

Transferencia



Programas de Graduados e Investigación
ITESM Campus Monterrey

OCTUBRE 1989



INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Transferencia

Año 2. Número 8. Octubre 1989.

TRANSFERENCIA de Programas de Graduados e Investigación es la publicación de la División de Graduados e Investigación del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. Es editada trimestralmente por el Grupo de Comunicación Divisional, CETEC, Torre Sur Nivel V, Teléfono: 58 20 00 extensión 5077.

Ave. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Monterrey, N. L., C. P. 64849

Este número se imprimió en los talleres de PROCESO GRAFICO, S. A. Matamoros Poniente 585. Esta edición consta de 2000 ejemplares .

Su distribución es gratuita tanto en México como en el extranjero. Permisos en Trámite.

Director de la División de Graduados e Investigación

Dr. Fernando J. Jaimes Pastrana

Coordinadora Editorial: Lic. Susan Fortenbaugh

Colaboradores: Lic. Graciela González, Lic. Francisco Becerra,

Lic. Humberto Cantisani, Lic. Patricia Aldape

Lic. Emma Vallejo y Lic. Silvia Segovia

Impresión: Proceso Gráfico, S. A.

Nuestra Portada

El reto de la inteligencia artificial intriga a investigadores de las ciencias computacionales desde hace varias décadas pero es en los últimos años que sus avances cobran fuerza. La creación de un nuevo centro dedicado a explorar y profundizar en la inteligencia artificial, la cantidad de proyectos realizados o en marcha y la organización de un segundo simposium internacional en este campo son manifestaciones claras de la importancia que se da a la inteligencia artificial en el Campus Monterrey. Por este motivo, en este número nuestra portada busca representar el concepto fascinante de la inteligencia artificial.



Fotografía: Juan José Salazar Bauza

Contenido

NOTAS GENERALES

2



II Simposium Internacional de Inteligencia Artificial en octubre
Inicia con éxito educación interactiva por satélite
Primer curso formal por satélite
Cambios organizacionales en la DGI
Nuevos directores de centros de investigación
Nuevo Centro de Inteligencia Artificial
Personal de IBM recibe capacitación en el ITESM
Diplomado en Competitividad Internacional
Distinguidos visitantes japoneses llegan en noviembre
DGI inicia semestre con reunión de bienvenida

EN EL POSGRADO

9



Programa de Computación Científica a dos años de su inicio
Importante proyecto de maestría realizado en el LIM

EN LA INVESTIGACION

11



Centro de Calidad
Acuerdos con Management Forum de España
"Gestión de la calidad en la industria española"
Centro de Competitividad Internacional
Diagnóstico y evaluación: Su importancia y estructura ante la participación en la economía global
Centro de Inteligencia Artificial
Inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural
Centro de Sistemas de Manufactura
Metalsa logra avances en eficiencia implantando "just-in-time"
Se crea laboratorio de desarrollo (biotecnología)
Centro de Optica
Cultivar la "cultura en óptica"
Agricultura
Transferencia de embriones
Química
Domesticación de plantas silvestres para la producción de sustancias

EN BREVE

22



Personal del CETEC en universidades extranjeras
Presentan ponencias en Colombia
Centro de Optica
Participa en simposium de física aplicada
Centro de Calidad
Conferencia sobre calidad en los servicios
Centro de Sistemas de Manufactura
Mesaredonda de CAD/CAM/CAE
Reciben curso sobre generación automática de malla

PROXIMOS EVENTOS

24



Calendario

II Simposium Internacional de Inteligencia Artificial en octubre

El II Simposium Internacional de Inteligencia Artificial se llevará a cabo del 23 al 27 de octubre próximo en el Auditorio Luis Elizondo del ITESM, Campus Monterrey. En esta segunda ocasión, con una asistencia esperada de 500 personas de diversas partes del mundo, se refuerza el carácter internacional del evento del año pasado.

Asimismo, en las ponencias se profundiza en los temas de especialidad que se han seleccionado. De 114 trabajos enviados, se escogieron 45, los cuales se publicarán en las memorias del Simposium. Del total seleccionado, 27 ponencias serán presentadas por sus autores durante el evento. Estas provinieron de Estados Unidos, Canadá, China, Japón, Australia y diferentes países de Europa.

En cuanto a temática, abarcan diez áreas: lenguajes de inteligencia artificial; aplicación de sistemas expertos; evaluación de herramientas para la construcción de sis-

temas expertos; adquisición del conocimiento; representación del conocimiento; aprendizaje; lenguaje natural; redes neurales; planificación, búsqueda e incertidumbre; y razonamiento.

Adicionalmente, se contará con la presencia de los siguientes conferencistas invitados: el Dr. Raj Reddy, presidente de la Asociación Americana de Inteligencia Artificial; el Dr. Saul Amarel de Rutgers University; el Dr. Judea Pearl de la Universidad de California en Los Angeles; y el Dr. Richard Stern de la Universidad de Carnegie-Mellon. Entre los participantes que renuevan su colaboración se encuentran el Dr. Woodrow Bledsoe, de la Universidad de Texas en Austin, así como el Dr. Masaru Tomita de la Universidad Carnegie-Mellon.

Los asistentes al simposium también podrán participar en tutoriales, que se llevarán a cabo el 23 y 24 de octubre en el auditorio de Aulas V. Los cursos serán: "Intro-

ducción a los sistemas basados en el conocimiento", que será impartido por el Dr. Randy Goebel, de la Universidad de Alberta en Canadá; y "Técnicas para la solución de problemas en inteligencia artificial", que será impartido por el Dr. Masaru Tomita. Cada tutorial tendrá un cupo limitado de 120 personas.

En el área de la recepción del Auditorio Luis Elizondo se expondrán diversos equipos computacionales, publicaciones y materiales relacionados con la inteligencia artificial que serán de interés para los asistentes.

La celebración de este II Simposium Internacional de Inteligencia Artificial evidencia la importancia que ha cobrado la investigación y desarrollo en este campo en el Instituto. De hecho, desde agosto de este año, funciona dentro de la División de Graduados e Investigación el nuevo Centro de Inteligencia Artificial dedicado exclusivamente al estudio y difusión de las áreas que componen la disciplina. 

Inicia con éxito educación interactiva por satélite

Por: Lic. José Rafael López Islas

Con más de 500 alumnos inscritos de casi todos los 26 campus del Sistema ITESM, dió inicio este semestre el proyecto Educación Interactiva por Satélite, en su fase de operación normal tras la exitosa experiencia piloto del verano.

Dos cursos de profesional, cinco de maestría y cursos cortos para capacitación de profesores, estos últimos impartidos por el

Centro para la Excelencia Académica, integran la programación que cada semana se ofrece a todo el Sistema ITESM a través del satélite Morelos I de las 16:30 a las 20:30 horas.

Esta nueva actividad educativa, llena de retos técnicos y académicos, conjuga los esfuerzos de especialistas de diversas direcciones y departamentos del ITESM. Después de su primer mes

de funcionamiento, es posible señalar algunos puntos fuertes así como áreas de oportunidad para mejorar.

En la producción trabajan técnicos del Departamento de Comunicación y alumnos de la carrera de Ciencias de la Comunicación, bajo la responsabilidad del Lic. Jorge González. Salvo fallas mínimas y dentro de los estándares de la televisión comercial, la

producción de la señal del Campus Monterrey y su transmisión vía satélite han funcionado muy bien. Provisionalmente la producción se está efectuando en el estudio del Centro de Televisión de la División de Ciencias y Humanidades, en tanto se termina el equipamiento de las aulas transmisoras definitivas.

Otros aspectos técnicos están a cargo de la Dirección de Informática. La transmisión vía satélite, supervisada por los ingenieros Daniel Trujillo y Carmelo Ramírez, presenta cotidianamente un reto técnico y logístico, pues desde el edificio de Aulas V se emite la señal que vía microondas llega a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en donde se hace el



Laboratorio de Televisión de Aulas V

enlace satelital. De lunes a jueves, además, a partir de las 19:00 horas se recibe por microondas la señal proveniente del Campus Estado de México y se sube al satélite, lo cual requiere una coordinación muy precisa.

Parte fundamental del sistema es la interacción que los alumnos remotos tienen con su profesor. Para hacerla posible, la red satelital de voz y datos ha sido considerada como el principal medio de retroalimentación.

Aunque el Sistema de Interacción Remota, desarrollado por el Ing. Juan Courcoul de la Dirección de Informática, ha funcionado a la perfección, no ha sido aún posible establecer permanentemente una conexión con todos los campus receptores durante las transmisiones debido a que todavía faltan elementos técnicos en algunos de ellos que permitan una comunicación confiable y estable. Por esta razón, una buena parte de las señales de respuesta son recibidas por vía telefónica comercial.

La coordinación académica es responsabilidad de la Vicerrectoría Académica del Sistema ITESM, que supervisa el cumplimiento de las normas que fueron especialmente diseñadas para el proyecto, así como la distribución y recopilación de información académica y de materiales de estudio. Tras un gran esfuerzo inicial y dada la magnitud de la tarea, se está aún afinando los procedimientos para la

recopilación rápida y confiable de información académica detallada sobre cada campus.

Para los profesores del proyecto, adaptarse a la transmisión de la clase por televisión no ha sido muy difícil. El hecho de contar con un grupo de alumnos en el estudio reduce la tensión del profesor al hacer que se olvide de la presencia de las cámaras. Sin embargo, los alumnos en el estudio han demostrado un nivel de participación inferior al que ocurre en un salón convencional.

El esfuerzo general de los profesores, no obstante, es mayor del normal. Preparar material para que sea elaborado por el Centro Editorial de la División de Ciencias y Humanidades implica no solamente una calendarización muy rigurosa sino también una idea muy clara de cómo se va a tratar cada tema. Dice el Lic. Alejandro Ibarra, quien imparte el curso de Economía I, que en realidad sus apoyos son como pizarrones que ya no va a tener que llenar en clase, por lo que puede avanzar más rápido en la materia. Por otra parte, dar asesoría fuera de clase se convierte en una tarea monumental, no sólo por la cantidad de los alumnos, que en el caso de Economía I supera a los 400, sino porque se recibe y se contesta a una buena parte de las preguntas a través de la red computacional BITNET o por teléfono.

Con la información recopilada sobre la experiencia de los profesores durante este semestre, podrá elaborarse un manual y un curso para preparar a los futuros profesores del sistema. La elaboración y uso de apoyos, el uso del micrófono, la recepción de preguntas vía computadora y teléfono, la coordinación con los encargados de la producción y el manejo de la interacción tanto local como remota son algunos de los aspectos que deberá cubrir dicho curso.

Debido a que la contratación del uso de tiempo del satélite se hace por bloque semanal, se dispone de cuatro horas tanto en sábado como domingo. Actualmente, el tiempo ha sido usado para apoyar actividades de promoción de los campus y de las actividades estudiantiles y culturales, pero a partir de la segunda quincena de septiembre, se planea iniciar la

transmisión de un bloque completo de programación que, además de los contenidos promocionales, incluirá actividades culturales, deportivas y estudiantiles, así como un programa informativo sobre el campus. En la producción de estos programas participarán los alumnos de televisión de Ciencias de la Comunicación, bajo la responsabilidad del Lic. Jorge González.

El éxito inicial del proyecto lleva ahora a la búsqueda de opciones para su expansión en el futuro próximo. Intercambios académicos nacionales e internacionales, proyectos de extensión y ampliación de los tiempos de transmisión para incorporar contenidos en apoyo a los cursos del Sistema ITESM, especialmente aquellos del área de humanidades, son algunas de las alternativas que se están contemplando.

En tanto, con la orientación y apoyo de los directivos del Sistema ITESM y del Campus Monterrey, el equipo humano involucrado en el proyecto continúa trabajando de manera entusiasta y coordinada a fin de hacer de Educación Interactiva por Satélite uno de los logros académicos más grandes en la historia del Instituto Tecnológico de Monterrey.

Primer curso formal por satélite

Dentro del proyecto de Educación Interactiva por Satélite, el primer curso que se impartió fue el de Sistemas de Programación, de la Maestría en Ciencias Computacionales. Durante 5 semanas de la sesión de verano, compartieron la labor docente el Dr. José Ignacio Icaza, investigador del Centro de Investigación en Informática, y el Dr. Jorge Olvera, Director del Departamento de Ciencias Computacionales.

En esta primera ocasión, participaron 9 alumnos del Campus Monterrey y como oyentes, alumnos de los campus Chihuahua y Laguna. Desde sus respectivos salones especialmente equipados, los alumnos pudieron comunicarse con los profesores mediante teléfono o correo electrónico. En el Laboratorio de Televisión, lugar de la transmisión de las clases, los profesores contaron con el apoyo de un moderador quien recibió y les pasó las preguntas de los salones.



El Dr. José Ignacio Icaza imparte clase

La reacción a esta nueva experiencia tanto de profesores como de alumnos fue positiva. Además, quedó grabado en video el curso lo que permitirá que la labor de los maestros sea extensiva a otros campus y alumnos del Sistema ITESM. ☺

El Lic. José Rafael López Islas es director de la carrera de Ciencias de la Comunicación y coordinador

del proyecto Educación Interactiva por Satélite en el Campus Monterrey. ☺

Cambios organizacionales en la DGI

Respondiendo a la evolución de la División de Graduados e Investigación durante los últimos cuatro años, se consideró conveniente llevar a cabo una reestructuración cuyo objetivo era reflejar con mayor fidelidad actuales y futuras áreas de investigación. Por lo tanto, se creó el Centro de Inteligencia Artificial, bajo la

dirección del Ing. Francisco Cantú, para apoyar una profundización en este campo cada vez más importante.

El área de desarrollo de software, anteriormente compartida por el Centro de Investigación en Informática y el Centro de Desarrollo Industrial, se concentró en un solo centro, el Centro de Inves-

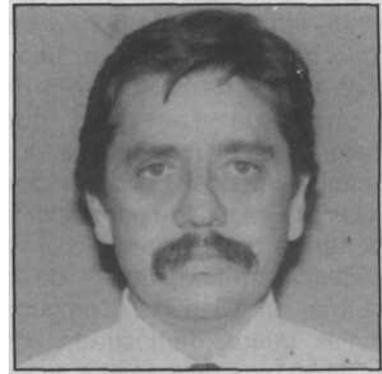
tigación en Informática, bajo la dirección del Ing. Jorge Luis Garza Murillo. Con esta consolidación, desapareció el Centro de Desarrollo Industrial, pasando sus funciones de transferencia de tecnología al Centro de Competitividad Internacional. Fue nombrado director del Centro de Competitividad Internacional el Dr. Héctor Viscencio Brambila. ☺

Nuevos directores de centros de investigación

Dr. Jesús Eugenio García Gardea

El nuevo director del Centro de Sistemas de Manufactura es egresado de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista del ITESM en 1969. Es, además, Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Control y Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Mecánica. Posteriormente, recibió la Maestría en Ciencias con especialidad en Procesos de Manufactura y el Doctorado en Ingeniería con especialidad en Energía Mecánica de la Universidad de Wisconsin en Madison en 1975 y 1978, respectivamente.

Su experiencia profesional abarca los campos de investigación superior en el ITESM y en la Universidad de Wisconsin, de consultoría y asesoría empresarial y de administración en varias empresas de las industrias del vidrio, metal-mecánica y automotriz.



Ing. Francisco Cantú Ortíz

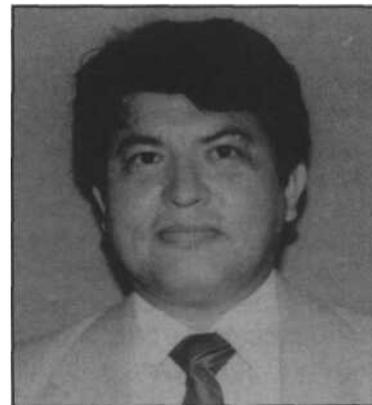
El director del nuevo Centro de Inteligencia Artificial es egresado de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITESM en 1973 y obtuvo la Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Aplicada, de la Universidad de North Dakota State en Fargo en 1978.

El Ingeniero Cantú ha trabajado en el área industrial colaborando con algunas empresas locales y en el área académica, como maestro y miembro de varios comités académicos.



Dr. Héctor Viscencio Brambila

El recién nombrado director del Centro de Competitividad Internacional obtuvo el título de Ingeniero Mecánico Electricista en el Tecnológico Regional de Ciudad Madero, Tamaulipas en 1972. En 1977 terminó la Maestría en



Ing. Jorge Luis Garza Murillo

Se encarga del Centro de Investigación en Informática el Ing. Jorge Luis Garza Murillo quien egresó de la carrera de Ingeniero en Sistemas Computacionales del ITESM en 1975. Actualmente cursa la Maestría en Administración. En el Instituto ha colaborado como maestro en los departamentos de Computación Básica y Sistemas de Información, además de desempeñar cargos en diferentes áreas de informática del campus y como Director del Centro de Desarrollo Industrial.



Administración de Empresas en el ITESM y en 1985, el Doctorado en Economía en la Universidad de Texas A & M. Ha prestado sus servicios en varias universidades como son el Tecnológico de Monterrey, la Universidad de Texas A & M y la Universidad de Florida. 

Nuevo Centro de Inteligencia Artificial

Los motivos de la creación del centro radican en la importancia de la inteligencia artificial, el número de proyectos vigentes en esta área dentro del Centro de Investigación en Informática (CII) y en la consolidación de un grupo de profesores que trabajan en el campo de los sistemas expertos. En la relación con los programas de posgrado, la importancia de la especialidad en inteligencia artificial dentro de la Maestría en Ciencias Computacionales queda demostrada con más de 20 tesis de maestría en los últimos cinco años en esta área. La investigación en esta especialidad será de gran importancia para el doctorado en informática que se iniciará en agosto de 1990.

Entre las líneas de investigación a que se dedica este centro se incluyen representación del co-

nocimiento, adquisición del conocimiento, lenguaje natural, visión computacional, reconocimiento de la voz y redes neurales.

Los objetivos del nuevo centro se relacionan tanto con la academia como la industria y son los siguientes: apoyar a los programas de posgrado mediante la impartición de cursos y la asesoría de tesis de maestría y doctorado, a través de los profesores de planta del centro; respaldar a los proyectos de investigación y desarrollo patrocinados por la industria; y además; generar fondos de beca para asistentes de investigación. También se busca promover programas de educación continua para la capacitación de profesionales en la inteligencia artificial, mediante la realización de seminarios en sistemas expertos y la creación de un Certificado en

Inteligencia Artificial que comenzará el próximo año.

El Centro de Inteligencia Artificial persigue la formación de cuadros técnicos para facilitar la innovación y la investigación en las líneas de investigación mencionadas anteriormente. Un último objetivo que se origina a partir de los anteriores es el de formar un centro de inteligencia artificial con prestigio a nivel internacional mediante la producción de resultados que se publiquen en las principales revistas científicas.

El Centro de Inteligencia Artificial es pionero en su tipo en México y Latinoamérica. De acuerdo al Ing. Francisco Cantú, director del centro, la formación de este nuevo centro es un reconocimiento de la importancia de esta disciplina y consolida al ITESM como líder en el área computacional. 

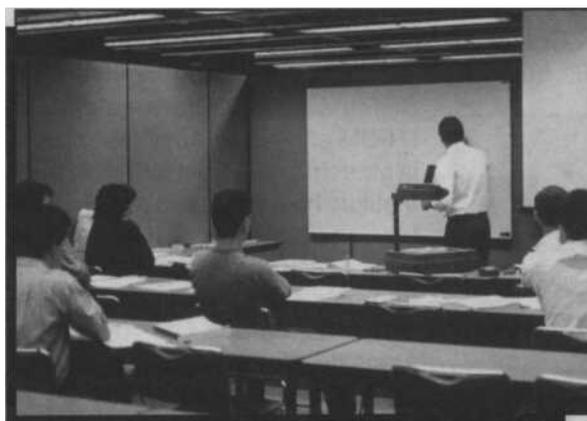
Personal de IBM recibe capacitación en el ITESM

El verano pasado el Centro de Sistemas de Manufactura organizó el II Curso latinoamericano sobre técnicas modernas en la práctica de la manufactura (vea Transferencia No. 6, abril 1989). La duración de este curso fue de cinco semanas, durante las cuales se ofrecieron los siguientes módulos: robótica industrial, sistemas dinámicos de planeación, programación y control de la manufactura, diseño ingenieril (CAD/CAM/CAE), técnicas japonesas de planeación y control de la producción ("just-in-time") e ingeniería de la calidad.

A raíz del éxito logrado en el curso, se está ofreciendo por

tercera vez, en esta ocasión para personal de la empresa IBM. Los participantes pertenecen a las sucursales que tiene esta organización en diferentes partes de Latinoamérica, específicamente en Argentina, Guatemala, México y Venezuela. La duración del curso actual es también

de cinco semanas y se ofrecen los mismos módulos que en el anterior.



Con esta actividad se busca que los participantes adquieran una apreciación del potencial de las nuevas filosofías de producción que muchos éxitos han generado tanto en el Oriente como en el Occidente. 

Diplomado en Competitividad Internacional

Con el fin de presentar la problemática del comercio exterior en México, de intercambiar experiencias entre empresarios relacionados con éste y de desarrollar la creatividad del ejecutivo para el reto que el comercio exterior representa, se lleva a cabo desde el pasado 1º de septiembre el Diplomado en Competitividad Internacional.

Este diplomado, dirigido a empresarios y ejecutivos cuya función se relacione con el comercio exterior, está organizado por el Centro para la Excelencia Académica (CEA), bajo la coordinación de la Ing. Yolanda Martínez, en respuesta a la necesidad de capacitar y entrenar al recurso humano para que sea capaz de en-

frentarse a los retos que representa la apertura de fronteras de México al comercio exterior.

Durante el mes de septiembre se impartieron dos del total de ocho módulos que forman el diplomado: Enfoque a la competitividad internacional y Legislación para el comercio exterior. En octubre, noviembre y diciembre se impartirán el resto de los módulos, entre los que se incluyen: Comercio internacional, Negociaciones internacionales, Productividad y control total de calidad, Administración de la innovación y la tecnología, Administración financiera del comercio exterior y Estrategia empresarial para la competitividad internacional. 

Distinguidos visitantes japoneses llegan en noviembre

A principios de noviembre, camino del Segundo Simposium Internacional de Calidad en el Campus Querétaro, llegará el director ejecutivo de la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE), Sr. Junji Noguchi, junto con los señores Yoshiskazu Tokuda, Suichi Yoshida y Susumu Yamada, todos ellos representantes de empresas ganadoras del Premio Deming, al Centro de Calidad de este campus.

El primer día de su estancia se ofrecerá una conferencia en la cual el Sr. Noguchi dará una visión general del estado actual del control total de calidad en Japón y en el mundo y se presentarán, además, casos sobre la implantación de calidad en la empresa, inclusive en el área de servicios.

Durante el siguiente día, el Sr. Noguchi consultará con el Centro de Calidad sobre la cooperación

futura de JUSE en cuanto a la promoción de control total de calidad en México mientras que los expertos que lo acompañan se dedicarán a dar asesoría en empresas locales, una de las cuales será del ramo del servicio.

Entre expertos de todo el mundo, la organización japonesa JUSE es reconocida como líder en el desarrollo y difusión de la filosofía de calidad y los sistemas necesarios para lograrla. 

DGI inicia semestre con reunión de bienvenida

El pasado 18 de agosto la División de Graduados e Investigación llevó a cabo una reunión para dar la bienvenida a sus antiguos y nuevos integrantes. El

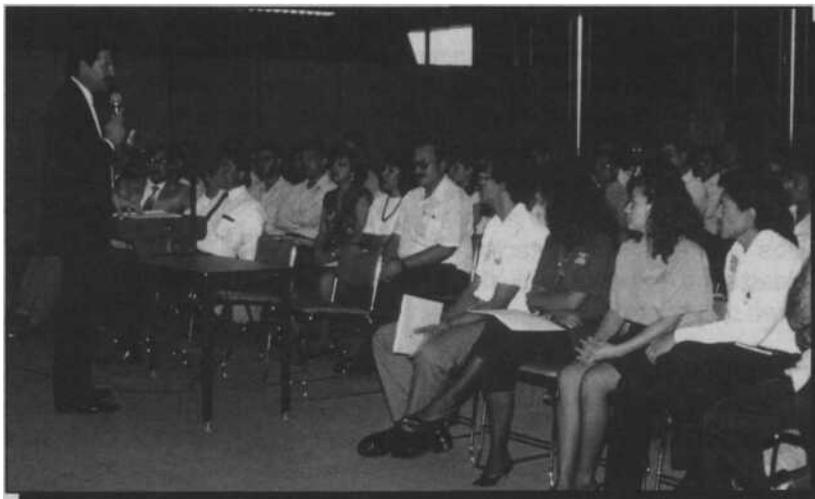
programa comenzó con un breve discurso del Ing. Ramón de la Peña, Rector del Campus Monterrey, quien destacó la importancia de la investigación en la vida actual del

Instituto. Para dar un panorama general de actividades al personal de recién ingreso, luego se proyectó un audiovisual que describe los programas de graduados y

centros de investigación que integran la División.

En seguida, el Dr. Fernando Jaimes, Director de la División, informó a la asistencia de la reestructuración de los centros de investigación y de los nombramientos de nuevos directores. A continuación, cada uno de los directores de los 5 programas de graduados y 6 centros habló brevemente sobre el área que dirige.

Así, más de 100 personas se reunieron en plan de integración y convivencia al inicio del actual período académico. De este grupo, son 5 profesores investigadores y 15 asistentes de investigación de nuevo ingreso a la División.



El Ing. Ramón de la Peña, Rector del Campus Monterrey, se dirige a la concurrencia

Entre ellos destacan la Ing. Rebeca González Avila, quien acaba de recibir el grado de Maestría en Ciencias con especialidad en Estadística Aplicada de la Universidad de Oakland en Rochester,

Michigan, y el consultor industrial, Ing. Javier Reynoso, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas del ITESM y especializado en control total de calidad en Osaka, Japón. Ambos colaborarán con el Centro de Calidad; la Ing. González se dedicará al proyecto "Certificado en Estadística" para la formación de expertos en el área de la calidad mientras que el Ing. Reynoso estará investigando y desarrollando sistemas de calidad para su aplicación a través de asesorías a la industria.

En el Centro de Inteligencia Artificial estará colaborando el Ing. Hugo Terashima Marín, con título de Ingeniero en Sistemas Computacionales del ITESM y Maestría

en Ciencias con especialidad en Ciencias Computacionales de la Universidad de Oklahoma, quien se dedicará al área de sistemas expertos. Asimismo, se incorpora a este centro el Dr. Manuel

Valenzuela quien cursó la carrera de Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones y la Maestría en Sistemas Computacionales en el ITESM y el Doctorado con enfoque hacia la inteligencia artificial en la Universidad de Alabama. Antes de llegar al Campus Monterrey, el Dr. Valenzuela laboró durante 3 años y medio en el Campus Morelos, últimamente como Director del Centro Electrónico de Cálculo.

El Dr. Carlos Islas Pérez es nuevo colaborador del Centro de Investigación en Informática en el área de sistemas distribuidos y redes. El Dr. Islas recibió el título en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica del Instituto Politécnico Nacional y los grados de Maestría en Ciencias con especialidad en Teleinformática y Redes Especializadas y de Doctorado de la Ecole Nationale Supérieure des Telecommunications de París.

En su mayoría, los nuevos asistentes de investigación son egresados del Sistema ITESM. Sin embargo, durante un año el Centro de Competitividad Internacional cuenta con dos asistentes provenientes de instituciones académicas europeas. Ellos son el Licenciado en Administración, Veit Mathaner, quien recibió la Maestría en Economía y Administración de la Universidad de Hohemheim en Stuttgart, República Federal de Alemania, y la Lic. Stephanie Giorgi, quien obtuvo el grado de Maestría en Administración de Empresas de la Universidad de Toulouse, Francia. Ambos llegaron al Instituto por medio de la Asociación Internacional de Estudiantes en Ciencias Económicas y Comerciales (AIESEC). 

Programa de Computación Científica a dos años de su inicio

El término de computación científica es de reciente creación y se refiere a la interacción de las ciencias computacionales y las matemáticas aplicadas para la solución numérica de complejos problemas en ingeniería y ciencia. En este proceso se conjugan la precisión y eficiencia para poder alcanzar resultados adecuados en la simulación y modelaje de situaciones tridimensionales, en donde es común generar mallas del orden de miles de millones de elementos o nodos. (Vea Transferencia No.2, abril de 1988.)

La computación científica se ha interpretado como sinónimo de la "computación en gran escala" y coincide cronológicamente con el desarrollo de los sistemas de cómputo en paralelo así como con las tendencias modernas en métodos numéricos con base en versiones paralelizables de elementos finitos y las técnicas de generación numérica de malla asociada a métodos avanzados de diferencias finitas para el análisis de problemas de campo en hidrodinámica de fluidos.

La investigación en este campo ha sido objeto de gran interés en los Estados Unidos, en donde se están creando centros como el Research Center for Advanced Scientific Computing de la Universidad de Mississippi State y el Parallel Processing Institute de la Universidad de Oklahoma. En Europa y Japón existen también importantes proyectos en desarrollo con fines similares.

En el ITESM, se planteó el interés por iniciar un programa en esta dirección durante el verano de 1987, quedando como coordinador de éste el Dr. Daniel Meade Monte Verde, investigador del Centro de Calidad de la División de Graduados e Investigación. El objetivo de este programa ha sido promover el interés de los miembros de la comunidad académica a fin de generar

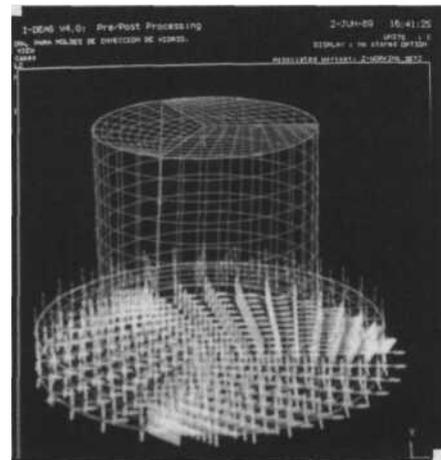
proyectos que permiten crear la infraestructura necesaria para el desarrollo de esta disciplina.

La actividad comenzó con un curso de métodos de elementos finitos en ingeniería para alumnos de posgrado, que se ha impartido anualmente desde el verano de 1987. Este curso constituye la base matemática para los paquetes de diseño computarizado tipo CAD/CAM y similares que hoy en día respaldan en forma importante a las ingenierías. Como la confiabilidad de estos paquetes computacionales depende del usuario, es imprescindible que éste conozca su estructura. En el curso se han desarrollado varios proyectos a través de tesis de maestría de los participantes, entre ellos, análisis de placas planas delgadas, esfuerzos en prótesis humanas y, en colaboración con una empresa local, el diseño de plataformas marítimas.

Posteriormente, el programa se ha visto fortalecido por las relaciones productivas que se han establecido con universidades y centros de investigación tanto nacionales como extranjeros. En México, por ejemplo, se ha colaborado con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional en la realización de seminarios y el desarrollo de métodos numéricos en paralelo para solución de ecuaciones diferenciales parciales. De este último proyecto se está elaborando varios artículos.

De los Estados Unidos, cabe mencionar instituciones como Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), Stanford Research Institute y especialmente, las universidades

de Mississippi State y Oklahoma y sus respectivos centros de investigación en esta disciplina, ya mencionados. Destacados profesores especialistas en este campo, como el Dr. Bharat Soni y el Dr. Lakshminarayanan, han venido a Monterrey a impartir cursos y talleres y alumnos de posgrado y profesores del ITESM han viajado al país vecino para utilizar la infraestructura de centros de investigación especializada.



Malla de elementos finitos

Recientemente se estableció un convenio entre el Programa de Computación Científica y el Parallel Processing Institute de la Universidad de Oklahoma para el diseño de algoritmos paralelos destinados a aplicaciones en microprocesadores para problemas de optimización. En este proyecto trabajan estudiantes de ambas instituciones.

Al cumplir dos años de existencia, el Programa de Computación Científica ya ha proporcionado beneficios a la comunidad académica. Ha permitido que alumnos y profesores del ITESM ingresen a las filas de una disciplina que nace apenas en esta década pero que promete ser cada vez más importante. Seguramente, los conocimientos que van

adquiriendo y el producto de su labor de investigación tendrán un impacto sobre departamentos y programas académicos afines del campus. Aporte concreto ha sido el

capítulo, "Spline Collocation Methods for the Numerical Solution of Differential Equations" escrito por el Dr. Meade en colaboración con el Dr. G. Fairweather de la

Universidad de Tennessee, que aparece en el recién publicado libro *Mathematics for Large Scale Computing* (New York, Marcel Dekker, Inc.).

Importante proyecto de maestría realizado en el LIM

El proyecto CAMTEC (Generador de Códigos CNC para Geometrías no Programables en Lenguaje Mazatrp) es un importante proyecto de investigación a nivel maestría que se llevó a cabo en el Laboratorio Integrado de Manufactura (LIM) del Centro de Sistemas de Manufactura. Fue realizado por el Ing. José Luis M. Hernández Montañez, alumno de la Maestría en Ingeniería Mecánica y profesor de planta del Departamento de Ingeniería Mecánica del Campus Monterrey.

En su primera fase de desarrollo, el objetivo primordial del proyecto CAMTEC fue elaborar un software a través de un programa (en lenguaje Turbo Pascal) generador de un código de control numérico para maquinar aquellas geometrías que, siendo irregulares, no podían ser programadas en lenguaje MAZATROL, que es el lenguaje utilizado por las máquinas MAZAK con que cuenta el Laboratorio Integrado de Manufactura. En la segunda etapa del proyecto se tiene contemplado ampliar el software para que abarque una mayor cantidad de geometrías complejas así como el efecto de nuevas herramientas y materiales.

En el maquinado de piezas se presenta con frecuencia el problema de fabricar objetos que deberán contener cavidades o relieves tales como medias esferas, sectores de tubos, cavidades elípticas y en general, formas complejas.

La forma tradicional de resolver este problema es a través del método de punto a punto. La función de este método es mover la

mesa de la máquina o la herramienta de corte a una posición específica para efectuar las operaciones adecuadas. Para un programa en este método, la información más importante incluye los valores de las coordenadas en que tendrán que hacer los cortes y la velocidad del corte. En muchos trabajos de maquinado las operaciones para controlar el método pueden ser elaboradas a mano,



Centro de maquinado MAZAK H-400

pero hay piezas con contornos de alta dificultad geométrica, cuyos cálculos son muy difíciles de realizar, por lo que este método tradicional se vuelve ineficiente.

Por esta razón, CAMTEC satisface la necesidad de contar con un programa que contemple el maquinado de superficies o cavidades de formas geométricas complejas.

El software logrado en el proyecto fue implantado en una micro computadora IBM-PC y tiene las siguientes características:

- Permite la simulación de instrucciones de control numérico en pantalla.
- Es un software interactivo con el usuario.
- Incluye una serie de características que describen la pieza a fabricar.
- El código generado podrá ser enviado al centro de maquinado a través de una interfase, la cual está siendo desarrollada en forma conjunta por el Centro de Electrónica y Telecomunicaciones y el Centro de Sistemas de Manufactura.
- El sistema está orientado a máquinas industriales.
- Trabaja en sistemas de unidades de medida inglesas y métricas.
- Incluye especificaciones de diferentes materiales, herramientas de corte, parámetros de maquinado y compensaciones en el maquinado de una pieza.

- El sistema en una segunda fase puede crecer e incluir nuevas geometrías y el efecto de nuevos materiales y herramientas.

Con el advenimiento de nuevas tecnologías en el área de maquinados, la necesidad de disponer de software de control numérico es urgente para poder aprovechar todo el potencial de estas máquinas industriales. Por lo tanto, CAMTEC resulta ser una herramienta muy útil en este campo.

El pasado 8 de septiembre, se establecieron acuerdos de intercambio entre el Centro de Calidad de nuestro campus y Management Forum de España, instituto particular de asesoría en calidad localizado en la ciudad de Madrid. Con este convenio, se busca abrir espacios de información y diálogo en calidad entre la Comunidad Europea y Latinoamérica, en donde España y México pueden ser puertas de entrada.

Como objetivo general, las dos organizaciones acordaron promover la colaboración y acciones conjuntas y sistematizadas en control total de calidad que fortalezcan el diseño de modelos de calidad especialmente adaptados a la realidad hispanoamericana.

Antecedentes

El encuentro del Centro de Calidad y Management Forum de España se inició mediante la gestión del American Supplier Institute (ASI), organización educativa que difunde el Método Taguchi de ingeniería de calidad fuera de Japón. La organización española, que piensa establecer próximamente un Instituto de Método Taguchi en su país, acudió al ASI que la encaminó hacia nuestro centro con el que mantiene un convenio desde hace 3 años.

Como resultado de contactos iniciales en España durante el

verano, viajaron a Monterrey en septiembre de este año el director general de Management Forum, Rafael Pastor Climent, quien tomó el curso en Método Taguchi, y, junto con la directora gerente, Elke Marie Wienhöfer, ofreció una conferencia a ejecutivos de empresa y miembros de la comunidad académica del Instituto. (Vea artículo siguiente.)

Proyectos y planes

Entre las actividades que el Centro de Calidad y Forum Management de España contemplan se incluye el intercambio de información, que es el elemento básico en la investigación, desarrollo e implantación de la tecnología de la calidad. De esta manera, ambas organizaciones podrán incrementar su acervo de experiencias, casos y documentación, tanto de su propia labor como de fuentes internacionales. Además, se considera la posibilidad de intercambiar recursos humanos en seminarios, cursos y conferencias y realizar trabajo conjunto de investigación, desarrollo de modelos, elaboración de manuales y material didáctico.

A corto plazo, se han establecido varios proyectos. En México, el Centro de Calidad promoverá y distribuirá la revista mensual, "Management Forum Calidad", que edita la organización española. Adicionalmente, le proporcionará los 10 textos que ha

elaborado para el Programa Ford-ITESM de control estadístico de proceso. Por su parte, Management Forum apoyará la edición en español del libro japonés de principios generales de los círculos de calidad conocido como el *Koryo* mediante la revisión de su traducción y diseño editorial y en general, respaldará proyectos editoriales de nuestro centro.

Otro campo de actividad será el desarrollo de paquetes computacionales sobre estadística aplicada a la calidad. Se abarcaría tres tipos de apoyo computacional: análisis de control estadístico, métodos de control y tutoriales. A un proyecto de esta clase se podrán aplicar los recursos humanos de ambas organizaciones y los recursos computacionales del Instituto.

Además, se contemplan proyectos relacionados con la calidad en los servicios y la impartición de cursos de control estadístico de proceso a larga distancia a través de videos y textos, campos en los cuales Management Forum ya tiene experiencia.

A largo plazo, el Centro de Calidad y Management Forum pretenden gestar proyectos conjuntos y creativos, sobre una base de integración de recursos complementarios, que puedan tener trascendencia internacional. 

"Gestión de la calidad en la industria española"

España, miembro de la Comunidad Europea desde 1986, está viviendo una revolución de calidad para adecuar sus productos a las exigencias de la intensa competencia que se da

entre los 12 países que forman esta agrupación económica. Se estima que en 1992, cuando caen todos los aranceles aún existentes entre estos países, la competencia comercial se volverá aún más reñida.

Esta es la realidad actual de España de la cual partieron Elke María Wienhöfer y Rafael Pastor Climent, directivos de Forum Management de España en su conferencia, "Gestión de la calidad

en la industria española" el 4 de septiembre. Para darles a los asistentes un marco de referencia para estos acontecimientos, la economista Wienhöfer ofreció una semblanza de la economía española durante la época franquista y la evolución posterior de sus principales indicadores macroeconómicos. Concluyó su presentación describiendo la situación actual de los diferentes sectores que integran la actividad económica del país.

En la segunda parte de la conferencia, el estadístico Rafael Pastor Climent se enfocó a la evolución del concepto de calidad y su implantación en España. Señaló el sector automotriz y específicamente la compañía Ford como pionero de la calidad en la década de los 70's, haciendo énfasis en la importancia que ha tenido esta rama industrial como motor en el avance de la gestión de la calidad en el país. Asimismo, explicó que al ingresar España a la Comunidad

Europea, se inició una segunda etapa de concientización y actividad muy intensa que abarca no sólo a la industria sino también al gobierno español. En virtud de los logros obtenidos, está cambiando la tradicional idea europea de los productos españoles como baratos y mediocres. Por último, dio un resumen de los resultados de una encuesta realizada para determinar



Rafael Pastor Climent

las expectativas que tienen los europeos ante la ya muy próxima apertura total de fronteras. En su mayoría, los españoles se muestran muy optimistas.

El diálogo entre los asistentes y los expositores durante la conferencia y en la sesión posterior de preguntas y respuestas atestiguó el espíritu de intercambio que caracterizó el evento. 



Elke Marie Wienhöfer

Centro de Competitividad Internacional

Diagnóstico y evaluación: Su importancia y estructura ante la participación en la economía global

Por: Ing. Romeo Esquivel M.

Este artículo abarca uno de los temas tratados en las reuniones periódicas con el Ing. Roberto Rodríguez, Vicepresidente de la División de Fibras de CYDSA y consejero del Centro. Su contenido se fundamenta en los trabajos realizados por Michael F. Poner y por el Boston Consulting Group.

La creciente participación de la industria nacional en la economía mundial demanda la

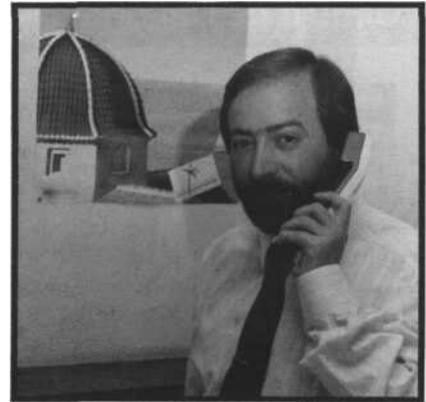
revisión continua, en un contexto estratégico, de la posición competitiva y las formas de organización de las empresas a través de programas de modernización que abarcan desde el conocimiento del estado competitivo actual de las mismas, hasta la implantación de estrategias que permitan alcanzar y mantener una posición exitosa ante la competencia internacional.

La información del estado competitivo actual se obtiene mediante el diagnóstico y evaluación, que comprende los atractivos de los segmentos que integran la industria a la que pertenece y las ventajas competitivas de la empresa. El estudio incluye cuatro tipos de análisis: de segmentación de la industria, análisis estructural de segmentos potenciales, análisis de los competidores y el de la cadena de valor de la empresa.

en la industria española" el 4 de septiembre. Para darles a los asistentes un marco de referencia para estos acontecimientos, la economista Wienhöfer ofreció una semblanza de la economía española durante la época franquista y la evolución posterior de sus principales indicadores macroeconómicos. Concluyó su presentación describiendo la situación actual de los diferentes sectores que integran la actividad económica del país.

En la segunda parte de la conferencia, el estadístico Rafael Pastor Climent se enfocó a la evolución del concepto de calidad y su implantación en España. Señaló el sector automotriz y específicamente la compañía Ford como pionero de la calidad en la década de los 70's, haciendo énfasis en la importancia que ha tenido esta rama industrial como motor en el avance de la gestión de la calidad en el país. Asimismo, explicó que al ingresar España a la Comunidad

Europea, se inició una segunda etapa de concientización y actividad muy intensa que abarca no sólo a la industria sino también al gobierno español. En virtud de los logros obtenidos, está cambiando la tradicional idea europea de los productos españoles como baratos y mediocres. Por último, dio un resumen de los resultados de una encuesta realizada para determinar



Rafael Pastor Climent



Elke Marie Wienhöfer

las expectativas que tienen los europeos ante la ya muy próxima apertura total de fronteras. En su mayoría, los españoles se muestran muy optimistas.

El diálogo entre los asistentes y los expositores durante la conferencia y en la sesión posterior de preguntas y respuestas atestiguó el espíritu de intercambio que caracterizó el evento. 

Centro de Competitividad Internacional

Diagnóstico y evaluación: Su importancia y estructura ante la participación en la economía global

Por: Ing. Romeo Esquivel M.

Este artículo abarca uno de los temas tratados en las reuniones periódicas con el Ing. Roberto Rodríguez, Vicepresidente de la División de Fibras de CYDSA y consejero del Centro. Su contenido se fundamenta en los trabajos realizados por Michael F. Poner y por el Boston Consulting Group.

La creciente participación de la industria nacional en la economía mundial demanda la

revisión continua, en un contexto estratégico, de la posición competitiva y las formas de organización de las empresas a través de programas de modernización que abarcan desde el conocimiento del estado competitivo actual de las mismas, hasta la implantación de estrategias que permitan alcanzar y mantener una posición exitosa ante la competencia internacional.

La información del estado competitivo actual se obtiene mediante el diagnóstico y evaluación, que comprende los atractivos de los segmentos que integran la industria a la que pertenece y las ventajas competitivas de la empresa. El estudio incluye cuatro tipos de análisis: de segmentación de la industria, análisis estructural de segmentos potenciales, análisis de los competidores y el de la cadena de valor de la empresa.

Para el desarrollo de los mismos, es útil el uso de técnicas tales como el "precio básico neto" y la "curva de oferta".

La competencia internacional

Actualmente, se está experimentando un proceso de transformación hacia una economía global, principalmente debido a la apertura de fronteras por la entrada de México al GATT. Esta situación representa un nuevo ambiente de competencia para las empresas del país que, debido al medio más seguro en que anteriormente se desenvolvían, les implica una posición competitiva desfavorable en dicho ambiente global.

Los modelos tradicionales de administración de las empresas mexicanas agravan más este problema, debido principalmente al hecho de que fueron generados en una época en la que el ambiente permitía utilizar estrategias fundamentadas en la extrapolación de datos históricos. Ahora, la complejidad y rapidez de los cambios que ocurren en el entorno de las empresas vuelven ineficiente este modo operativo, al no poder proporcionar respuestas oportunas a dichos cambios.

Para reducir esta brecha y aspirar a una posición exitosa en este entorno, las empresas necesitan implantar programas de modernización que, por la situación existente, deben abarcar desde el conocimiento del estado competitivo actual de cada empresa a través de un diagnóstico y evaluación, hasta la formulación e implantación de estrategias competitivas adecuadas al nuevo contexto.

Diagnóstico y evaluación

Un diagnóstico y evaluación comprende cuatro estudios:

un análisis de segmentación de la industria, un análisis estructural, un análisis de los competidores y un análisis de la cadena de valor de la empresa. Con ellos se cubren todos los factores necesarios para obtener una perspectiva clara y práctica del entorno de la industria en la que se encuentra la empresa y de la posición competitiva actual de ésta.

Es a partir de esta perspectiva que se derivan las oportunidades de rentabilidad en el futuro y las alternativas de cambio para lograr ventajas competitivas con respecto a los demás competidores.

El primero de estos estudios comprende la identificación de los segmentos de la industria en función de los productos y compradores ubicados en ella. Como resultado, se genera una matriz en donde, al colocar la participación de los competidores, se puede fácilmente identificar los segmentos más atractivos de acuerdo al número de competidores ubicados en ellos.

Una vez identificado un segmento atractivo para la empresa, el siguiente análisis busca identificar los factores característicos de dicho segmento a través de cinco fuerzas competitivas: la amenaza de ingreso de nuevos competidores al segmento, la rivalidad existente entre los competidores actuales, el poder de negociación de los compradores del segmento, el poder de negociación de los proveedores y la presión de productos sustitutos que puedan suplir la demanda del segmento actual.

El tercer análisis consiste en un estudio a fondo de los competidores que se encuentran en

el segmento identificado con tal de formar un perfil de cada uno de ellos, comprender su comportamiento actual y predecir su reacción ante la estrategia que se genere del diagnóstico y evaluación de la empresa.

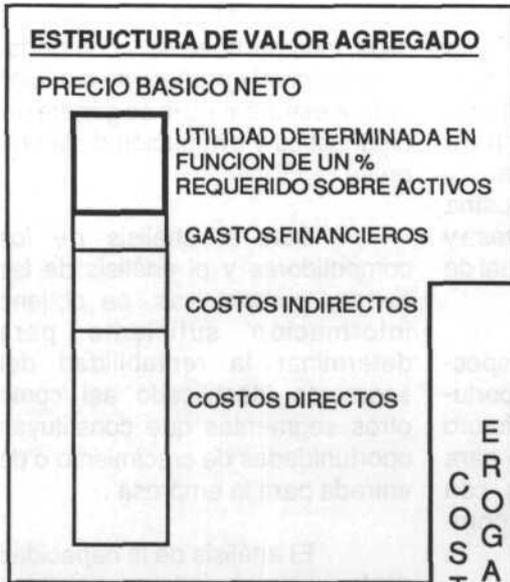
Con el análisis de los competidores y el análisis de las fuerzas competitivas, se obtiene información suficiente para determinar la rentabilidad del segmento identificado así como otros segmentos que constituyan oportunidades de crecimiento o de entrada para la empresa.

El análisis de la capacidad de la empresa y de su habilidad para abordar dichos segmentos constituye el contenido de la cuarta parte del diagnóstico. Este consiste en identificar las actividades funcionales que conforman la cadena de valor de la empresa y determinar sus impulsos de tal forma que se puedan identificar las fuerzas y debilidades de la empresa para acceder las oportunidades identificadas anteriormente.

Con esto se determina la situación actual de la compañía y las ventajas competitivas que posee para el establecimiento de nuevas estrategias que le brinden una mejor posición en la industria en que se encuentra.

En este análisis se emplean técnicas tales como el "precio básico neto" y la "curva de oferta". La primera consiste en analizar el precio de los productos de la empresa, integrado por su estructura de costos y gastos, considerando un margen de ganancia suficiente para obtener un crecimiento determinado (vea la Gráfica 1). Al comparar este precio con el de los competidores, se obtiene información de las posibilidades de incremento en la rentabilidad de la empresa.

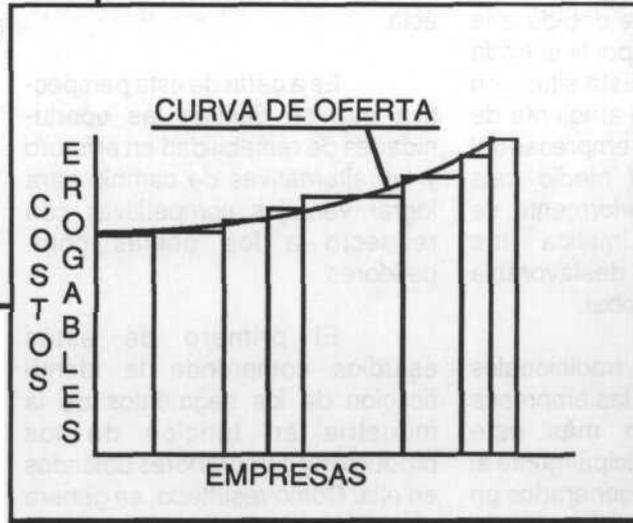
Gráfica 1: Precio Básico Neto



La "curva de oferta" se genera al relacionar los costos erogables unitarios de las empresas que integran el segmento. Normalmente, cuando los precios están determinados por la oferta y la demanda, tienden a estabilizarse cerca del costo erogable más alto. Esta información ayuda a determinar la estrategia

de la empresa ya que, según la pendiente de la curva, se percibe si cambios en el comportamiento de los costos de la empresa pueden contribuir realmente a una ventaja competitiva de ésta.

Gráfica 2: Curva de Oferta



Según la manera en que la empresa desempeñe las actividades de su cadena de valor, las in-

terrelaciones entre ellas y los enlaces con las actividades de los proveedores y de los compradores, se formará un sistema de cadenas de valor dentro del segmento. Su relación con la de los competidores revela las diferencias que determinan la posición y las ventajas competitivas que la empresa posee y que le permitirán formular las estrategias necesarias para mantener o mejorar su participación en su industria.

Romeo Antonio Esquivel Maldonado realizó sus estudios de Ingeniero Químico Administrador en el ITESM. Después de dos años de trabajo en Rohm and Haas Company Inc. regresa al ITESM donde cursa la Maestría en Ciencias de la Administración y colabora como asistente de investigación en el Centro de Competitividad Internacional.

Centro de Inteligencia Artificial

Inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural

Por: Mat. Rocío Guillen Castrillo

Dentro de la inteligencia artificial existen varias subáreas, como son sistemas expertos; representación del conocimiento; aprendizaje, adquisición, validación y verificación de bases de conocimiento; y procesamiento de lenguaje natural, entre otras. De éstas, los sistemas basados en conocimiento o sistemas expertos han resultado ser la parte pragmática de la

inteligencia artificial; sin embargo, están sustentados en investigaciones orientadas a construirlos en forma óptima y eficiente.

Un sistema experto (SE) requiere internamente de una estructura que represente los métodos y experiencia que un experto humano utiliza para resolver problemas en un dominio específico; de un mecanismo de inferencia para

llevar a cabo deducciones; y de una interfase amigable para establecer una comunicación entre el usuario y el sistema. Externamente, está apoyado por metodologías para adquirir estas estrategias orientadas a la solución de problemas en el área de conocimiento del experto humano, así como por procedimientos que permiten validar y verificar el contenido del prototipo que se está construyendo.

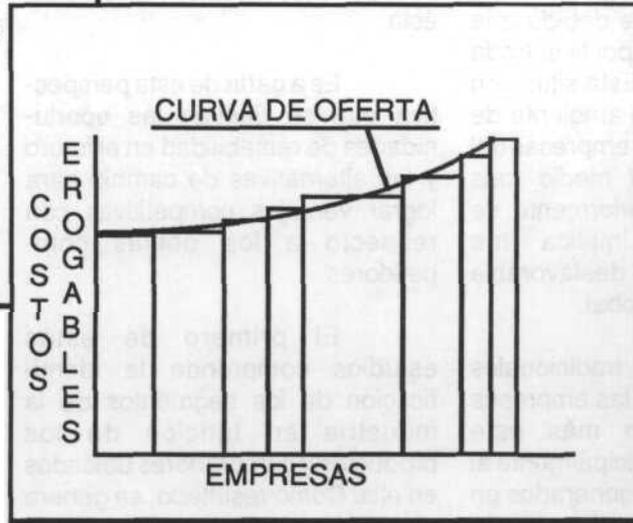
Gráfica 1: Precio Básico Neto



La "curva de oferta" se genera al relacionar los costos erogables unitarios de las empresas que integran el segmento. Normalmente, cuando los precios están determinados por la oferta y la demanda, tienden a estabilizarse cerca del costo erogable más alto. Esta información ayuda a determinar la estrategia

de la empresa ya que, según la pendiente de la curva, se percibe si cambios en el comportamiento de los costos de la empresa pueden contribuir realmente a una ventaja competitiva de ésta.

Gráfica 2: Curva de Oferta



Según la manera en que la empresa desempeñe las actividades de su cadena de valor, las in-

terrelaciones entre ellas y los enlaces con las actividades de los proveedores y de los compradores, se formará un sistema de cadenas de valor dentro del segmento. Su relación con la de los competidores revela las diferencias que determinan la posición y las ventajas competitivas que la empresa posee y que le permitirán formular las estrategias necesarias para mantener o mejorar su participación en su industria. ☺

Romeo Antonio Esquivel Maldonado realizó sus estudios de Ingeniero Químico Administrador en el ITESM. Después de dos años de trabajo en Rohm and Haas Company Inc. regresa al ITESM donde cursa la Maestría en Ciencias de la Administración y colabora como asistente de investigación en el Centro de Competitividad Internacional.

Centro de Inteligencia Artificial

Inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural

Por: Mat. Rocío Guillen Castrillo

Dentro de la inteligencia artificial existen varias subáreas, como son sistemas expertos; representación del conocimiento; aprendizaje, adquisición, validación y verificación de bases de conocimiento; y procesamiento de lenguaje natural, entre otras. De éstas, los sistemas basados en conocimiento o sistemas expertos han resultado ser la parte pragmática de la

inteligencia artificial; sin embargo, están sustentados en investigaciones orientadas a construirlos en forma óptima y eficiente.

Un sistema experto (SE) requiere internamente de una estructura que represente los métodos y experiencia que un experto humano utiliza para resolver problemas en un dominio específico; de un mecanismo de inferencia para

llevar a cabo deducciones; y de una interfase amigable para establecer una comunicación entre el usuario y el sistema. Externamente, está apoyado por metodologías para adquirir estas estrategias orientadas a la solución de problemas en el área de conocimiento del experto humano, así como por procedimientos que permiten validar y verificar el contenido del prototipo que se está construyendo.

Si bien cada una de estas subáreas de la inteligencia artificial presenta dificultades en menor o mayor grado, el procesamiento de lenguaje natural presenta una gran complejidad. Convertir el español, francés, japonés, etc. al lenguaje simbólico de una computadora constituye un reto de automatización de los procesos mentales que lleva a cabo el ser humano en sus actos de comunicación.

Existen dos motivaciones principales para realizar investigaciones en este campo, denominado también "lingüística computacional": la tecnológica, cuyo fin es construir sistemas de cómputo inteligentes como son interfases en lenguaje natural para bases de datos, sistemas de traducción automática, sistemas para análisis de textos, sistemas de comprensión del lenguaje oral y sistemas de enseñanza ayudados por computadora; y la motivación lingüística o de la ciencia cognitiva, cuyo objetivo es comprender mejor cómo es que los seres humanos se comunican usando lenguaje natural.

Las herramientas que se utilizan para procesar el lenguaje comprenden elementos tradicionales de la computación como algoritmos y estructuras de datos, así como nuevos paradigmas que han

surgido de la inteligencia artificial, por ejemplo, los modelos formales para representar el conocimiento y los modelos de procesos de razonamiento, principalmente.

Al construir un procesador de lenguaje natural se tienen como objetivos alcanzar las funciones de comunicación de los textos como serían "solicitar" e "informar" y además, llevar a cabo tareas a mayor escala dependientes del lenguaje como sería el caso de la traducción. Por otra parte, la representación del significado del texto deberá servir para manejar conocimiento sobre el mundo.

En cuanto a la interpretación y generación del lenguaje, primero se deben identificar y caracterizar aspectos como el sentido de las palabras, la estructura de los mensajes y las relaciones que se pretende que existan. Luego, se tienen que determinar los significados explícitos e implícitos del lenguaje en un contexto dado, las funciones directas e indirectas de lo que se dice individualmente y de una conversación completa.

Para realizar este conjunto de acciones, se requiere de un léxico, una gramática, una codificación de la semántica del discurso y otra de las restricciones pragmáticas. Aunado a estos elemen-

tos, se necesitan procesadores ya sea para interpretar o generar oraciones y para determinar o bien organizar una conversación.

Por lo tanto, un sistema de lenguaje deberá tener acceso a conocimiento general y particular del mundo, incluyendo conocimiento sobre la conversación de los participantes y sobre tareas no lingüísticas a las que pueda estarse refiriendo el sistema. También deberá contar con un lenguaje de representación de significados para proporcionar representaciones de discurso capaces de comunicar procesos lingüísticos y no lingüísticos.

En conclusión, la lingüística computacional dentro de la inteligencia artificial presenta muchos aspectos y problemas que esperan ser resueltos por grupos de investigación enfocados al área, como en el caso del Centro de Inteligencia Artificial. 

La Mat. Rocío Guillen Castrillo es egresada a nivel licenciatura de la Universidad Nacional Autónoma de México y tiene Maestría en Ciencias de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México y de la Universidad Tecnológica de Compeigne de Francia. Es profesora investigadora del Centro de Inteligencia Artificial donde se especializa en sistemas expertos y lenguaje natural.

Centro de Sistemas de Manufactura

Metalsa logra avances en la eficiencia implantando "just-in-time"

A partir de una labor en conjunto con el Centro de Sistemas de Manufactura, Metalsa, empresa dedicada a la fabricación de componentes y ensamblajes estructurales para la industria automotriz, ha logrado implantar en su

planta de Monterrey, Nuevo León la efectiva filosofía japonesa de la producción llamada "just-in-time". Como premisa principal, "just-in-time" propone la eliminación del desperdicio y de los problemas de calidad.

La colaboración en esta área entre Metalsa y el CSM se inició en enero de 1988 con un proyecto para eficientizar las líneas de ensamble del chasis Nissan y del chasis X-A. El objetivo planteado fue: "Analizar el sistema actual de pro-

Si bien cada una de estas subáreas de la inteligencia artificial presenta dificultades en menor o mayor grado, el procesamiento de lenguaje natural presenta una gran complejidad. Convertir el español, francés, japonés, etc. al lenguaje simbólico de una computadora constituye un reto de automatización de los procesos mentales que lleva a cabo el ser humano en sus actos de comunicación.

Existen dos motivaciones principales para realizar investigaciones en este campo, denominado también "lingüística computacional": la tecnológica, cuyo fin es construir sistemas de cómputo inteligentes como son interfases en lenguaje natural para bases de datos, sistemas de traducción automática, sistemas para análisis de textos, sistemas de comprensión del lenguaje oral y sistemas de enseñanza ayudados por computadora; y la motivación lingüística o de la ciencia cognitiva, cuyo objetivo es comprender mejor cómo es que los seres humanos se comunican usando lenguaje natural.

Las herramientas que se utilizan para procesar el lenguaje comprenden elementos tradicionales de la computación como algoritmos y estructuras de datos, así como nuevos paradigmas que han

surgido de la inteligencia artificial, por ejemplo, los modelos formales para representar el conocimiento y los modelos de procesos de razonamiento, principalmente.

Al construir un procesador de lenguaje natural se tienen como objetivos alcanzar las funciones de comunicación de los textos como serían "solicitar" e "informar" y además, llevar a cabo tareas a mayor escala dependientes del lenguaje como sería el caso de la traducción. Por otra parte, la representación del significado del texto deberá servir para manejar conocimiento sobre el mundo.

En cuanto a la interpretación y generación del lenguaje, primero se deben identificar y caracterizar aspectos como el sentido de las palabras, la estructura de los mensajes y las relaciones que se pretende que existan. Luego, se tienen que determinar los significados explícitos e implícitos del lenguaje en un contexto dado, las funciones directas e indirectas de lo que se dice individualmente y de una conversación completa.

Para realizar este conjunto de acciones, se requiere de un léxico, una gramática, una codificación de la semántica del discurso y otra de las restricciones pragmáticas. Aunado a estos elemen-

tos, se necesitan procesadores ya sea para interpretar o generar oraciones y para determinar o bien organizar una conversación.

Por lo tanto, un sistema de lenguaje deberá tener acceso a conocimiento general y particular del mundo, incluyendo conocimiento sobre la conversación de los participantes y sobre tareas no lingüísticas a las que pueda estarse refiriendo el sistema. También deberá contar con un lenguaje de representación de significados para proporcionar representaciones de discurso capaces de comunicar procesos lingüísticos y no lingüísticos.

En conclusión, la lingüística computacional dentro de la inteligencia artificial presenta muchos aspectos y problemas que esperan ser resueltos por grupos de investigación enfocados al área, como en el caso del Centro de Inteligencia Artificial. 

La Mat. Rocío Guillen Castrillo es egresada a nivel licenciatura de la Universidad Nacional Autónoma de México y tiene Maestría en Ciencias de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México y de la Universidad Tecnológica de Compeigne de Francia. Es profesora investigadora del Centro de Inteligencia Artificial donde se especializa en sistemas expertos y lenguaje natural.

Centro de Sistemas de Manufactura

Metalsa logra avances en la eficiencia implantando "just-in-time"

A partir de una labor en conjunto con el Centro de Sistemas de Manufactura, Metalsa, empresa dedicada a la fabricación de componentes y ensamblajes estructurales para la industria automotriz, ha logrado implantar en su

planta de Monterrey, Nuevo León la efectiva filosofía japonesa de la producción llamada "just-in-time". Como premisa principal, "just-in-time" propone la eliminación del desperdicio y de los problemas de calidad.

La colaboración en esta área entre Metalsa y el CSM se inició en enero de 1988 con un proyecto para eficientizar las líneas de ensamble del chasis Nissan y del chasis X-A. El objetivo planteado fue: "Analizar el sistema actual de pro-

ducción, definir un nuevo sistema y balancear la línea de chasis X-A y línea Nissan con utilización flexible de mano de obra, mínimo inventario en proceso y detección inmediata de fallas de calidad".

Los resultados obtenidos con el chasis X-A fueron inmediatos y contundentes, sin embargo, dada la complejidad del ensamble del chasis Nissan y los altos estándares de calidad de esta empresa mundialmente conocida, esta parte del proyecto original requería un análisis más profundo. Por lo tanto, en agosto de 1988 se iniciaron dos nuevos proyectos dirigidos a la misma línea de ensamble pero con enfoques diferentes. Metalsa, utilizando su experiencia, se concentró en la distribución de la planta mientras el CSM se dedicó a estudiar el sistema de información para el surtido de la línea conocido como "kanban".

Para diciembre de 1988 como los resultados esperados de ambos equipos no fueron plenamente logrados todavía, se buscó la integración entre el equipo de Metalsa y los investigadores del CSM. Juntos analizaron las operaciones observando en cada una de ellas los siguientes aspectos: valor agregado, máxima utilización de mano de obra, minimización del manejo de materiales, utilización más eficiente del área disponible, minimización del apoyo administrativo, sincronización entre los procesos, cumplimiento con el cliente y detección inmediata de problemas de calidad.

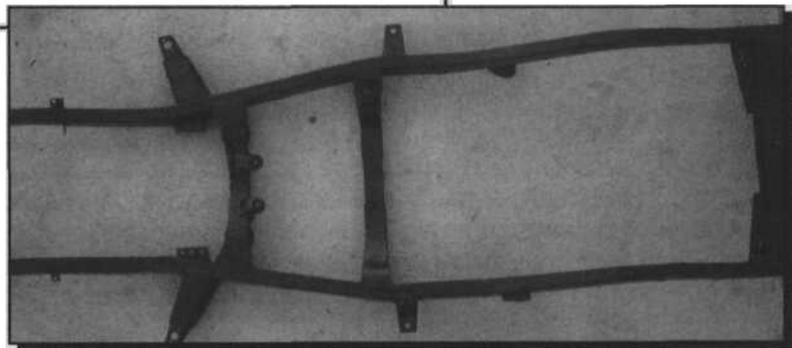
Por parte del CSM, el análisis fue supervisado por el Ing. Armando Moctezuma, profesor investigador, y el Ing. Luis Mario Sánchez, asistente de investigación del mismo centro. Integraron el equipo de trabajo de Metalsa el Sr. José Luis Rodríguez y los inge-

nieros Adolfo Lamadrid, Eligió Peña, Miguel García y Armando Chapa. De lo realizado, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1.- Definición de una nueva distribución bajo el enfoque de una celda de manufactura que ocasionaría una inmediata retroalimentación de la calidad, aseguramiento de la cantidad a ejecutar, reducción de espacio requerido, manejo mínimo de material e integración en equipo de los operadores.

2.- Diseño del equipo de manejo de materiales. Con la formación de la celda habría considerables cambios en el manejo de materiales, los cuales impactarían en:

Concepto	Anterior	Propuesto
Recorrido (metros)	13,050	1550
Costo por chasis (manejo de materiales)	\$100,000	\$12,000
Tiempo (horas)	5.30	1.40



Sin embargo, esto obligaría al rediseño de contenedores, según las necesidades de la línea y la facilidad de manejo para el operador. Por otro lado, habría una reubicación de los almacenes para que quedaran junto a la línea y una reubicación de las piezas en el almacén.

3.- Diseño del sistema de información de acuerdo con los principios del sistema "kanban"

considerando importante el autosurtido y autocontrol. Bajo el nuevo sistema, los contenedores al estar vacíos indicarían el momento en el cual se debería producir o surtir.

4.- Análisis de la ingeniería de detalle, para lo cual se definirían todas las necesidades físicas y de ubicación en el sistema; entre ellas se incluiría la reubicación del cableado, tomas de corriente y aire, etc.

Aceptado este análisis, Metalsa buscó asegurar el éxito del nuevo sistema preparando a los recursos humanos para la fase de implantación. Lo anterior implicó su entrenamiento en la nueva forma de trabajar, concientización de la importancia que tendría su trabajo en el grupo, compromiso por su parte de obtener una mejora continua y los logros esperados, y cooperación para "hacer bien el trabajo a la primera".

Con esta preparación, en mayo de 1989 se puso en operación el nuevo sistema lográndose el "ajuste fino" de tiempos y formas de trabajar. Durante este proceso los operadores comenzaron a aportar nuevas ideas para seguir mejorando el sistema.

Los operadores de la línea Nissan quienes han experimentado este sistema de trabajo han comentado que:

Los operadores de la línea Nissan quienes han experimentado este sistema de trabajo han comentado que:

"Actualmente, en la línea trabajamos menos compañeros y aún así producimos más piezas que antes y trabajamos sin presiones porque no existen trabajos urgentes ni peticiones de tiempo extra".

"El trabajo en equipo ha sido poco porque han disminuido los problemas, sin embargo, cuando existe alguno, nos juntamos y damos opiniones para resolverlos".

Lograr esta transferencia de tecnología y las mejoras subsecuentes de eficiencia a través del proyecto conjunto ha enriquecido tanto al CSM como a Metalsa, puesto que ambos, mediante resultados concretos, han comprobado el valor práctico que "just-in-time"

	Anterior	Actual
Operadores	25.6	19
Chasis por operador	2.3	3.31
Componentes por operador	7.14	9.46
Operaciones por operador	1.0	3
Inventario en proceso por día	4,200	1,300
Inventario de chasis por día	75	34
Productos por día	30	34
Rechazos al final de la inspección	60%	0
Cumplimiento al cliente	50%	100%
Número de accidentes (plazo de 3 meses)	4	1

tiene para la industria mexicana. Este trabajo forma parte del Proyecto de Transformación que la empresa Metalsa está llevando a

cabo en aspectos como instalaciones físicas, condiciones laborales y calidad de vida en la organización. 

Se crea laboratorio de desarrollo biotecnológico

Uno de los retos prioritarios que muchos países, incluyendo México, están enfrentando es la urgente necesidad de enriquecer las áreas de alimentación, energéticos, productos agrícolas y disminución de la contaminación mediante la utilización de los recursos naturales no utilizados o subutilizados. La ciencia que estudia estas áreas es la biotecnología y consiste en la utilización y transformación de microorganismos y células vegetales o animales para la obtención de productos benéficos para el hombre. La biotecnología es una ciencia interdisciplinaria que abarca, entre otras, áreas de ingeniería química, bioquímica, microbiología, ingeniería genética y biología molecular.

Una gran cantidad de compuestos orgánicos como antibióticos, vacunas, metanol, etanol, proteínas, aminoácidos,

vitaminas y otros se derivan de procesos biotecnológicos. Es por esta razón que la biotecnología se está desarrollando a pasos agigantados en todo el mundo y en Latinoamérica, en países como Argentina, Brasil y México.

En nuestro país desde hace algunos años se realizan proyectos e investigaciones en el área de la biotecnología y hace aproximadamente cuatro años se comenzó a trabajar en el ITESM con esta clase de proyectos. Dada la importancia de éstos y la necesidad de contribuir al desarrollo de esta ciencia, el ITESM, a través del Programa de Graduados en Agricultura y del Centro de Sistemas de Manufactura, creó oficialmente en enero de 1989 el Laboratorio de Desarrollo Biotecnológico (LDB).

El objetivo de este laboratorio es la aplicación de tecnologías para producir ali-

mentos y productos de interés industrial partiendo del aprovechamiento de desechos y recursos subutilizados. En la realización de este objetivo, los investigadores del LDB van a aplicar por vez primera en el área de alimentos el Método Taguchi (técnicas de optimización de diseño de productos y procesos) y la ingeniería de calidad bajo la asesoría del Dr. Daniel Meade del Centro de Calidad y del Dr. Eduardo López Soriano. Por su parte, el Dr. Enrique Aranda Herrera, Director del Programa de Graduados en Agricultura, colabora con el LDB proporcionando el equipo necesario y asesorando algunos de los proyectos.

Actualmente, se están desarrollando cuatro proyectos en el LDB. El primero de ellos, llamado "Obtención de ajo deshidratado", está ya en su fase de implantación a nivel industrial en una empresa

"Actualmente, en la línea trabajamos menos compañeros y aún así producimos más piezas que antes y trabajamos sin presiones porque no existen trabajos urgentes ni peticiones de tiempo extra".

"El trabajo en equipo ha sido poco porque han disminuido los problemas, sin embargo, cuando existe alguno, nos juntamos y damos opiniones para resolverlos".

Lograr esta transferencia de tecnología y las mejoras subsecuentes de eficiencia a través del proyecto conjunto ha enriquecido tanto al CSM como a Metalsa, puesto que ambos, mediante resultados concretos, han comprobado el valor práctico que "just-in-time"

Mejoras globales al 31 de agosto de 1989

	Anterior	Actual
Operadores	25.6	19
Chasis por operador	2.3	3.31
Componentes por operador	7.14	9.46
Operaciones por operador	1.0	3
Inventario en proceso por día	4,200	1,300
Inventario de chasis por día	75	34
Productos por día	30	34
Rechazos al final de la inspección	60%	0
Cumplimiento al cliente	50%	100%
Número de accidentes (plazo de 3 meses)	4	1

tiene para la industria mexicana. Este trabajo forma parte del Proyecto de Transformación que la empresa Metalsa está llevando a

cabo en aspectos como instalaciones físicas, condiciones laborales y calidad de vida en la organización. 

Se crea laboratorio de desarrollo biotecnológico

Uno de los retos prioritarios que muchos países, incluyendo México, están enfrentando es la urgente necesidad de enriquecer las áreas de alimentación, energéticos, productos agrícolas y disminución de la contaminación mediante la utilización de los recursos naturales no utilizados o subutilizados. La ciencia que estudia estas áreas es la biotecnología y consiste en la utilización y transformación de microorganismos y células vegetales o animales para la obtención de productos benéficos para el hombre. La biotecnología es una ciencia interdisciplinaria que abarca, entre otras, áreas de ingeniería química, bioquímica, microbiología, ingeniería genética y biología molecular.

Una gran cantidad de compuestos orgánicos como antibióticos, vacunas, metanol, etanol, proteínas, aminoácidos,

vitaminas y otros se derivan de procesos biotecnológicos. Es por esta razón que la biotecnología se está desarrollando a pasos agigantados en todo el mundo y en Latinoamérica, en países como Argentina, Brasil y México.

En nuestro país desde hace algunos años se realizan proyectos e investigaciones en el área de la biotecnología y hace aproximadamente cuatro años se comenzó a trabajar en el ITESM con esta clase de proyectos. Dada la importancia de éstos y la necesidad de contribuir al desarrollo de esta ciencia, el ITESM, a través del Programa de Graduados en Agricultura y del Centro de Sistemas de Manufactura, creó oficialmente en enero de 1989 el Laboratorio de Desarrollo Biotecnológico (LDB).

El objetivo de este laboratorio es la aplicación de tecnologías para producir ali-

mentos y productos de interés industrial partiendo del aprovechamiento de desechos y recursos subutilizados. En la realización de este objetivo, los investigadores del LDB van a aplicar por vez primera en el área de alimentos el Método Taguchi (técnicas de optimización de diseño de productos y procesos) y la ingeniería de calidad bajo la asesoría del Dr. Daniel Meade del Centro de Calidad y del Dr. Eduardo López Soriano. Por su parte, el Dr. Enrique Aranda Herrera, Director del Programa de Graduados en Agricultura, colabora con el LDB proporcionando el equipo necesario y asesorando algunos de los proyectos.

Actualmente, se están desarrollando cuatro proyectos en el LDB. El primero de ellos, llamado "Obtención de ajo deshidratado", está ya en su fase de implantación a nivel industrial en una empresa

deshidratadora situada en el estado de Nuevo León. Este proyecto consiste en obtener un producto con calidad de exportación a partir de la aplicación de la ingeniería de calidad a la deshidratación del ajo para conseguir un producto robusto y un proceso automatizado. Su realización está a cargo del Ing. Marco Antonio Rito Palomares.

Otro de los proyectos que se realizan en este laboratorio es la "Obtención de harina de pescado para consumo humano". Se pretende incorporar este tipo de harina a las harinas que conforman la canasta básica de productos en forma de pastas, galletas y pan. La combinación de estas harinas de trigo y maíz con la harina de pescado aumenta en gran medida el valor alimenticio de estos productos, lo que a su vez mejora el nivel nutricional de la población. La harina de pescado debe ser incolora, insabora e inodora para disminuir los obstáculos en su utilización a nivel industrial. Cabe mencionar que la utilización del pescado como fuente de proteínas se debe a que además de contar con un gran valor nutricional, nuestro país cuenta con grandes litorales, lagos y lagunas

con muchas variedades de peces que no figuran en la pesca comercial. Uno de estos es la carpa, un pez que abunda en lagunas del estado de Nuevo León y cuyas características físicas lo hacen poco apetecible para el consumo humano. Este proyecto lo realiza la Ing. Darinka Ramírez Hernández.

También en este laboratorio se lleva a cabo el proyecto denominado "Biotransformación de esquilmos vegetales para consumo animal". En México los desechos de los cinco cultivos de grano más importantes suman más de 67 millones de toneladas por año. A estos desechos, o esquilmos, no se les da mayor utilidad que servir como relativo acondicionador del suelo. Con este proyecto se desea aprovechar los esquilmos agrícolas para crear, a través de tratamientos químicos y biológicos, un complemento proteínico para consumo animal. Esta técnica no sólo es válida para desperdicios agrícolas, sino también en el tratamiento de basuras urbanas. El proyectóse

encuentra ahora en la fase de tratamiento químico a nivel laboratorio y lo desarrolla la Ing. Mary Delia Díaz López.

En fase de inicio está el proyecto que lleva el nombre de "Aplicación de técnicas japonesas de diseño de experimentos para el me-



joramiento y optimización del rendimiento de cultivos de productos perecederos". El objetivo del proyecto es disminuir la inversión tanto de dinero como de tiempo, reduciendo el número de experimentos que se tienen que llevar a cabo para obtener resultados científicamente confiables. A cargo del estudio se encuentra el Ing. Roberto Antonio Cantú Garza. 

Centro de Óptica

Cultivar la "cultura en óptica"

Por: Dr. Gustavo Quintanilla

La relación del Centro de Óptica con el medio académico tiene una relevancia fundamental. A través de él tanto profesores como estudiantes participan en investigación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías. Los primeros encuentran en estas acciones la actualización en su medio profesional y la proyección de sus experiencias al aula. Para los segundos representa un ejercicio de su desempeño futuro.

Este aspecto del Centro de Óptica está considerando en sus objetivos:

- Fomentar la participación de los profesores e investigadores en proyectos de repercusión directa en la industria.
- Elevar la calidad del aprendizaje del alumnado enfrentándolo al ejercicio de su profesión.
- Motivar a los alumnos a generar empresas.

En el logro de estos objetivos el Centro de Óptica colaboró en el programa de Escuelas Prácticas del Instituto durante los meses de junio y julio del presente año. En esta actividad el estudiante analiza y presenta una solución a un problema presente en la industria.

Un total de 78 alumnos de las carreras de Ingeniero Físico Industrial, Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones e Ingeniero en

deshidratadora situada en el estado de Nuevo León. Este proyecto consiste en obtener un producto con calidad de exportación a partir de la aplicación de la ingeniería de calidad a la deshidratación del ajo para conseguir un producto robusto y un proceso automatizado. Su realización está a cargo del Ing. Marco Antonio Rito Palomares.

Otro de los proyectos que se realizan en este laboratorio es la "Obtención de harina de pescado para consumo humano". Se pretende incorporar este tipo de harina a las harinas que conforman la canasta básica de productos en forma de pastas, galletas y pan. La combinación de estas harinas de trigo y maíz con la harina de pescado aumenta en gran medida el valor alimenticio de estos productos, lo que a su vez mejora el nivel nutricional de la población. La harina de pescado debe ser incolora, insabora e inodora para disminuir los obstáculos en su utilización a nivel industrial. Cabe mencionar que la utilización del pescado como fuente de proteínas se debe a que además de contar con un gran valor nutricional, nuestro país cuenta con grandes litorales, lagos y lagunas

con muchas variedades de peces que no figuran en la pesca comercial. Uno de estos es la carpa, un pez que abunda en lagunas del estado de Nuevo León y cuyas características físicas lo hacen poco apetecible para el consumo humano. Este proyecto lo realiza la Ing. Darinka Ramírez Hernández.

También en este laboratorio se lleva a cabo el proyecto denominado "Biotransformación de esquilmos vegetales para consumo animal". En México los desechos de los cinco cultivos de grano más importantes suman más de 67 millones de toneladas por año. A estos desechos, o esquilmos, no se les da mayor utilidad que servir como relativo acondicionador del suelo. Con este proyecto se desea aprovechar los esquilmos agrícolas para crear, a través de tratamientos químicos y biológicos, un complemento proteínico para consumo animal. Esta técnica no sólo es válida para desperdicios agrícolas, sino también en el tratamiento de basuras urbanas. El proyectóse

encuentra ahora en la fase de tratamiento químico a nivel laboratorio y lo desarrolla la Ing. Mary Delia Díaz López.

En fase de inicio está el proyecto que lleva el nombre de "Aplicación de técnicas japonesas de diseño de experimentos para el me-



joramiento y optimización del rendimiento de cultivos de productos perecederos". El objetivo del proyecto es disminuir la inversión tanto de dinero como de tiempo, reduciendo el número de experimentos que se tienen que llevar a cabo para obtener resultados científicamente confiables. A cargo del estudio se encuentra el Ing. Roberto Antonio Cantú Garza. 

Centro de Óptica

Cultivar la "cultura en óptica"

Por: Dr. Gustavo Quintanilla

La relación del Centro de Óptica con el medio académico tiene una relevancia fundamental. A través de él tanto profesores como estudiantes participan en investigación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías. Los primeros encuentran en estas acciones la actualización en su medio profesional y la proyección de sus experiencias al aula. Para los segundos representa un ejercicio de su desempeño futuro.

Este aspecto del Centro de Óptica está considerando en sus objetivos:

- Fomentar la participación de los profesores e investigadores en proyectos de repercusión directa en la industria.
- Elevar la calidad del aprendizaje del alumnado enfrentándolo al ejercicio de su profesión.
- Motivar a los alumnos a generar empresas.

En el logro de estos objetivos el Centro de Óptica colaboró en el programa de Escuelas Prácticas del Instituto durante los meses de junio y julio del presente año. En esta actividad el estudiante analiza y presenta una solución a un problema presente en la industria.

Un total de 78 alumnos de las carreras de Ingeniero Físico Industrial, Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones e Ingeniero en

Sistemas Electrónicos participaron en cuatro escuelas prácticas y un proyecto de investigación para Productos Corning de México, S.A. (PCM).

Dos de las cuatro escuelas prácticas se realizaron en Ensenada, B.C. en colaboración con el Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada (C.I.C. E. S. E.). Las otras dos se llevaron a cabo en Monterrey, donde se contó con la colaboración del M.C. Gustavo Torres, investigador del Centro de Investigación en Optica (CIO) de León, Guanajuato.

Los temas tratados en las escuelas prácticas fueron los siguientes:

- Diseño y construcción de un láser de CO_2
- Holografía interferométrica y aplicaciones
- Construcción de láser pointers
- Fibras ópticas
- Materiales ópticos

Las escuelas prácticas de holografía interferométrica y la de diseño y construcción de un láser de CO_2 fueron coordinadas por el M. C. Ricardo Contreras, el Dr. Gustavo Quintanilla Escandón y el M.C. Luis Molina Hernández. Estas se realizaron en las instalaciones del C. I. C. E. S. E. con la participación de los investigadores de ese centro dirigidos por el M. C. Ricardo Villagómez.

Con el propósito de dar una idea acerca de los temas abordados, a continuación se presenta una lista de las diferentes actividades realizadas en las escuelas prácticas:

En el diseño y construcción de un láser de CO_2 de 10 watts se cubrieron las siguientes áreas:

- Diseño de un láser de 10 watts de potencia
- Diseño electromecánico del sistema láser
- Diseño y fabricación del sistema de enfriamiento
- Diseño y fabricación de espejos para láser
- Diseño y fabricación de una fuente de poder para láser de 10 watts

Las áreas correspondientes a holografía interferométrica fueron:

- Interferometría
- Filtrado óptico
- Interferometría holográfica de:
 - Doble exposición
 - Tiempo real
 - Tiempo promedio (vibración)
 - Múltiple exposición
- Holografía de luz blanca

La coordinación de las escuelas prácticas en Monterrey estuvo a cargo de los siguientes profesores: M. C. Francisco Rodríguez, Ing. Javier Tovar Zavala y M. C. Gustavo Torres, investigador del CIO.

Los puntos tratados en ellas fueron los siguientes:

En el área de láser pointer:

- Diseño y construcción de la fuente de poder AC de un tubo láser de He-Ne de 1 mw.
- Diseño y construcción de la fuente de poder DC de un tubo láser de He-Ne del mw.
- Diseño de un sistema de generación de figuras.

En el área de fibras ópticas:

- Diseño e implantación de prácticas en fibras ópticas.
- Diseño y construcción de transmisores de audio y video por fibras ópticas.

Por su parte, el proyecto con Productos Corning de México

trató de la caracterización de una vela de vidrio fluido por medio de técnicas de video y procesamiento digital de imágenes. La coordinación estuvo a cargo del Dr. Daniel Jiménez Farías.

La participación de los estudiantes dentro de estas actividades de verano fue de lo más completa. Los futuros profesionistas se vieron involucrados en las áreas y procesos organizacionales de capacitación, investigación, desarrollo de procesos, evaluación, recursos humanos, administración y manufactura en las organizaciones en las que desarrollaron los diversos proyectos.

Además, como los grupos de trabajo fueron integrados por estudiantes y profesores de diferentes carreras y disciplinas respectivamente, la realización de las escuelas prácticas promovió el intercambio de conocimientos y experiencias.

Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios destacándose en especial el aspecto de productos terminados, lo cual obedece al objetivo del Centro de Optica de desarrollar productos de aplicación industrial. La respuesta de los alumnos, profesores e investigadores a estas actividades de verano permite dar a conocer las ramificaciones de la óptica en nuestro medio ambiente fomentando así una "cultura en óptica". 

El Dr. Gustavo Quintanilla Escandón egresó de la Licenciatura en Ciencias Fisicomatemáticas del ITESM en 1967. Recibió la Maestría en Mecánica Aplicada del Polytechnic Institute of Brooklyn, New York en 1972 y el Doctorado en Física Aplicada a la Mecánica de Loughborough University of Technology en Inglaterra. Ha laborado 22 años en la docencia y actualmente es profesor investigador del Centro de Optica.

En la industria agropecuaria, como en otras actividades económicas, los incrementos que logra una empresa en la calidad y cantidad de un producto le dan una ventaja competitiva en el mercado. En el mundo de hoy, incrementos de ambos tipos se logran cada vez más con base en la aplicación de tecnologías sofisticadas.

Una de estas tecnologías es la transferencia de embriones, que ofrece la posibilidad de aprovechar el valor genético de un ejemplar de alguna especie, duplicando el animal en mayores números de lo que se podía obtener respetando los ciclos naturales de reproducción.

Desde este semestre la transferencia de embriones forma parte del programa de estudio de alumnos de la carrera de Agronomía, por lo que el Instituto es la primera universidad en México que enseña esta tecnología a nivel licenciatura. Además, el modelo ya está siendo reproducido en otras universidades del país.

En el Instituto el interés en la transferencia de embriones nació hace 12 años con las inquietudes personales de dos profesores del Departamento de Zootecnia, el Ing. Enrique Hernández Benítez y el Dr. Sergio Temblador. Empezaron su trabajo con ganado porcino y posteriormente se enfocaron en ganado bovino durante su trabajo en la comarca Lagunera de Torreón, Coahuila, llegando a profundizar sus conocimientos en viajes a las universidades de Colorado en Fort Collins y Texas A & M.

Los preparativos formales para introducir la tecnología al programa de estudio de agronomía en el ITESM comenzaron hace 3 años. La primera etapa fue la capacitación de maestros, inicialmente bajo la tutela de expertos de la Universidad de Missouri, quienes vinieron a Mon-

terrey, y después, durante estancias de profesores del ITESM en las universidades de Texas A & M y Kansas. Después, se estableció una pequeña clínica en el campo experimental de Apodaca donde los maestros enseñarán la tecnología, utilizando un hato de 14 vacas. Las actividades allí se realizarán bajo la supervisión del Dr. Temblador y el médico veterinario y agrónomo, Gilberto Armienta Trejo, quien estudia la Maestría de Ciencias con especialidad en Productividad Agropecuaria del Programa de Graduados en Agricultura.

Descripción del proceso

El proceso se inicia con la manipulación hormonal, con el fin de estimular la producción en la hembra de más óvulos de lo normal. Los siguientes pasos consisten en la inseminación artificial de los óvulos y su transferencia, ya alcanzada la etapa de embrión, a animales receptores.

El ejemplo del ganado bovino puede servir para mostrar los beneficios cuantitativos de la tecnología. Los bovinos producen un óvulo en cada ciclo fértil y tienen

becerros por vaca. Con la manipulación hormonal, en cada tratamiento salen 14 óvulos, de los cuales 7 serán muy buenos. De estos 7, del 50% a 60% gestan. Si se logran 3 ó 4 embarazos a término por cada tratamiento y se aplican 3 tratamientos al año, la producción anual de la vaca será de 9 a 12 becerros. Y para concluir, si la vaca seleccionada para los tratamientos tiene características excelentes, la tecnología de transferencia hace posible una alta producción de ganado de calidad garantizada.

La transferencia de embriones se puede realizar en el campo, no obstante, los mejores resultados se obtienen en el laboratorio por razones de control sanitario y técnico y la participación de personal especializado. La transferencia se realiza en espacio de minutos y sin cirugía; es manual y muy parecida a la inseminación artificial. Sin embargo, requiere de un período de preparación previa de 45 días durante el cual se hace la selección de los animales, se les aplica la manipulación hormonal y se atienden a las normas legales y sanitarias. Por lo tanto, la técnica no es de individuos sino de todo un equipo que puede incluir médicos, veterinarios, laboratoristas, embriólogos y agrónomos.



De izquierda a derecha: madre biológica, becerro y madre nodriza

un período de gestación de 9 meses. Por lo tanto, a partir del año y medio, edad en que alcanza su madurez, una vaca es capaz de producir un becerro por año. La producción total promedio es de 9

Se le puede aplicar a todo tipo de ganado e inclusive, es posible hacer transferencias entre especies, o sea, el embrión de una especie se gesta en un animal receptor de otra raza. En un caso así, el requisito biológico sería que ambos animales tuvieran el mismo ciclo lo cual se logra con hormonas. Utilizar la tecnología en esta forma podría tener su justificación económica en casos donde los animales receptores fueron más baratos que el animal donante.

Ventajas y perspectivas

Además de mejorar los hatos existentes en menor tiempo, la transferencia de embriones hace posible establecer un hato de ganado fino en forma relativamente rápida. Embriones de alta calidad pueden ser congelados y enviados

a cualquier parte del mundo para gestarse en animales de la localidad. El costo del transporte es menor que el de animales en pie, que pesan más, ocupan mayor espacio y tienen necesidades de consumo alimenticio.

Con esta innovación curricular, alumnos de agronomía cono-

cerán y se capacitarán en una tecnología que tiene demanda y aplicación a nivel mundial. Además, a futuro se planea desarrollar la siguiente etapa que sería la reproducción de mejor material en ganado lechero y la evaluación de comportamiento y rendimiento.

Química

Desde hace un año el Departamento de Química, por medio de la Dra. Elsa Guajardo y la Bióloga Esperanza Magallanes, se ha dedicado a la domesticación de plantas silvestres a través del cultivo "in vitro" de tejidos, con el fin de obtener de ellas valiosos componentes como son los metabolitos secundarios.

En la actualidad, aproximadamente el 25% de los medicamentos corresponden a este tipo de sustancias, por lo que su utilización en la industria es de gran importancia. Asimismo, los metabolitos secundarios engloban muchas de las sustancias que son producidas por las plantas, y que diariamente utilizamos en los alimentos como saborizantes, aromatizantes y edulcorantes.

Para obtener estos metabolitos es necesario extraer la planta completa del campo, pero hacerlo en ocasiones resulta difícil debido a fenómenos naturales como variaciones en el clima o pérdida del cultivo por ataque de plagas. Además, cuando la localidad donde se encuentra la planta es lejana se hace difícil el transporte y refrigeración de ésta.

Estos problemas llevaron a la Dra. Guajardo y a la Bióloga Esperanza Magallanes a utilizar la técnica de cultivo "in vitro" como una

alternativa para la obtención de estos componentes. Este sistema permite mantener un suministro continuo y homogéneo de la planta en un estado fisiológico uniforme.

El cultivo "in vitro" de tejidos constituye un gran apoyo para la investigación, ya que ofrece la posibilidad de optimizar la velocidad de crecimiento del cultivo de la planta, mediante una serie de factores tales como la formulación de un medio de cultivo adecuado, optimización de niveles hormonales, suministro de sales minerales y modificación de las condiciones ambientales.

Adicionalmente, a través de esta técnica es posible obtener grandes cantidades de metabolitos secundarios en pequeñas áreas, en comparación con las requeridas en el cultivo tradicional de plantas productoras.

Uno de los resultados sobresalientes que se ha obtenido a través de la técnica anteriormente descrita es haber logrado identificar, partiendo de callos de *Lantana achyranthifolia*, el mismo tipo de sustancias que la literatura reporta para esa planta, las cuales presentan propiedades medicinales.

Otro aspecto que se maneja dentro del estudio de los metabolitos secundarios lo constituye el bioensayo utilizado para observar si las sustancias que ya han sido aisladas de la planta tienen algún efecto en el crecimiento y desarrollo de tejidos dentro de un sistema controlado. Esto sugeriría la posibilidad de utilizarlas como herbicidas u hormonas naturales.

Para la realización de esta investigación se cuenta con el laboratorio de bioensayos donde se trabaja en el área de cultivo "in vitro" de las especies. Además, para el aspecto químico se cuenta con



La Dra. Elsa Guajardo analiza dos especies de cultivo "in vitro"

aparatos e instrumentos tales como la cromatografía de líquidos, resonancia magnética nuclear e infrarrojo entre otros, para el aislamiento e identificación de metabolitos. 

Personal del CETEC en universidades extranjeras

A partir de septiembre de este año, el Ing. Guillermo Morales Espejel inicia el programa doctoral en ingeniería mecánica con especialidad en el área de elasticidad en la Universidad de Cambridge, Inglaterra. El Ing. Morales Espejel obtuvo la Maestría en Ingeniería Mecánica en el ITESM, Campus Monterrey y posteriormente fungió como profesor investigador del Centro de Sistemas de Manufactura. Dentro del centro, participó en dos

proyectos de investigación: Simulación de flujo de vidrio y enfriamiento de moldes con la empresa Vitro-Tec; y Estudio para optimizar el diseño de vigas de ferrocarril con la empresa Acertek.

Los ingenieros David Garza y Lorena Gómez, investigadores del Centro de Investigación en Informática, se encuentran cursando materias de maestría así como finalizando sus tesis en ciencias computacionales en la Univer-

sidad de Colorado State en Fort Collins.

Ambos son participantes en un programa de intercambio que se realiza a través del Departamento de Programas Internacionales del ITESM; los profesores permanecerán un semestre en Estados Unidos donde seguramente tendrán una buena oportunidad para enriquecer su formación como docentes, conocer otro ambiente académico y establecer contactos en el extranjero. 

Presentan ponencias en Colombia

El 31 de julio al 9 de agosto pasado, se celebró en Medellín, Colombia el Taller Andino de Sistemas Expertos y Rebotica en donde participaron conferencistas de diversas partes del mundo. Por parte de México, asistieron al evento los doctores José de Jesús Rodríguez Ortiz y Carlos Scheel Mayenberger y los ingenieros Francisco Cantú Ortiz y Jesús Santana del ITESM Campus Monterrey.

En el área de sistemas expertos, el Dr. José de Jesús Rodríguez, Director Técnico del Centro de Automatización y Control de Procesos Industriales, dictó la ponencia "Desarrollo de estrategias de control experto para un horno de

fabricación de cemento". Dentro de esta área participó también el Ing. Francisco Cantú, Director del Centro de Inteligencia Artificial, con la conferencia "Desarrollo e implantación de sistemas expertos". Asimismo, el Ing. Jesús Santana, maestro de planta del Departamento de Ciencias Computacionales, expuso la ponencia "Prototipo de reconocimiento de voz".

El Dr. José de Jesús Rodríguez presentó para el área de rebotica la conferencia "Sistemas de visión e identificación de forma para un manipulador robótico". Además, al final del evento participó en un panel de discusión sobre el estado del arte de la robótica en los

países industrializados y su impacto en los países en vías de desarrollo.

A lo largo del evento, el Dr. Carlos Scheel, Director del Programa de Graduados en Informática, impartió un seminario con el tema "Modelos computacionales como soporte para la toma de decisiones".

El Taller fue llevado a cabo por la Universidad EAFIT (Escuela de Administración y Finanzas y Tecnologías) con el propósito central de entrenar profesionales que trabajan en universidades e industrias de la región andina, en técnicas y procesos de automotriz, para facilitar la formación de grupos de investigación interinstitucional. 

Centro de Óptica

Participa en simposium de física aplicada

El Centro de Óptica participa en el Primer Simposium Internacional de Física Aplicada, que se llevará a cabo del 18 al 20 de octubre en el ITESM Campus Monterrey. En la realización de este evento, la función del Centro es facilitar el contacto con las instituciones que realizan investigaciones en el área de la óptica y

que participarán dando conferencias sobre láseres, holografía, fibras ópticas y materiales ópticos.

De acuerdo al Lic. Contreras, director del centro, participar en la realización del evento es importante ya que se trata del primer simposium sobre física que se lleva a cabo en una institución educativa

particular y además, se le da espacio a esta rama de la física que es la óptica.

El Simposium de Física Aplicada es una realización conjunta del Departamento de Física, la Sociedad de Alumnos de la carrera de Ingeniero Físico Industrial y el Centro de Óptica. 

Conferencia sobre calidad en el servicio

El pasado 10 de agosto, representantes de diversas empresas de servicio se reunieron para escuchar al Dr. Gerald D. Sentell, quien expuso el tema "Calidad Total en los Servicios", en un evento organizado por el Centro de Calidad del ITESM, la CANACO y el Consejo Metropolitano de Calidad.

El punto de partida que el Dr. Sentell propone para orientar la

empresa hacia la calidad es el cambio de cultura. Ya no cabe, sugiere el expositor, el empleado con la mentalidad de satisfacer a su jefe. "Toda la organización, desde la persona que se encuentra en un mostrador, hasta el alto administrador, debe concentrarse en satisfacer al cliente, ya que el costo mayor de todos, es el costo de un cliente descontento".

El Dr. Sentell es Presidente y Director General de Tennessee Associates Internacional, firma estadounidense de consultoría en calidad. Como asesor ha vivido en el Lejano Oriente por más de cinco años donde ha enriquecido su experiencia en las especialidades de administración de calidad, sistemas y aplicaciones de costos de calidad, estrategia corporativa, mercadotecnia y empresas internacionales. 

Centro de Sistemas de Manufactura

Mesa redonda de CAD/CAM/CAE

Para concluir la semana de diseño ingenieril (CAD/CAM/CAE) del Segundo Curso Latinoamericano sobre Técnicas Modernas en la Práctica de la Manufactura (vea *Transferencia* de julio 1989), se llevó a cabo una mesa redonda en la que participaron representantes de las siguientes empresas: Fama, Hylsa, Perfek (Grupo Metalsa), Hewlett-Packard, Control Data, Focos, S.A., Centro de Informática Aplicada, Intergraph Y Prolec. Por parte del ITESM participaron profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica y personal de

planta de la Dirección de Informática.

En la mesa redonda se comentó la importancia que tiene la tecnología CAD/CAM/CAE (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing/Computer-Aided Engineering) y los cambios que se han dado en las empresas mexicanas desde el inicio de su utilización. El aprovechamiento de esta tecnología le permite a la empresa hacerse más competitiva y responder cada vez más con mayor rapidez a las necesidades de sus clientes.

Por ejemplo, Hylsa realizó un estudio en el cual determinó que el tiempo promedio por dibujo se ha reducido de 120 horas-hombre a un promedio de 8 horas utilizando la computadora.

El objetivo de esta mesa redonda fue cerrar y enriquecer la semana de Diseño Ingenieril Auxiliado por Computadora con las experiencias que se han dado en estas empresas. La coordinación de la mesa redonda estuvo a cargo de la M.C. Mariarurora Mota Bravo del Centro de Sistemas de Manufactura. 

Reciben curso sobre generación automática de malla

Como resultado de los programas de enseñanza conjunta del ITESM con universidades de Estados Unidos, la Universidad de Mississippi State por intermedio del Dr. Soni otorgó becas a ingenieros del Centro de Sistemas de Manufactura (CSM) para asistir al curso sobre "Generación automática de malla" (Numerical Grid Generation) ofrecido por el Departamento de Ingeniería Aeroespacial de dicha universidad. Con la asistencia a este curso se logró que los

estudiantes de posgrado ampliaran sus esquemas.

El curso se llevó a cabo del 7 al 11 de agosto de este año y asistieron el profesor investigador Guillermo Morales y los ingenieros Teresa Soriano, Efraín Rocha y Eduardo Pavón, asistentes de investigación del CSM.

Los conferencistas provinieron de instituciones como la NASA, la Fuerza Aérea de Estados

Unidos y del Departamento de Ingeniería Aeroespacial de la Universidad de Mississippi State, como es el caso del Dr. Soni. Con su participación en este curso los ingenieros del CSM pudieron ampliar sus conocimientos en lo concerniente a la formación de mallas de elementos finitos con que cuenta el paquete I-DEAS. Este paquete computacional forma parte de la colección de software ingenieril que se utiliza en el Laboratorio de Ingeniería y Diseño Computarizado del CSM. 

PROXIMOS EVENTOS

Centro de Calidad

Programa Ford-ITESM

			Fecha
Módulo IV	Programa	Ford-ITESM	2 al 5 de octubre
Módulo I	Programa	Ford-ITESM	9 al 11 de octubre
Módulo VII	Programa	Ford-ITESM	9 al 12 de octubre
Módulo III	Programa	Ford-ITESM	19 al 21 de octubre
Módulo I	Programa	Ford-ITESM	1° al 13 de noviembre
Módulo IV	Programa	Ford-ITESM	6 al 9 de noviembre
Módulo VIII	Programa	Ford-ITESM	13 al 15 de noviembre
Módulo V	Programa	Ford-ITESM	22 al 24 de noviembre
Módulo I	Programa	Ford-ITESM	29 noviembre al 1° de diciembre
Módulo V	Programa	Ford-ITESM	11 al 13 de diciembre
Módulo III	Programa	Ford-ITESM	11 al 14 de diciembre

Programa Taguchi ASI-ITESM

Introducción a Ingeniería de Calidad	octubre "in-company" (disponible)
Introducción a Ingeniería de Calidad	15 al 17 de noviembre
Introducción a Ingeniería de Calidad	noviembre "in-company" (disponible)
Introducción a Ingeniería de Calidad	4 al 8 de diciembre

Intercambio JUSE-ITESM

6 de noviembre

Centro de Inteligencia Artificial

Programa de Seminarios en Sistemas Expertos

Ingeniería del Conocimiento	21 al 23 de noviembre
¿ Cómo Desarrollar un Sistema Experto ?	12 al 15 de diciembre

II Symposium Internacional de Inteligencia Artificial

23 al 27 de octubre

Centro de Optica

III Diplomado en Fibras Opticas

Módulo II	Tipos de Cables de Fibra Optica	20 y 21 de octubre (Monterrey)
Módulo III	Técnicas de Instalación y Empalme	3 y 4 de noviembre (San Luis Potosí)
Módulo IV	Técnicas de Medición	17 y 18 de noviembre (Monterrey)
		1° y 2 de diciembre (San Luis Potosí)
		15 y 16 de diciembre (Monterrey)

II Symposium Internacional de Física Aplicada

18 al 20 de octubre

Centro de Sistemas de Manufactura

IV Conferencia Internacional de Tecnología Avanzada

12 y 13 de octubre

Centro de Automatización y Control de Procesos Industriales

Diplomado en Control de Procesos por Computadora

Introducción a los Sistemas de Control	2 y 3 de febrero de 1990
Dinámica de los Sistemas de Control	16 y 17 de febrero de 1990

Directorio

DIVISION DE GRADUADOS E INVESTIGACION

Dr. Fernando Jaimes Pastrana
Director
CETEC Nivel III Torre Norte
Tel. 590026 y 582000 ext. 5000
y 5001

Programa de Graduados en Administración

Dr. Germán Otálora Bay
Director
Aulas II 3er. Piso
Tel. 582000 ext. 5015 Y 5016

Programa de Graduados en Agricultura

Dr. Enrique Aranda Herrera
Director
Edificio de Graduados en
Agricultura
Tel. 582000 ext. 4811

Programa de Graduados en Informática

Dr. Carlos Scheel Mayenberger
Director
Aulas II 353
Tel. 582000 ext. 5011

Programa de Graduados en Ingeniería

Dr. Federico Viramontes Brown
Director
Aulas IV 441
Tel. 582000 ext. 5005

Programa de Graduados en Química

Dr. Xorge A. Domínguez
Sepúlveda
Director
Aulas I 404
Tel. 582000 ext. 4510 y 4511

Departamento de Proyectos Especiales

Ing. Mario Lozano Rodríguez
Director
Talleres III
Tel. 582000 ext. 5050

Departamento de Seguridad Industrial

Ing. Marco A. Ledezma Loera
Director
Aulas IV 241
Tel. 582000 ext. 5045

Centro de Calidad

Dr. Augusto Pozo Pino
Director
CETEC Nivel III Torre Norte
Tel. 582000 ext. 5160 y 5161

Centro de Competitividad Internacional

Dr. Héctor Viscencio Brambila
Director
CETEC Nivel VII Torre Norte
Tel. 582000 ext. 5200

Centro de Investigación en Informática

Ing. Jorge L. Garza Murillo
Director
CETEC Nivel VI Torre Norte
Tel. 582000 ext. 5076 y 5077

Centro de Desarrollo de Tecnología Computacional

Ing. Adriana Serrano Córdoba
Director
División de Ciencias y Humanidades
Aulas II 343
Tel. 582000 ext. 4541

Centro de Electrónica y Telecomunicaciones

Ing. Fernando Morales Garza
Director
CETEC Nivel VI Torre Sur
Tel. 582000 ext. 5020 y 5021

Centro de Inteligencia Artificial

Ing. Francisco Cantú Ortiz
Director
CETEC Nivel V Torre Sur
Tel. 582000 ext. 5130 y 5131

Centro de Sistemas de Manufactura

Dr. Eugenio García Gardea
Director
CETEC Nivel V Torre Norte
Tel. 582000 ext. 5106 y 5107

Centro de Óptica

Lic. Ricardo Contreras Jara
Director
División de Ciencias y Humanidades
CETEC Nivel IV Torre Sur
Tel. 582000 ext. 5137

Centro de Automatización de Procesos Industriales

Dr. Carlos Narváez Castellanos
Director Operativo
Dr. José de Jesús Rodríguez Ortiz
Director Técnico
División de Ingeniería y Arquitectura
Talleres II
Tel. 582000 ext. 5476

