill on the deflections of die casting dies

Alarcón, Josué

Verificación de la identidad de las personas utilizando imágenes de la mano

Alberto Mendoza Domínguez

Análisis de sensibilidad de un modelo de calidad del aire para cuantificar el impacto de fuentes de emisión de aerosoles

Alcalá, Adelina Eugenia

**La libertad dominical de Antonio Cornejo
El fortalecimiento de valores en el proceso enseñanza-aprendizaje**

Siguiente

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Alla, Hassane

Analysis of the coupled linear hybrid automata dynamics

Allen, R.

The effects of heat released during fill on the deflections of die casting dies

Alonso, Ana

Programa Tático de Manejo y de Rehabilitación del Sistema de Humedales del Tobari, en los Municipios de Cajeme, Benito Juárez y Etchojoa, Sonora, México

Alvarado, Alejandro

Implementación y evaluación del modelo constructivista ABC2 en materias de ciencias básicas para ingenieros: Caso de química

Alvarado, Martha

**Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo
A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations,
Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple
Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)**

Alvarez, Ada M.

Un algoritmo de búsqueda para un problema de diseño de red capacitada multiproducto

Amador, Daniel

Desarrollo de un proceso prototipo para la recuperación de c-ficocianina de Spirulina máxima

Amigó, Vicente

**Estudio dilatométrico de la precipitación en una aleación Al-Mg-Si-Cu
Pitting corrosion of 6061Al reinforced with nitride particles, p/m processed**

Anaya, Ireye

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

Anaya, Susana

Desarrollo de una estufa desarmable

Angell, C. Austen

Medición de las constantes de difusión del ión Li⁺ para una familia de electrolitos diseñados para el uso de baterías recargables de litio

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Aquino L.

Analysis of feasibility of a water processing plant in a university through the life cycle analysis of treated water by a biological module and development of a software for the decision marking in plants of water processing

Arana, Rosa María

In vivo purging of peripheral blood stem cells (PBSC) obtained by apheresis, using high-dose chemotherapy and G-CSF in chronic myelogenous leukemia patients

Arce , Félix

Ventajas y desventajas de la ooforectomía incidental en pacientes entre 35 y 45 años

Arcos, Ulises

¿Son los simuladores de negocios herramientas robustas para el aprendizaje de la administración de empresas?
□

Arellano, Nuria

Las diferencias en la calidad del aire de "Fin de semana " en Monterrey

Armienta, Gilberto

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Arreola, Carlos

Low-cost improvements in prehospital trauma care in a Latin American city

Arrollo, Pilar

Comparación cliente - proveedor sobre la calidad del servicio logístico en una empresa de autopartes

Assem, Luis Rey

Producción durante un proceso de degradación con peróxido de compósitos de polipropileno reforzados con fibras de carbono formadas por deposición de vapor

Avelar, Sergio

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Avilán, Marisela

Implantación de un Sistema de Mantenimiento Total Productivo

Avilés, Héctor Hugo

Reconocimiento visual de ademanes dinámicos empleando redes bayesianas dinámicas

Ayala, Rafael

The Pragmatics Action Maze

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Aylan, H.

On the time - dependent occupancy and backlog distributions for the GI/G/∞ QUEUE

B

Backer, Guillermo

Nuevo ensayo de laboratorio OVIA® para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

Báez, Jesús A.

Sistema de administración de parámetros energéticos

Barjau, Kristel

Tecnologías de la información y comunicaciones para el trabajo y aprendizaje colaborativo (TIC-TAC)

Beatty, Millard F.

A new phenomenological model for stress-softening in elastomers

Forced vibrations of a body supported by viscohyperelastic shear mountings

Beltrán, Edith

Disminución del contenido de zinc en el Polvo de Colector generado en el Alto Horno para su reutilización como Materia Prima

Benavides, Adalberto

Ultraestructura Estomática en Agave tequilana Weber (Amaryllidaceae)

Benavides, Ernesto

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Berger, Roger L.

Pruebas de intersección-uni3n en problemas de perfiles de disoluci3n

Boehme, Jenny

Sistema de adquisici3n de datos basado en Java para el control en-l3nea del polar3metro transversal del storage ring hera

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Bonilla, Jaime

Balance de materia para la predicción de la presión transitoria observada en un reómetro capilar
Producción durante un proceso de degradación con peróxido de compósitos de polipropileno reforzados con fibras de carbono formadas por deposición de vapor

Borbolla, José R.

Plasmatic endothelin-1 and tissue factor activity as possible prognostic markers in primary pulmonary hypertension
Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis
Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo
In vivo purging of peripheral blood stem cells (PBSC) obtained by apheresis, using high-dose chemotherapy and G-CSF in chronic myelogenous leukemia patients
Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)

Borbolla, José Rafael

A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations
Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

Boylan, James W.

Análisis de sensibilidad de un modelo de calidad del aire para cuantificar el impacto de fuentes de emisión de aerosoles

Brannigan, Robert E.

Comparación de viagra (citrate de sildenafil) versus inyección intracavernosa (IIC) con trimix (papaverina, Fentolamina y PGE1) en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE)
Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

Bremer, Martín H.

Análisis costo-beneficio de la remediación del ex-tiradero de residuos municipales en San Bernabé

Brenner, Jorge

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Briones, José Francisco

Control robusto de temperatura en un intercambiador de calor- líquido

Briones, Rodolfo

Sistema Opto-Electrónico para Reconocimiento de Patrones

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Briot, Maurice

Scene Modelling for 2D and 3D sensory data acquired from natural environments

Bustos, Oscar M.

Nuevo ensayo de laboratorio OVIA® para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

C

Caballero C. A.

Analysis of feasibility of a water processing plant in a university through the life cycle analysis of treated water by a biological module and development of a software for the decision marking in plants of water processing

Caballero, Alberto

Diseño económico del gráfico de control de promedios usando muestreo adaptativo

Caballero, Porfirio

Análisis de riesgo por exposición a plomo proveniente de una fuente industrial

Cabral, René

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Calderón, Juan de Dios

Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Camacho, César

Un enfoque cuantitativo para controlar el desarrollo de proyectos de sistemas de aseguramiento de calidad

Camargo, Francisco

A methodology for modeling interactions in cooperative information systems using coloured petri nets

Campos, Alfonso

Estimación del coeficiente de transferencia de calor por convección en álabes de turbinas de gas

Campos, David

The Pragmatics Action Maze

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Campos, Marcia

Desarrollo evolutivo: Una perspectiva evolutiva sobre el desarrollo para un mundo interconectado

Canales, Susana

Televisión instruccional y competencias para la vida en tres telesecundarias del sur de Nuevo León

Canavati, Fernando

Low-cost improvements in prehospital trauma care in a Latin American city

Candía, Marco A.

Morbimortalidad en Endarterectomía Carotídea un Enfoque hacia el Control de Calidad

Cánovas, Cécica Esther

"La calle es tu casa": Un compromiso asumido

Cantú, Francisco

Aplicación de técnicas de inteligencia artificial en la modelación del conocimiento y monitoreo de un proceso industrial multivariable

Cantú, Hortensia

Determinación de las propiedades antimicrobianas de pigmentos naturales estabilizados

Cantú, Humberto

Diseño económico del gráfico de control de promedios usando muestreo adaptativo

Canudas, Carlos

Modelación y estimación paramétrica para una válvula electrónica de admisión

Cárdenas, Carlos

Activación de la polimerización de la e-caprolactma sobre la superficie de Fibras de Carbono Formadas a partir de Vapor

Producción durante un proceso de degradación con peróxido de compósitos de polipropileno reforzados con fibras de carbono formadas por deposición de vapor

Cárdenas, Leopoldo Eduardo

Método algebraico para determinar el tamaño del lote económico y nivel óptimo de faltantes

Carpio, Juan José

Pitting corrosion of 6061Al reinforced with nitride particles, p/m processed

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Carrillo, Guillermo

Efecto de la concentración de metales pesados y el pH de la solución sobre el crecimiento y la absorción de los metales
□

Carrillo, Miguel Angel

Endosonografía anorrectal y su correlación con la manometría y defecografía en pacientes con trastornos de la defecación
La historia obstétrica, el tiempo de evolución de disquezia y la disfunción del piso pélvico

Carrillo, Olivia

Comparación de segmentos poblacionales del área metropolitana de Monterrey de acuerdo al porcentaje de individuos que no escuchan radio

Carrillo, Teresa

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

Carvajal, Melly

Segmentación del mercado turístico en una región del sur mexicano y el perfil del ecoturista

Casas, María de la Luz

Comunicación, identidades nacionales y redes electrónicas

Castañeda, Adrián

Nuevo ensayo de laboratorio OVIA® para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

Castañeda, Antonio G.

Hacia una teoría de involucración, y los factores más importantes para el alto desempeño en organizaciones mexicanas,
Dinámica del comportamiento del trabajador mexicano, un enfoque inductivo

Castañeda, Laura E.

Comparación de segmentos poblacionales del área metropolitana de Monterrey de acuerdo al porcentaje de individuos que no escuchan radio

Castello, Rodolfo

Visualizing graphical and textual formalism

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Castro, Kathia

Desarrollo evolutivo: Una perspectiva evolutiva sobre el desarrollo para un mundo interconectado

Cázares, Enrique

Análisis de riesgo por exposición a plomo proveniente de una fuente industrial
Metodología para la evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales
Reuso de agua en una empresa manufacturera de alfombras

Ceceña, Ana Isabel

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación
□

Ceceña, Raúl

Uso eficiente de la energía en el alumbrado público

Celis, José

Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Chacón, Susana

Negociaciones diplomáticas: ¿El arte de lo posible?
Soberanía nacional: La comisión de defensa conjunta entre México y E.E.U.U. (1940-1942)

Chávez, Sabino

Enfocamiento de campos ópticos invariantes

Cienfuegos, Gerardo Mauricio

Implantación de un Sistema de Mantenimiento Total Productivo

Cobas-Flores, Elisa

Full vehicle LCAs: A review
Impacto ambiental del ciclo de vida del automóvil usando matrices económicas de insumo-producto

Collados, María T.

Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis
Plasmatic endothelin-1 and tissue factor activity as possible prognostic markers in primary pulmonary hypertension
Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)

Siguiente Anterior

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Constantino, Ma. de los Angeles

Designing and evaluating a collaboration coach: Knowledge and reasoning

Corona, Daniela

Desarrollo de una estufa desarmable

Coronado, Gerónimo

Emissiones Contaminantes a la atmósfera de la combustión del biodiesel: La situación actual del petrodiesel en México

Correa, Adriana Nelly

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas
Valoración económica de servicios ecológicos en un área en el noreste del estado de Tamaulipas, México

Cortés, Leonardo

Balance de materia para la predicción de la presión transitoria observada en un reómetro capilar

Cortez, Lilia Artemisa

PBL methodology implemented in the business administration course: an experience in Sinaloa, Mexico

Cotera, David

Un modelo de regresión lineal múltiple para el reconocimiento de caracteres

Covarrubias, Adán Francisco

Determinación de las propiedades antimicrobianas de pigmentos naturales estabilizados

Covarrubias, Mario

Basureros interactivos

Covarrubias-Nuño, Adán Francisco

Modificación de Extractos de Antocianinas Simples y Aciladas para Aplicaciones en la Industria Alimentaria

Crespo, Eliodoro

Índice de operación cesárea y su impacto en la morbi-mortalidad materno fetal

Crone, Michael R.

Comparación de viagra (citrate de sildenafil) versus inyección intracavernosa (IIC) con trimix (papaverina, Fentolamina y PGE1) en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE)
Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Cruz, Braulio

Discrete transition enabling properties applied to a hybrid automaton model

Cruz, María Esther

Programa Táctico de Manejo y de Rehabilitación del Sistema de Humedales del Tobarí, en los Municipios de Cajeme, Benito Juárez y Etchojoa, Sonora, México

Cruz, Miguel Angel

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Cuello, Carlos A.

Percepción y manejo de la fiebre: diferencias entre madres de familia y enfermeras

Cuenca, Isabel

Aplicación de un modelo matemático para optimizar la selección de envases y la predicción de la vida útil de alimentos deshidratados. Caso "Galletas", Evaluación del benzoato de sodio inmovilizado en películas biodegradables elaboradas a partir de almidón de sorgo

D

Dante, Roberto C.

Analysis of feasibility of a water processing plant in a university through the life cycle analysis of treated water by a biological module and development of a software for the decision marking in plants of water processing
Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Dávila, .A.

Ventajas y desventajas de la ooforectomía incidental en pacientes entre 35 y 45 años

Dávila, Anabella

Expresiones de la cultura gerencial mexicana en el contexto internacional. Un estudio de caso

de Alba, Karim

Un algoritmo de búsqueda para un problema de diseño de red capacitada multiproducto

de Gasperín, Rafael

Implementación y evaluación del modelo constructivista ABC2 en materias de ciencias básicas para ingenieros: Caso de química

[Siguiendo](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

de la Cruz, Luisandro
Basureros interactivos

de la Cruz, Oscar
Low-cost improvements in prehospital trauma care in a Latin American city

de la Cueva, Víctor
Implementación y evaluación del modelo constructivista ABC2 en materias de ciencias básicas para ingenieros: Caso de química
Un modelo de regresión lineal múltiple para el reconocimiento de caracteres

de la Maza, Manuel
Morbimortalidad en Endarterectomía Carotídea un Enfoque hacia el Control de Calidad

de la Torre, Arturo
El modelo de dirección por calidad en las instituciones de asistencia privada

de los Reyes, Jorge
Filtro de armónicas en núcleo de hierro para hornos de arco eléctrico

de Valle, José J.
Síntesis de mecanismos de cuatro barras para N Puntos de precisión con restricciones de espacio empleando el algoritmo de recocido simulado

DeDiego, José
Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo
Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)

Del Pozo-Insfrán, David
Modificación de Extractos de Antocianinas Simples y Aciladas para Aplicaciones en la Industria Alimentaria
Determinación de las propiedades antimicrobianas de pigmentos naturales estabilizados

Delgado, Iliana
John Rawls y la justificación política de los derechos humanos

Delgado, José Luis
Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Delgado, Teodoro

Basureros interactivos

Devy, Michel

Scene Modelling for 2D and 3D sensory data acquired from natural environments

Sensor-based navigation in cluttered environments

Dewar, Dídimo A.

¿Son los simuladores de negocios herramientas robustas para el aprendizaje de la administración de empresas?

Díaz, Pablo

Prolapso de cúpula vaginal y suspensión por laparoscopia utilizando cinta de mersilene de 5 mm: Descripción de técnica quirúrgica y experiencia de tres casos

Díaz, P.

Ventajas y desventajas de la ooforectomía incidental en pacientes entre 35 y 45 años

Díaz, Rocío

Modeling and recognition of human activities

Dieck, Graciano

Prototipo para medición de precisión con RTD basado en el Lazo de Anderson

Domínguez, Carlos

Implantación de un Sistema de Mantenimiento Total Productivo

DuSolier, Wulfrido

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

E

Edgar, Thomas F

Robust feedback linearization and fuzzy control

Elias-Zuñiga, Alex

A new phenomenological model for stress-softening in elastomers

Forced vibrations of a body supported by viscohyerelastical shear mountings

Siguiente Anterior

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Elizondo, Claudia

La certificación ISO 9001 en centros de investigación del ITESM, Campus Monterrey: Implementación y beneficios

Enkerlin, Ernesto C.

Valoración económica de servicios ecológicos en un área en el noreste del estado de Tamaulipas, México
Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Eraña, Irma E.

Correlación sonográfica e histológica en la colecistitis y colecistolitiasis
Niveles sanguíneos de plomo y desarrollo físico y mental de niños mexicanos

Escamilla, Luis L.

Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Esparza, Carlos E.

Determinación de parámetros de simulación para el proceso de fundición de aluminio a baja presión

Espinosa, Enrique

Solving conflicting situations within a distributed B2B decision-making framework based on soccer team strategies

Espinoza, Manuel

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Esteves, Claudia

Robot motion planning for model building under perception constrains

F

Favela, Antonio

Analysis of the coupled linear hybrid automata dynamics
Discrete transition enabling properties applied to a hybrid automaton model
Modelación y estimación paramétrica para una válvula electrónica de admisión

Fedrigó, Maryna

Estudio de la Etapa Final de los Vehículos Después de su Vida Útil

Femat, Alejandro Ricardo

Control robusto de temperatura en un intercambiador de calor- líquido

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Fernández, Francisco Demetrio
La calidad en el Sector Público

Fernández, Alejandro
Un modelo de regresión lineal múltiple para el reconocimiento de caracteres

Fernández, Benito
Robust feedback linearization and fuzzy control

Fernández, Everardo
Enfermedad por reflujo gastroesofágico en niños: Utilidad de las modalidades diagnósticas

Fernández, Jessica
Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

Fernando Ramos
Resolución rápida de problemas lineales duros utilizando recocido simulado y la regla de Dantzig

Ferreira, Ninfa
Televisión instruccional y competencias para la vida en tres telesecundarias del sur de Nuevo León

Figuroa, Eden V.
Sistema de adquisición de datos basado en Java para el control en-línea del polarímetro transversal del storage ring hera

Flaus, Jean-Marie
Analysis of the coupled linear hybrid automata dynamics

Flores, Alejandro J.
Algunos desafíos para el desarrollo de la ciencia económica

Flores, José DeDiego
Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple
A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Flores, Ricardo

Dinámica del comportamiento del trabajador mexicano, un enfoque inductivo
Hacia una teoría de involucración, y los factores más importantes para el alto desempeño en organizaciones mexicanas,
□

Fomperoza, Angel

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple
Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo

Fonseca, Carlos Humberto

Mezclas asfálticas antiderrapantes como solución a las superficies de rodamiento del área metropolitana de Monterrey
Nuevo ensayo de laboratorio OVIA® para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

Frausto, Juan

2LR un algoritmo para resolver instancias del problema de satisfactibilidad
A methodology for modeling interactions in cooperative information systems using coloured petri nets

Fuentes, Mariano

Morbimortalidad en Endarterectomía Carotídea un Enfoque hacia el Control de Calidad

Fuentes, Norma Cecilia

El fortalecimiento de valores en el proceso enseñanza-aprendizaje

G

Gabian D, Sofia

Verificación de la identidad de las personas utilizando imágenes de la mano

Gabriela Corzo

Nuevo ensayo de laboratorio OVIA® para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

Gaitán, José

Análisis estratégico de los agrupamientos industriales de sectores clave del estado de Tabasco (clustes)
Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Galbraith, James K.

Exporting inequality? Recent changes in industrial wage inequality in Canada, Mexico and the United States

Siguiente Anterior

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Galeano, Nathalie

Experiencias en el desarrollo de clusters virtuales industriales y su impacto en la MiPyME mexicana
Explotación de oportunidades de negocios: Experiencias del broker de negocios virtuales

Galicia, Dolores

Tecnologías de la información y comunicaciones para el trabajo y aprendizaje colaborativo (TIC-TAC)

Galindo, Clara

Endosonografía anorectal y su correlación con la manometría y defecografía en pacientes con trastornos de la defecación

Gallegos, Sergio

Desarrollo del programa Mecomp para la enseñanza del método de los elementos finitos
Un elemento cascarón cuadrilateral estable

Garcés, Oscar

Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis

García, Carlos Jesús

El aprendizaje en las organizaciones como re-configuración espacial: Análisis fenomenográfico en juntas de mejora continua - ISO 9000 en una institución pública

García, Carlos

Low-cost improvements in prehospital trauma care in a Latin American city

García, David

El oficio de escribir: Hacia una poética de Augusto Monterroso

García, Edmundo

Expresiones de la cultura gerencial mexicana en el contexto internacional. Un estudio de caso

García, Francisco

Análisis estratégico de los agrupamientos industriales de sectores clave del estado de Tabasco (clustes)

García, Jorge

Sistema Opto-Electrónico para Reconocimiento de Patrones
Metodología para la evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales
Reuso de agua en una empresa manufacturera de alfombras

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

García, Lino Alejandro

Implantación de un Sistema de Mantenimiento Total Productivo

García, Magda

El proceso de asesoría de tesis en la modalidad de educación a distancia a través de la mediatización tecnológica

García, Mario

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Gardea, Jorge L.

Efecto de la concentración de metales pesados y el pH de la solución sobre el crecimiento y la absorción de los metales
□

Garrigoux, Christian

Obtención de la imagen de una distribución de probabilidad mediante un mapeo aleatorio inverso

Garza Cantú, Vidal

Desigualdad, crecimiento económico y regímenes latinoamericanos 1970-1995
Exporting inequality? Recent changes in industrial wage inequality in Canada, Mexico and the United States

Gaytán, Juan

Comparación cliente - proveedor sobre la calidad del servicio logístico en una empresa de autopartes

Giasi, Eduardo

La historia obstétrica, el tiempo de evolución de disquezia y la disfunción del piso pélvico
Endosonografía anorectal y su correlación con la manometría y defecografía en pacientes con trastornos de la defecación
Incompetencia del esfínter esofágico inferior y dismotilidad esofágica en reflujo gastroesofágico
Reeducación anorectal y terapia de piso pélvico en el paciente geriátrico

Godínez, Jerónimo

Análisis de riesgo por exposición a plomo proveniente de una fuente industrial

Gómez, Eduardo

Efecto de la concentración de metales pesados y el pH de la solución sobre el crecimiento y la absorción de los metales
□

Gómez, Irma Adriana

Valoración económica de servicios ecológicos en un área en el noreste del estado de Tamaulipas, México

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Gómez, Ma. Beatriz

Estudio comparativo sobre los resultados obtenidos por alumnos que aprobaron un curso de álgebra vs. los que reprobaron

González, Marco Antonio

El caso paradigmático de las imágenes del enemigo: Las relaciones Estados Unidos-URSS

González, E.

Prolapso de cúpula vaginal y suspensión por laparoscopia utilizando cinta de mersilene de 5 mm: Descripción de técnica quirúrgica y experiencia de tres casos

González, Estrella

Enfermedad por reflujo gastroesofágico en niños: Utilidad de las modalidades diagnósticas

González, Guillermo

Desarrollo de una estufa desarmable

González, José Luis

Un algoritmo de búsqueda para un problema de diseño de red capacitada multiproducto

González, Luis G.

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

González, María Eugenia

Rodolfo Usigli: Un ciudadano de teatro

González, Mauricio

A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis

González, Mónica

La guerra fría y el nuevo orden mundial: Conflictos, seguridad y paz internacional

González, Orlando E.

¿Qué física y cómo ubicarla en el plan del estudio de ingeniero del ITESM?

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

González, Paulina

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

González, Rafael

Prototipo para medición de precisión con RTD basado en el Lazo de Anderson

González, René

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

González-Avante, Mauricio

Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo
Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)

Gordillo, José Luis

Configuración de un vehículo autónomo para la actualización de la topografía del túnel de una mina

Grawe-Wiechers, Enrique

Análisis morfométrico automatizado del ojo contralateral en queratopía bulosa pseudofáquica
Hallazgos morfométricos endoteliales en cirugía de catarata: Estudio comparativo extracapsular vs. Intercapsular

Guedea, Alfredo

Implantación de un Sistema de Mantenimiento Total Productivo

Güereca L. P.

Analysis of feasibility of a water processing plant in a university through the life cycle analysis of treated water by a biological module and development of a software for the decision marking in plants of water processing

Guevara, Elizabeth

Planeación de trayectorias para un vehículo autónomo con evasión de obstáculos en el seguimiento

Gurruchaga, Eloisa

Medición de las actitudes hacia la calidad utilizando un modelo de red neuronal dentro de un sistema de orientación del comportamiento
Uso de la técnica de PBL para la modificación de actitudes y habilidades en los estudiantes del Campus Central de Veracruz: Una alternativa para el cumplimiento de la misión

Gutiérrez, Joaquín

Configuración de un vehículo autónomo para la actualización de la topografía del túnel de una mina

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Gutiérrez, Julio César

Enfocamiento de campos ópticos invariantes

Gutiérrez, Pedro

Incompetencia del esfínter esofágico inferior y dismotilidad esofágica en reflujo gastroesofágico
Endosonografía anorectal y su correlación con la manometría y defecografía en pacientes con trastornos de la defecación
Reeducación anorectal y terapia de piso pélvico en el paciente geriátrico

Guy, Luis

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

H

Haaz, Yohaina

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

Hernández, Rosa Elia Margarita

Ultraestructura Estomática en Agave tequilana Weber (Amaryllidaceae)

Hernández-Brenes, Carmen

Characterization, Isolation, and Purification of Citrus Limonoid Aglycones

Hernández S., Abraham Francisco

Utilidad de la biopsia de médula ósea en enfermedad de Hodgkin

Hernández, Alberto

John Rawls y la justificación política de los derechos humanos

Hernández, Enrique

Efecto de la adición de bentonita en maíz contaminado con ocratoxinas y alimentado a pollos de engorda

Hernández, Luis Fernando

Planeación de trayectorias para un vehículo autónomo con evasión de obstáculos en el seguimiento

Hernández-Brenes, Carmen

Determinación de las propiedades antimicrobianas de pigmentos naturales estabilizados
Modificación de Extractos de Antocianinas Simples y Aciladas para Aplicaciones en la Industria Alimentaria

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Hinojosa, Patricia

Sistema Opto-Electrónico para Reconocimiento de Patrones

Huerta, Juan Enrique

Dominio y negociación en el consumo de televisión entre géneros
Evaluación de un medio institucional: Integratec, revista del Sistema Tec de Monterrey

Hurtado, Georgina □

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Hutchinson, Seth

Sensor-based navigation in cluttered environments

I

Ibarra, Jorge

Evaluación relativa del desempeño de los gobiernos estatales mexicanos
Fiscal coordination and dependence on revenue sharing transfers of state governments in Mexico

Icaza, José

Designing and evaluating a collaboration coach: Knowledge and reasoning

Iga, Gerardo

Prolapso de cúpula vaginal y suspensión por laparoscopia utilizando cinta de mersilene de 5 mm: Descripción de técnica quirúrgica y experiencia de tres casos

J

Jaloma, Jorge Iván

Implantación de un Sistema de Mantenimiento Total Productivo

Jasso, Fausto

Basureros interactivos

Jiménez, Adriana

Moisén: Entre el teatro y la novela

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Jiménez, Guillermo

Integración visual de aplicaciones en sistemas de comercio electrónico de negocio a negocio

Jiménez, Pedro Gutiérrez

La historia obstétrica, el tiempo de evolución de disquizea y la disfunción del piso pélvico

Jiménez, Rosa M.

A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo
Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)

Juan Frausto

Resolución rápida de problemas lineales duros utilizando recocido simulado y la regla de Dantzig

Juárez, Nayeli

Integración visual de aplicaciones en sistemas de comercio electrónico de negocio a negocio

Junco, Ma. De los Angeles

Solving conflicting situations within a distributed B2B decision-making framework based on soccer team strategies

Jurkovich, Gregory J.

Low-cost improvements in prehospital trauma care in a Latin American city

K

Kim, Edward D.

Comparación de viagra (citrato de sildenafil) versus inyección intracavernosa (IIC) con trimix (papaverina, Fentolamina y PGE1) en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE)

Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

L

Lamb, Dolores

Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Laporta, Andre

Simulación numérica de flujo turbulento isotérmico y calentado en un canal anular vertical

Laszlo, Alexander

Desarrollo evolutivo: Una perspectiva evolutiva sobre el desarrollo para un mundo interconectado

Lavariaga, Juan Carlos

Descomposición de consultas en bases de datos múltiples utilizando un enfoque de álgebra de objetos

Leal, Consuelo

Control de la inflamación intraocular e inducción de remisión con azatioprina en pacientes con el síndrome de Vogt-Koyanagi-harada

Limón, Jorge

Identificación automática basada en relevador, un enfoque digital,
On the time - dependent occupancy and backlog distributions for the GI/G/ ∞ QUEUE

Lipshultz, Larry J.

Comparación de viagra (citrate de sildenafil) versus inyección intracavernosa (IIC) con trimix (papaverina, Fentolamina y PGE1) en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE)
Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

Llamas, Armando Rafael

Eficiencia y calidad de energía eléctrica en el motor de inducción
Filtro de armónicas en núcleo de hierro para hornos de arco eléctrico

Lojero-Wheatley, Luis

Low-cost improvements in prehospital trauma care in a Latin American city

López, Adán

La certificación ISO 9001 en centros de investigación del ITESM, Campus Monterrey: Implementación y beneficios

López, Angel Gustavo

El Instituto Electoral del Distrito Federal. Experiencias empíricas en el diseño institucional y el cambio organizacional

López, Irma de la Caridad

Algoritmo para la distribución de cargas en pizarras eléctricas

[Siguiendo](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

López, Isidro

Configuración de un vehículo autónomo para la actualización de la topografía del túnel de una mina

López, Iván

Obtención de la imagen de una distribución de probabilidad mediante un mapeo aleatorio inverso

López, Julio

Estudio de la Etapa Final de los Vehículos Después de su Vida Util

López, Manuel A.

A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations

In vivo purging of peripheral blood stem cells (PBSC) obtained by apheresis, using high-dose chemotherapy and G-CSF in chronic myelogenous leukemia patients

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

López, Romualdo

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

López, Rosamaría

Ultraestructura Estomática en Agave tequilana Weber (Amaryllidaceae)

López, Sandra

Diseño y construcción de un sistema continuo de reciclamiento de ácido clorhídrico para decapado mediante difusión diálisis

López-Hernández, Manuel A.

Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo
Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis

Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)

Loreda, José Angel

Modelación y simulación de un horno de lecho empacado para la sinterización de óxido de magnesio

Loyola, Rodolfo

Conversational structure model: A view of organizational systems

La confianza y la coordinación de acciones

Language as a coordination mechanism in organisational systems

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Lozano, Ernesto

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Lozano, Fabián

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Lozano, Gerardo

Segmentación del mercado turístico en una región del sur mexicano y el perfil del ecoturista

Lwentritt, Benjamin H.

Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

M

Macías, Manuel E.

Procesamiento digital con compensación de error para el cálculo de parámetros eléctricos de sistemas de potencia

Macías, Roberto

Efecto de la adición de bentonita en maíz contaminado con ocratoxinas y alimentado a pollos de engorda

Madaushi, H.

Visualizing graphical and textual formalism

Madrid, Gloria

Análisis morfométrico automatizado del ojo contralateral en queratopía bulosa pseudofáquica

Madrigal, Vicente

Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Mañón, Guillermo

La influencia del modernismo y el posmodernismo en el sentido religioso de la vida

Manrique, Fernando A.

Valoración económica de servicios ecológicos en un área en el noreste del estado de Tamaulipas, México

Siguiente Anterior

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Mariano, Carlos E.

DQL: a new updating strategy for reinforcement learning

Marín, Rafael

Comparación de viagra (citrato de sildenafil) versus inyección intracavernosa (IIC) con trimix (papaverina, Fentolamina y PGE1) en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE)

Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

Mariño, Carlos Alberto

Simulación Numérica del Flujo de Escape de una Turbina de Vapor de Baja Presión

Márquez, Leticia

Hallazgos morfológicos endoteliales en cirugía de catarata: Estudio comparativo extracapsular vs. Intercapsular

Marroquín, Rubén

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Marrufo, César Antonio

Enfermedad por reflujo gastroesofágico en niños: Utilidad de las modalidades diagnósticas

Martínez, Alfredo

Diseño de cinco clases de investigación científica del siglo XX, basadas en el aprendizaje distribuido, para ser realizadas y transmitidas desde la estación espacial internacional

Martínez, Bertha A.

Percepción y manejo de la fiebre: diferencias entre madres de familia y enfermeras

Martínez, Horacio

Síntesis de mecanismos de cuatro barras para N Puntos de precisión con restricciones de espacio empleando el algoritmo de recocido simulado

Martínez, Jerónimo

Caracterización diurna de las emisiones en Monterrey, México

Emisiones Contaminantes a la atmósfera de la combustión del biodiesel: La situación actual del petrodiesel en México
Las diferencias en la calidad del aire de "Fin de semana" en Monterrey

Martínez, María Teresa

Programa de liderazgo financiero en la educación superior

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Martínez, Mario A.

Determinación de parámetros de simulación para el proceso de fundición de aluminio a baja presión
Recuperación del acero refractario HP-40+Nb envejecido

Martínez, Rosa María

Un enfoque cuantitativo para controlar el desarrollo de proyectos de sistemas de aseguramiento de calidad

Mata, Mariela

El fortalecimiento de valores en el proceso enseñanza-aprendizaje

Mater, María

Desarrollo de una estufa desarmable

Mayagoitia, Ricardo

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Mayora, Oscar

Diseño de interfaces multimodales a partir de descripciones genéricas

Medellín, Sergio

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Medina, Claudia

Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo

Medina, María Elena

Percepción y manejo de la fiebre: diferencias entre madres de familia y enfermeras

Mejía, Gerardo M.

Análisis de riesgo por exposición a plomo proveniente de una fuente industrial

Mejía, Ricardo

Desarrollo de una metodología para determinar la factibilidad de manufactura de nuevos productos
Experiencias en el desarrollo de clusters virtuales industriales y su impacto en la MiPyME mexicana
Explotación de oportunidades de negocios: Experiencias del broker de negocios virtuales

Méndez, Daniel Humberto

Estudio comparativo del Dx colposcópico contra la técnica habitual de Papanicolaou

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Mendoza, Yolanda

In vivo purging of peripheral blood stem cells (PBSC) obtained by apheresis, using high-dose chemotherapy and G-CSF in chronic myelogenous leukemia patients

Merino, Glicina

Flujo de contaminantes y un autómeta celular

Mier, Rodolfo

Balance de materia para la predicción de la presión transitoria observada en un reómetro capilar

Milán, Laura

El fortalecimiento de valores en el proceso enseñanza-aprendizaje

Milli, R.

Automatic layout of statecharts

Visualizing graphical and textual formalism

Miranda, José Carlos

Un nuevo indicador del error basado en esfuerzos para problemas elastoestáticos en tres dimensiones

Mirles, Jesús

Basureros interactivos

Mock, Charles N.

Low-cost improvements in prehospital trauma care in a Latin American city

Molina, Arturo

Desarrollo de una metodología para determinar la factibilidad de manufactura de nuevos productos

Experiencias en el desarrollo de clusters virtuales industriales y su impacto en la MiPyME mexicana

Explotación de oportunidades de negocios: Experiencias del broker de negocios virtuales

Tecnología mexicana de CNC para la modernización de la planta productiva de la micro, pequeña y mediana industria metal-mecánica de países en vías de desarrollo

Molina, Juan Oscar

Recuperación del acero refractario HP-40+Nb envejecido

Monreal, Manuel

Evaluación de tiempo en operación de fresado de alta velocidad-modelo mecánico para partes prismáticas

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Montes de Oca, Guadalupe

Micro-empresas o estrategias de sobrevivencia: Manufacturas rurales en una zona del centro de México

Morales, César Fernando

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

Morales, Eduardo F.

DQL: a new updating strategy for reinforcement learning

Resolución rápida de problemas lineales duros utilizando recocido simulado y la regla de Dantzig
A hybrid approach to solve the global localization problem for indoor mobile robots considering sensor's perceptual limitations

Morales, Gerardo

Niveles sanguíneos de plomo y desarrollo físico y mental de niños mexicanos

Morales, Luis A.

Endosonografía anorectal y su correlación con la manometría y defecografía en pacientes con trastornos de la defecación
Reeducación anorectal y terapia de piso pélvico en el paciente geriátrico
La historia obstétrica, el tiempo de evolución de disquezia y la disfunción del piso pélvico,
Incompetencia del esfínter esofágico inferior y dismotilidad esofágica en reflujo gastroesofágico
Enfermedad por reflujo gastroesofágico en niños: Utilidad de las modalidades diagnósticas

Morán, Guillermo

Un elemento cascarón cuadrilateral estable

Muci, Karim Heinz

Un nuevo indicador del error basado en esfuerzos para problemas elastoestáticos en tres dimensiones

Muñoz, Hilarión

Medición de las actitudes hacia la calidad utilizando un modelo de red neuronal dentro de un sistema de orientación del comportamiento

Muñoz, Manuel

Programa Táctico de Manejo y de Rehabilitación del Sistema de Humedales del Tobarí, en los Municipios de Cajeme, Benito Juárez y Etchojoa, Sonora, México

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Murga, Patricio

Aplicación de técnicas de inteligencia artificial en la modelación del conocimiento y monitoreo de un proceso industrial multivariable

Murphy, Moira Ann

Competitive alliances: Emerging sectoral struggles along the Mexico-United States border

Murrieta, Rafael

Robot motion planning for model building under perception constrains

Murrieta-Cid, Rafael

Scene Modelling for 2D and 3D sensory data acquired from natural environments

N

Nájera, Alejandro

A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations

Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis

In vivo purging of peripheral blood stem cells (PBSC) obtained by apheresis, using high-dose chemotherapy and G-CSF in chronic myelogenous leukemia patients

Narváez, Carlos

High order modeling of overdamped continuous processes

Neri, L.

Analysis of feasibility of a water processing plant in a university through the life cycle analysis of treated water by a biological module and development of a software for the decision marking in plants of water processing

Niño, Ventura Enrique

Estudio comparativo del Dx colposcópico contra la técnica habitual de Papanicolaou

Niz, Rodrigo

Desarrollo de una estufa desarmable

Noriega, Julie

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Noriega, Pilar

Análisis costo-beneficio de la remediación del ex-tiradero de residuos municipales en San Bernabé

Nuñez, Lilia

Desarrollo de un proceso prototipo para la recuperación de c-ficocianina de Spirulina máxima

Nurya Hernández Bibriesca

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

O

Ochoa, Oscar

La videocomunicación política en acción

Oleynick, Yurko A.

Desarrollo de una estufa desarmable

Olivo, Juan René

Monitoreo de proporciones muy pequeñas

Orejuela, Francisco J.

Comparación de Viagra (citrate de sildenafil) versus inyección intracavernosa (IIC) con trimix (papaverina, Fentolamina y PGE1) en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE)

Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

Orozco, Rodolfo

Análisis estratégico de los agrupamientos industriales de sectores clave del estado de Tabasco (clustes) Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Ortega, José Enrique

Eficiencia y calidad de energía eléctrica en el motor de inducción

Ortiz, Fernando A.

Sistema de administración de parámetros energéticos

Ortiz, José Luis

Estudio dilatométrico de la precipitación en una aleación Al-Mg-Si-Cu
Pitting corrosion of 6061Al reinforced with nitride particles, p/m processed

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Osorio, Javier

Análisis estratégico de los agrupamientos industriales de sectores clave del estado de Tabasco (clustes)

P

Padilla, Alejandra

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

Padilla, Carlos Enrique

Programa Táctico de Manejo y de Rehabilitación del Sistema de Humedales del Tobarí, en los Municipios de Cajeme, Benito Juárez y Etchojoa, Sonora, México

Palifka, Bonnie

The persistence of corruption: A labor market approach

Palomera, Francisco

Aplicación de técnicas de inteligencia artificial en la modelación del conocimiento y monitoreo de un proceso industrial multivariable

Pando, Agustín

Uso eficiente de la energía en el alumbrado público

Paredes, Adriana

Ventajas y desventajas de la ooforectomía incidental en pacientes entre 35 y 45 años

Parra, Carlos

Scene Modelling for 2D and 3D sensory data acquired from natural environments

Parra, Guillermo Alfonso

Tecnologías de la información y comunicaciones para el trabajo y aprendizaje colaborativo (TIC-TAC)

Parsons, Jasón

Efecto de la concentración de metales pesados y el pH de la solución sobre el crecimiento y la absorción de los metales en alfalfa

Patil, Bhimu

Characterization, Isolation, and Purification of Citrus Limonoid Aglycones

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Pauli, Katja A.

Análisis morfométrico automatizado del ojo contralateral en queratopía bulosa pseudofáquica

Perales, Laura Elena

El teatro de Carlos Solórzano: Entre la crítica y la creación dramática

Peralta, José R.

Efecto de la concentración de metales pesados y el pH de la solución sobre el crecimiento y la absorción de los metales en alfalfa□

Pérez, Analía

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Pérez, Claudia

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Pérez, Ismael

Modelación y estimación paramétrica para una válvula electrónica de admisión

Pérez, Ma. Eugenia

Estudio de la Etapa Final de los Vehículos Después de su Vida Util

Pérez, Mariana

El fortalecimiento de valores en el proceso enseñanza-aprendizaje

Pérez, Rodrigo

Fiscal coordination and dependence on revenue sharing transfers of state governments in Mexico

Pfeiffer, Carlos F.

Robust feedback linearization and fuzzy control

Pheby, Keith C.

Social autoipoiesis: Articulating ethical spaces

Pineda, María José

Televisión instruccional y competencias para la vida en tres telesecundarias del sur de Nuevo León

Piñeyro, Carmen

Factores pronósticos en pacientes con trasplante de cornea de alto riesgo

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Ponce, Fabiola

Un acercamiento a los resultados de la implementación del P.B.L... a un curso de economía para estudiantes de ingeniería del ITESM, Campus Sinaloa: Período: junio-diciembre/00

Probst, Oliver

Producción y caracterización de metil-ésteres para su uso en motores diesel a partir de mezclas de aceites con un contenido variable de aceite de coco

Q

Quezada, Anahí

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

R

Rafael Rivera

Resolución rápida de problemas lineales duros utilizando recocido simulado y la regla de Dantzig

Rahme, María Elena

Propuesta de metodología de selección de implementación de Tecnologías de Información (TIS) para el rediseño educativo en una institución privada de enseñanza del nivel superior, localizada en la ciudad de Córdoba, Veracruz

Ramírez, Ricardo A.

AdCon Tech an advanced control techniques package

Ramírez, Blanca Eugenia

Uso de la técnica de PBL para la modificación de actitudes y habilidades en los estudiantes del Campus Central de Veracruz: Una alternativa para el cumplimiento de la misión

Ramírez, Juan Pablo

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

Ramírez, Luz del Carmen

Determinación de parámetros de simulación para el proceso de fundición de aluminio a baja presión

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Ramírez, Margarita

Correlación sonográfica e histológica en la colecistitis y colestolitiiasis

Ramírez, Miguel de Jesús

Tecnología mexicana de CNC para la modernización de la planta productiva de la micro, pequeña y mediana industria metal-mecánica de países en vías de desarrollo

Ramírez, Ricardo A.

Fault detection and isolation applied to the supervision of adaptive control systems: A state observer - neural network approach

Fault detection and isolation applied to the supervision of adaptive control systems: A neural network based scheme

Ramírez, Salvador Eduardo

Uso eficiente de la energía en el alumbrado público

Ramos, Fernando

A methodology for modeling interactions in cooperative information systems using coloured petri nets
Evolving Turing machines for biosequence recognition and analysis

Solving conflicting situations within a distributed B2B decision-making framework based on soccer team strategies

Ramos, Laura I.

Percepción y manejo de la fiebre: diferencias entre madres de familia y enfermeras

Rangel, Octavio César

Uso eficiente de la energía en el alumbrado público

Rayón, Patricia

Verificación de la identidad de las personas utilizando imágenes de la mano

Regalado, Rodrigo

Tecnologías de la información y comunicaciones para el trabajo y aprendizaje colaborativo (TIC-TAC)

Rendón, Clementina

Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Reyes A, Miguel Angel

Verificación de la identidad de las personas utilizando imágenes de la mano

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Reyes, Luis Fernando

El fortalecimiento de valores en el proceso enseñanza-aprendizaje

Ríos, José Guadalupe

Monitoreo de proporciones muy pequeñas

Rito-Palomares, Marco

Desarrollo de un proceso prototipo para la recuperación de c-ficocianina de Spirulina máxima

Rivera , Rubén

Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Rivera, Rosario

Estudio de la Etapa Final de los Vehículos Después de su Vida Util

Rodolfo Castillo

Automatic layout of statecharts

Rodríguez , Jesús J.

Índice de operación cesárea y su impacto en la morbi-mortalidad materno fetal

Rodríguez, Alejandro

Factores pronósticos en pacientes con trasplante de cornea de alto riesgo

Rodríguez, César

Hallazgos morfométricos endoteliales en cirugía de catarata: Estudio comparativo extracapsular vs. Intercapsular

Rodríguez, Ciro A.

Evaluación de tiempo en operación de fresado de alta velocidad-modelo mecánico para partes prismáticas

Rodríguez, Gerardo Antonio

El proceso de asesoría de tesis en la modalidad de educación a distancia a través de la mediatización tecnológica

Rodríguez, José de Jesús

Comparación entre el control por lógica difusa y por controlador PI con desacoplador de un proceso multivariable

Rodríguez, Luis

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Rodríguez, Maricela

Sistema de inteligencia tecnológica en materiales avanzados y sinterización

Rodríguez, Mireya

Characterization, Isolation, and Purification of Citrus Limonoid Aglycones

Rodríguez, Ramón Martín

Enfocamiento de campos ópticos invariantes

Rodríguez, Raymundo

Pronóstico de matrícula por nivel educativo en el Sistema ITESM

Rodríguez-Dagnino, Ramón

Sistema Opto-Electrónico para Reconocimiento de Patrones

Rojas, Cecilia

Aplicación de un modelo matemático para optimizar la selección de envases y la predicción de la vida útil de alimentos deshidratados. Caso "Galletas"

Evaluación del benzoato de sodio inmovilizado en películas biodegradables elaboradas a partir de almidón de sorgo

Romero, Carlos

Desarrollo evolutivo: Una perspectiva evolutiva sobre el desarrollo para un mundo interconectado

Romero, Leonardo

A hybrid approach to solve the global localization problem for indoor mobile robots considering sensor's perceptual limitations

Romero, Miguel Angel

Modelación y simulación de un horno de lecho empacado para la sinterización de óxido de magnesio

Romero, Ricardo

Control robusto de temperatura en un intercambiador de calor- líquido

Rosas, Luis

Uso eficiente de la energía en el alumbrado público

Roy, Ramendra P.

Simulación numérica de flujo turbulento isotérmico y calentado en un canal anular vertical

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Rubio, Benjamín

Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis

Ruiz, Adrián de Jesús

2LR un algoritmo para resolver instancias del problema de satisfactibilidad

Ruiz, Aimeé Yazmín

Enfermedad por reflujo gastroesofágico en niños: Utilidad de las modalidades diagnósticas

Ruiz, Javier

Certificaciones ISO 9000 y QS 9000 en México

Ruiz, José

Ultraestructura Estomática en Agave tequilana Weber (Amaryllidaceae)

Ruiz, Juan Pablo

Desarrollo de una estufa desarmable

Ruiz, Manuel Arjan

Planeación de trayectorias para un vehículo autónomo con evasión de obstáculos en el seguimiento

Ruiz, Rafael

Comparación entre el control por lógica difusa y por controlador PI con desacoplador de un proceso multivariable

Russell, Armistead G.

Análisis de sensibilidad de un modelo de calidad del aire para cuantificar el impacto de fuentes de emisión de aerosoles

S

Sada, Marcela

El fortalecimiento de valores en el proceso enseñanza-aprendizaje

Salazar, José de Jesús

Pronóstico de matrícula por nivel educativo en el Sistema ITESM

Salinas, Verónica

Transferencia del método de caso en la modalidad presencial de la Universidad de Harvard a un curso en línea en la Universidad Virtual del Tec de Monterrey

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Salsbury, Tom

The Pragmatics Action Maze

Salvador, María Dolores

Pitting corrosion of 6061Al reinforced with nitride particles, p/m processed

Sánchez Ramírez, Pablo Thelman

El conflicto en Chechenia: ¿Es posible una negociación efectiva?

Sánchez, Alicia

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

Sánchez, Eduardo

"La calle es tu casa": Un compromiso asumido

Sánchez, Francisco

High order modeling of overdamped continuous processes

Sánchez, J.F.

Incompetencia del esfínter esofágico inferior y dismotilidad esofágica en reflujo gastroesofágico
La historia obstétrica, el tiempo de evolución de disquezia y la disfunción del piso pélvico

Sánchez, José Luis

Producción y caracterización de metil-esteres para su uso en motores diesel a partir de mezclas de aceites con un contenido variable de aceite de coco

Sánchez, María Teresa

Endosonografía anorectal y su correlación con la manometría y defecografía en pacientes con trastornos de la defecación
Enfermedad por reflujo gastroesofágico en niños: Utilidad de las modalidades diagnósticas
Incompetencia del esfínter esofágico inferior y dismotilidad esofágica en reflujo gastroesofágico
La historia obstétrica, el tiempo de evolución de disquezia y la disfunción del piso pélvico
Reeducación anorectal y terapia de piso pélvico en el paciente geriátrico

Sánchez, Pedro R.

Nuevo ensayo de laboratorio OVIA® para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

Sandoval, Alfredo

Evaluación relativa del desempeño de los gobiernos estatales mexicanos

Siguiente Anterior

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Santos, Jesús

Niveles sanguíneos de plomo y desarrollo físico y mental de niños mexicanos

Schmitt, Stefan

Sistema de adquisición de datos basado en Java para el control en-línea del polarímetro transversal del storage ring hera

Segovia, Enrique

Prolapso de cúpula vaginal y suspensión por laparoscopia utilizando cinta de mersilene de 5 mm: Descripción de técnica quirúrgica y experiencia de tres casos

Segura, Adela

A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations

Segura, Juan

HyperSAT a new generator for 3-SAT instances

Serment, Vinicio A. □

Mezclas asfálticas antiderrapantes como solución a las superficies de rodamiento del área metropolitana de Monterrey

Serna, Sergio

Efecto de la adición de bentonita en maíz contaminado con ocratoxinas y alimentado a pollos de engorda

Serrano, Laura

Transferencia del método de caso en la modalidad presencial de la Universidad de Harvard a un curso en línea en la Universidad Virtual del Tec de Monterrey

Servín, Gabriel

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Sierra, Jorge H.

Pruebas de intersección-unión en problemas de perfiles de disolución

Siller, Alberto

Correlation coefficients between several hematologic parameters and CD34+ cell yield in peripheral blood stem cell (PBSC) harvesting by apheresis

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Silva, Héctor

Producción durante un proceso de degradación con peróxido de compósitos de polipropileno reforzados con fibras de carbono formadas por deposición de vapor

Sola, Carlos

Las enseñanzas del caso Pinochet

Solorza, Omar

Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Soría, Jessica

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Sotres, Lida

Evaluación relativa del desempeño de los gobiernos estatales mexicanos

Spitz, Aaron

Comparación de viagra (citrate de sildenafil) versus inyección intracavernosa (IIC) con trimix (papaverina, Fentolamina y PGE1) en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE)

Predictores de la presencia de especies reactivas de oxígeno en semen (ERO)

Stark, Carolina

Certificaciones ISO 9000 y QS 9000 en México

Sucar, L. Enrique

A hybrid approach to solve the global localization problem for indoor mobile robots considering sensor's perceptual limitations

Modeling and recognition of human activities

Reconocimiento visual de ademanes dinámicos empleando redes bayesianas dinámicas

Sullivan, John

Full vehicle LCAs: A review

Suthers, Daniel D.

Designing and evaluating a collaboration coach: Knowledge and reasoning

Swain, Ricardo

Sensor-based navigation in cluttered environments

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Sysmanski, Juan C.

Nuevo ensayo de laboratorio OVIAâ para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

T

Téllez, Carlos

Uso de la clasificación internacional de patentes para la generación de marcos tecnológicos

Theuss, Thomas

Fractional factorial design of experiments for PEM fuel cell performances improvement: comparison between a commercial fuel cell and a Mexican prototype

Thierry, Ricardo

El modelo de dirección por calidad en las instituciones de asistencia privada

Tiemann, Kirk

Efecto de la concentración de metales pesados y el pH de la solución sobre el crecimiento y la absorción de los metales
□

Tijerina, Ramiro César

Identificación automática basada en relevador, un enfoque digital

Tollis, G.

Automatic layout of statecharts

Torres, Carmen Celina

Análisis estratégico de los agrupamientos industriales de sectores clave del estado de Tabasco (clustes) Chiapas Visión 2020. Proyecto de desarrollo regional para el estado de Chiapas

Torres, José

2LR un algoritmo para resolver instancias del problema de satisfactibilidad
HyperSAT a new generator for 3-SAT instances

Tovar, Benjamin

Robot motion planning for model building under perception constrains

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Tovar, Manuel

Recomendación al modelo educativo ITESM: Armonía

Traslosheros, Jorge Eugenio

Señora de la historia, madre mestiza, reina de México. La coronación de la Virgen de Guadalupe y su actualización como mito fundacional de la patria. 1895.

Treviño, Belzahet

Diseño y construcción de un sistema continuo de reciclamiento de ácido clorhídrico para decapado mediante difusión diálisis □

Disminución del contenido de zinc en el Polvo de Colector generado en el Alto Horno para su reutilización como Materia Prima

Reuso de agua en una empresa manufacturera de alfombras

Síntesis de un proceso ecoeficiente para la remoción del molibdeno en la elaboración de filamentos para lámparas □

Treviño, Carlos

Análisis estratégico de los agrupamientos industriales de sectores clave del estado de Tabasco (clúster)

Treviño, Ernesto

Estudio de la Etapa Final de los Vehículos Después de su Vida Útil

Trueba, Elvira

A simple and inexpensive simple -80°C cryopreservation technique for hematopoietic stem cells, allows less developed centers to perform autologous stem cell transplantations,

Comparación entre cuatro tratamientos para mieloma múltiple

Dexametasona previo a la inducción de remisión en niños con leucemia linfoblástica aguda de novo

In vivo purging of peripheral blood stem cells (PBSC) obtained by apheresis, using high-dose chemotherapy and G-CSF in chronic myelogenous leukemia patients

Use of IL-11 to increase platelet count after autologous stem cell transplant (ASCT)

Trujillo, Tania

Comparación cliente - proveedor sobre la calidad del servicio logístico en una empresa de autopartes

U

Urban, Susan D.

Descomposición de consultas en bases de datos múltiples utilizando un enfoque de álgebra de objetos

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Uscanga, Carlos

Seguridad regional y estrategias de negociación diplomática en el Asia Pacífico: El problema de Corea del Norte

V

Valdez, Jorge E.

Hallazgos morfométricos endoteliales en cirugía de catarata: Estudio comparativo extracapsular vs. intercapsular
Análisis morfométrico automatizado del ojo contralateral en queratopía bulosa pseudofáquica

Valdivia, Alexey Alberto

Desarrollo de una estufa desarmable

Vallejo, Edgar E.

Evolving Turing machines for biosequence recognition and analysis

Valles, Fernando

AdCon Tech an advanced control techniques package

Fault detection and isolation applied to the supervision of adaptive control systems: A state observer - neural network approach

Fault detection and isolation applied to the supervision of adaptive control systems: A neural network based scheme

Valverde, Miguel Angel

Las relaciones México-Estados Unidos durante Zedillo

Varela, André

Effects of US interest rates on capital flows, the real exchange rate and reserves in Mexico

Vargas, Francisco

Síntesis de un proceso ecoeficiente para la remoción del molibdeno en la elaboración de filamentos para lámparas incandescentes

Vazquez, Alejandro

Verificación de la identidad de las personas utilizando imágenes de la mano

Vela, Patricia

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Velasco, Abraham

Recuperación del acero refractario HP-40+Nb envejecido

Velásquez, José Marcial

Desarrollo de una estufa desarmable

Velázquez, Blanca

Plasmatic endothelin-1 and tissue factor activity as possible prognostic markers in primary pulmonary hypertension

Velázquez, Einer

Un modelo de regresión lineal múltiple para el reconocimiento de caracteres

Velázquez, Salvador

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Vergara, Paola

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Videa, Marcelo

Medición de las constantes de difusión del ión Li⁺ para una familia de electrolitos diseñados para el uso de baterías recargables de litio

Viera, Sara

Las expectativas formales e informales del sistema educativo, como predictoras de la satisfacción en el trabajo, de los docentes del estado de Nuevo León

Vilalta y Perdomo, Eliseo L.

El modelo de dirección por calidad en las instituciones de asistencia privada

Villalobos, Rodolfo

Nuevo ensayo de laboratorio OVIA® para envejecer cemento asfáltico y evaluar su durabilidad

Villanueva, Christiane

Proyecto CADS Clínicas Empresariales. Diseño de imagen corporativa y Campaña de Posicionamiento para la Fundación Ser Humano A.C.

Villanueva, Rafael A.

Procesamiento digital con compensación de error para el cálculo de parámetros eléctricos de sistemas de potencia

[Siguinte](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Villarreal, Guadalupe

Televisión instruccional y competencias para la vida en tres telesecundarias del sur de Nuevo León

Villarreal, José Ma.

Ordenamiento ecológico y modelos de manejo sostenible de la Laguna Madre, Tamaulipas

Viramontes, Ricardo

Recuperación del acero refractario HP-40+Nb envejecido

W

Wójcik, Aleksander

Comparación cliente - proveedor sobre la calidad del servicio logístico en una empresa de autopartes

Wortman, M.A.

On the time - dependent occupancy and backlog distributions for the GI/G/ ∞ QUEUE

X

Xu, Wu

Medición de las constantes de difusión del ión Li⁺ para una familia de electrolitos diseñados para el uso de baterías recargables de litio

Y

Yanza, Edgar Alberto

"La calle es tu casa": Un compromiso asumido

Yarto, Alejandra

Evaluación de un medio institucional: Integratec, revista del Sistema Tec de Monterrey

Yeomans, Laura

Reuso de agua en una empresa manufacturera de alfombras

[Siguiete](#) [Anterior](#)

A•B•C•D•E•F•G•H•I•J•K•L•M•N•O•P•Q•R•S•T•U•V•W•X•Y•Z

Z

Zapata, Javier

Implantación de mejoras en Tejidos Modelag, S.A. de C.V.

Zárate, J. Asunción

Estimación del coeficiente de transferencia de calor por convección en álabes de turbinas de gas
Simulación numérica de flujo turbulento isotérmico y calentado en un canal anular vertical
Simulación Numérica del Flujo de Escape de una Turbina de Vapor de Baja Presión

Zepeda, María

Visión de comunidad Cajeme 2020

Anterior

RECTORIA DE LA ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY

LIC. JOSE LUIS ZAMORANO RENDON • jzamoran@campus.mty.itesm.mx

Director de Investigación y Extensión / DECIC

Tels.: (01-81) 8328-44-93, 8328-44-94 y 8358-20-00, ext. 4589

Fax: (01-81) 8328-43-59

DRA. OLIVIA CARRILLO GAMBOA • ocarrill@campus.mty.itesm.mx

Departamento de Matemáticas / DHCS

Tel.: (01-81) 8358-20-00, ext. 4519

DR. ANTONIO FAVELA CONTRERAS • afavela@campus.mty.itesm.mx

Depto. de Mecatrónica y Automatización / DIA

Tel.: (01-81) 8358-20-00, exts. 5475, 5476, 5485 y 5486

DR. ELEAZAR REYES BARRAZA • elreyes@campus.mty.itesm.mx

Depto. de Agronegocios y Producción Agrícola / DATA

Tel.: (01-81) 8358-20-00, ext. 4833

DR. JORGE IBARRA SALAZAR • jaibarra@campus.mty.itesm.mx

Depto. de Economía / DAF

Tels.: (01-81) 8328-41-61, y 8358-20-00, exts. 4305, 4306 y 4307

DRA. ALICIA CACHON COELLO • acachon@campus.mty.itesm.mx

Departamento de Ciencias Médicas Básicas / DCS

Tel.: (01-81) 8348-54-05, ext. 129

Fax.: (01-81) 8333-94-65

Siguiente

DRA. IRMA A. GOMEZ CAVAZOS • igomez@campus.mty.itesm.mx

Directora Académica / EGADE

Tel.: (01-81) 8625-60-10

Fax.: (01-81) 8363-34-77

RECTORIA UNIVERSIDAD VIRTUAL

DR. ANTONIO MILLAN ARELLANO • amillan@campus.ruv.itesm.mx

Director de la Escuela de Graduados en Educación / UV

Tels.: (01-81) 8328-44-25, y 8358-20-00, exts. 6632 y 6633

Fax: (01-81) 8328-40-55

RECTORIA ZONA CENTRO

DR. JOSE ARTURO TAR ORTIZ P. • jortiz@campus.tol.itesm.mx

Depto. de Ciencias Básicas, Campus Toluca

Tel.: (01-7) 279-31-16, y 279-99-90, ext. 2175

Fax: (01-7) 274-11-78

RECTORIA ZONA NORTE

DR. ANTONIO RIOS RAMIREZ • arios@campus.chi.itesm.mx

Director de Escuela de Graduados y Alta Dirección de Empresas (EGADE), Campus Chihuahua

Tel. y Fax: (01-81) 439-50-06

VICERRECTORIA DE ENSEÑANZA MEDIA Y ASUNTOS ESTUDIANTILES

ING. RICARDO OJEDA DE LA CRUZ • rojeda@campus.cegs.itesm.mx

Depto. de Ciencias Naturales / DPGL

Tel.: (01-81) 8155-44-79

RECTORIA ZONA SUR

DR. LUIS ENRIQUE SUCAR • esucar@campus.mor.itesm.mx

Depto. de Computación, Campus Morelos

Tel.: (01-73) 297-169

Fax: (01-73) 297-166

RECTORIA ZONA PACIFICO

DR. TEOFILO A. DIECK ABULARACH • tdieck@campus.gda.itesm.mx

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

SISTEMA TEC DE MONTERREY

DR. FERNANDO J. JAIMES • fjjaimes@itesm.mx

Vicerrector de Innovación, Investigación e Internacionalización del Sistema Tec de Monterrey

Tels.: (01-81) 8359-00-26, 8328-40-87, y 8358-20-00, exts. 5000 y 5001

Fax: (01-81) 8328-41-64

PRESIDENTE DEL COMITE

DR. JAIME BONILLA RIOS • jbonilla@campus.mty.itesm.mx

Dirección de Investigación y Extensión de la Rectoría de la Zona Metropolitana
de Monterrey

Tels.: (01-81) 8328-41-75, y 8358-20-00, ext. 6021

Fax.: (01-81) 8328-41-23

Anterior